МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

СНК-2025

Материалы LXXV международной студенческой научной конференции Московского Политеха

(Москва, 17 марта – 23 апреля 2025 г.)

Текстовое электронное издание

Москва
2025

Об издании 1, 2

УДК 004+009+30+33+62+655+69(082)
ББК 30+60+76
С53

Рецензенты:
А.А. Кирсанкин, к.ф.-м.н., проректор по образовательной и международной деятельности Курганского государственного университета;
Р.Х. Курмаев, к.т.н., доцент, директор научно-образовательного центра ФГУП «НАМИ»

С53 **СНК-2025:** материалы LXXV международной студенческой научной конференции Московского Политеха (Москва, 17 марта – 23 апреля 2025 г.) – Москва: Московский Политех, 2025. – 1 CD-R. – Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.
ISBN 978-5-2760-2943-6.

Сборник материалов конференции, которая состоялась в Московском Политехе 17 марта – 23 апреля 2025 г., включает статьи, подготовленные ее участниками из ведущих технических российских и иностранных вузов. На конференции работали 18 секций, охватывающих актуальные направления развития науки и техники.

Издание может представлять интерес и практическую пользу для студентов старших курсов и аспирантов технических вузов, а также широкой читательской аудитории.

УДК 004+009+30+33+62+655+69(082)
ББК 30+60+76

Системные требования: PC-совместимый процессор 1,3 ГГц и выше. Оперативная память (RAM): 256 Мб. Необходимо на винчестере: 350 Мб. Операционные системы: Windows, Mac OS. Видеосистема: разрешение экрана 1024x768. Дополнительные программные средства: Adobe Acrobat Reader 9 и выше.

ISBN 978-5-2760-2943-6
© Московский Политех, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 20

Секция 1
THE LATEST ACHIEVEMENTS IN SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Ovannisyan G.A., Merenkova V.V.
SCIENTIFIC BREAKTHROUGHS AND TECHNOLOGICAL INNOVATIONS: AN OVERVIEW OF THE LATEST ACHIEVEMENTS 21

Kazarian A.S.
AUGMENTED INTELLIGENCE: RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF COLLABORATION BETWEEN HUMANS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE 24

Golubev E.A.
BIOCOMPUTERS AS A POSSIBLE WAY OF TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH IN COMPUTING 27

Chesnova V.Y.
WHY DO WOMEN STILL DOMINATE LOWER-PAID SECTORS? 31

Kontorin F.A.
THE NECESSITY OF RETRAINING EMPLOYEES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY 33

Krivtsov E.K.
THE PROBLEM OF ECONOMIC SECURITY IN THE MODERN ECONOMY 37

Lazarenko A.Y.
DEVELOPING THE SKILLS OF THE FUTURE: RETRAINING AND ADVANCED TRAINING OF PERSONNEL IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION 40

Vakulovskiy K.V.
A BRIEF INTRODUCTION TO THE LIVE STYLISTIC DICTIONARY OF THE RUSSIAN LANGUAGE 44

Khatskaia K.D.
THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVERTISING 48

Felitsyna K.P.
INNOVATIVE PACKAGING SOLUTIONS FOR NUTS AND SEEDS: ECO-FRIENDLINESS, PRACTICALITY, AND CONSUMER EXPERIENCE 51

Koroleva A.A.
EXPOSITIONS EN LIGNE: NOUVELLES OPPORTUNITES DANS LE MONDE DE LA CULTURE ET DE L'ART 55

Arjupina S.R., Chizhov V.A.
PROGRAM FOR ANALYSIS OF BRAIN ELECTROENCEPHALOGRAPHY READINGS DURING SLEEP WITH APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE 60

Gertsen N.N.
MULTIPLE GRAPH METHOD IN MACHINE LEARNING 66

Golubtsov D.A.
FACTORS AFFECTING TECHNICAL CONDITIONS OF UNMANNED SHIPS 69

Montoskina A.N.
DIE NEUESTEN WISSENSCHAFTLICHEN TECHNOLOGIEN IM BEREICH GREEN-TECH 71

Bakirov A.A., Pechurkina K.A.
AUTOMATED SYSTEM FOR AUTONOMOUS PLANT CULTIVATION 77

Polukarikova D.S.
THE LATEST ACHIEVEMENTS IN SCIENCE AND TECHNOLOGIES 85

Zinin M.V.
THE ROLE OF GREEN ECONOMY AS A FOUNDATION FOR SUSTAINABLE INDUSTRIAL DEVELOPMENT 90

Chepik F.A.
ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN MEDICINE AND ART 94

Секция 2
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДСТВА И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Абдивайитов Х.Т.
ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ФУТЕРОВКИ ВАЛКОВ ВАЛКОВЫХ ПРЕССОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ 96

Андреев А.А.
РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ БИБЛИОТЕК ИНСТРУМЕНТА, КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТИПОВЫХ ТЕКСТОВ ДЛЯ КОМПАС-3D В УСЛОВИЯХ ПИК ПАО НПО «НАУКА» 102

Должиков М.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА 108

Хакимзянова С.И.
АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТОВ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ARDUINO NANO И NRF24L01+ 129

Семенов К.Р.
БУДУЩЕЕ КОРАБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ДОЛГОСРОЧНЫЕ ВЫГОДЫ ОТ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В АВТОМАТИЗАЦИЮ И РОБОТИЗАЦИЮ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ 133

Удовиченко В.М.
РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА 138

Секция 3
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОТЕХНОЛОГИИ, БИОИНЖЕНЕРИИ И ХИМИИ

Савельева Е.М., Фролов С.В.
АНАЛИЗ СПОСОБНОСТИ ШТАММОВ YARROWIA LIPOLYTICA СИНТЕЗИРОВАТЬ РЕКОМБИНАНТНЫЕ ЛИПАЗЫ 145

Шалина Н.А.
МИКРОСТРУКТУРА ГЕЛЬ-ПЛЕНОК БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ GLUCONACETOBACTER HANSENII GH-1/2008 НА РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКАХ УГЛЕРОДА 151

Зворыгин Е.Д.
КОЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩАЯ СИСТЕМА – ПЕРЕВИВАЕМЫЕ АССОЦИАЦИИ ФАГА PH515A1 И STAPHYLOCOCCUS AUREUS A515 161

Каххарова А.М., Боситхонов К.К.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОФУНГИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 169

Яцкевич К.А., Козел И.Н., Вин Хтут Лвин
ВЫДЕЛЕНИЕ ГИПЕРИЦИНОВОЙ И ФЛАВОНОИДНОЙ ФРАКЦИЙ ИЗ ВОДНО-АЦЕТОНОВОГО ЭКСТРАКТА ТРАВЫ ЗВЕРОБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО 177

Афонина В.М., Нахалова К.П.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИТОЗАН-МЕЛАНИНОВОГО КОМПЛЕКСА, ПОЛУЧЕННОГО ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКОЙ ПОДМОРА ПЧЕЛ, В СОСТАВЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ 180

Громова Т.О.
ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА БЕЛКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ОКОЛОУШНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ СВИНЕЙ 186

Крылов И.А.
ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В СЛОЖНОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЯХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НООТРОПНОГО ДЕЙСТВИЯ 192

Корноухова О.Д., Тимкачев Д.А., Шишов А.А
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАКЦИИ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ И ОЦЕНКА ИХ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА 198

Шевченко А.Т.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДНОГО ЭКСТРАТКА ТОПИНАМБУРА 206

Сизикова Е.Д.
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МИКРОБНЫХ БИОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ГЕНЕРАЦИЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД 213

Никулина П.А.
ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ФЛОКУЛЯНТА ДЛЯ СБОРА БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЕВОГО КОМПОНЕНТА БИОТОПЛИВА 215

Секция 4
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ

Лимонова Н. Д.
КУЛЬТУРНЫЙ СЛЕД: МИФЫ И ТРАДИЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ 220

Ахмадов Д.Х.
ОБ УЗБЕКСКИХ ПЕРЕВОДАХ ПРОИЗВЕДЕНИЯ ЧИНГИЗА АЙТМАТОВА 225

Абрамова М.С.
АНГЛОЯЗЫЧНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛИЗМЫ В РЕЧИ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ НИТУ МИСИС 229

Сюткина И.А.
SMALL TALK КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОЙ КОММУНИКАЦИИ 233

Голубева Е.М.
ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ КОМИЧЕСКОГО В ПЬЕСЕ Е.Г. ВОДОЛАЗКИНА «СЕСТРА ЧЕТЫРЕХ» 238

Ли Х.
ОСОБЕННОСТИ И КУЛЬТУРА КОРЕЙСКОГО ЯЗЫКА: ВЫРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРЕЙСКОГО СЛОВА «РИС» 243

Космынина Д.Н.
ЖАНРЫ ОФИЦИАЛЬНО-ДЕЛОВОГО СТИЛЯ ПЕРИОДА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 247

Рубайло В.А.
ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ УЧАСТНИКАХ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ 253

Алюбаева К.И.
ТЫЛ, КОТОРЫЙ ВДОХНОВЛЯЛ: ОМСК – ГОРОД КУЛЬТУРЫ И ЗАВОДОВ В ГОДЫ ВОЙНЫ 259

Богоутдинов Ф.Р.
ВТОРАЯ ДИВИЗИЯ НАРОДНОГО ОПОЛЧЕНИЯ СТАЛИНСКОГО РАЙОНА МОСКВЫ 266

Оландарев А.А.
ВЛИЯНИЕ МАССОВОГО ПРАЗДНИКА НА СОХРАНЕНИЕ СЕМЕЙНЫХ ЦЕННОСТЕЙ И ТРАДИЦИЙ 270

Осокина Е.А.
ИСТОРИЯ КОСТРОМСКОГО КРАЯ: РЕПРЕССИИ В ГАЛИЧСКОМ РАЙОНЕ В 30-х ГОДАХ XX ВЕКА (ПО АРХИВНЫМ ДАННЫМ) 279

Щерба А.В.
КРАЕВЕДЕНИЕ: ПРОБЛЕМА РЕПРЕССИЙ В КОСТРОМСКОЙ ГУБЕРНИИ В СЕРЕДИНЕ XX ВЕКА 286

Ким С.
ИСПОЛНИТЕЛЬСКОЕ ИСКУССТВО РОССИИ И КОРЕИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ 292

Дурина А.К.
ПОСТАНОВОЧНЫЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОПЕРЫ ДЖ. ПУЧЧИНИ «ТУРАНДОТ» В АСПЕКТЕ СТРАТИФИКАЦИИ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ТЕКСТА ОПЕРЫ 297

Зеленская Т.А.
СТРАДАНИЕ КАК ПРИЧИНА, ФОРМА И СОДЕРЖАНИЕ ИСКУССТВА 302

Панина О.А.
КОНЦЕПЦИЯ УСТАЛОСТИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА ХАНА БЁН-ЧХОЛЯ 311

Туголукова С.А.
УСПЕХ И СЧАСТЬЕ В ЭТИКЕ ИММАНУИЛА КАНТА И В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ 315

Полюшкевич А.А.
ВРЕДНЫЕ ПРИВЫЧКИ МОЛОДЕЖИ (КУРЕНИЕ): ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ 320

Потяженко С.Е., Овсянников А.Д.
ПСИХОЛОГИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ КОРОТКИХ ВИДЕО: ПОЧЕМУ ОНИ ЗАХВАТЫВАЮТ ВНИМАНИЕ? 324

Секция 5
ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ И РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Муромцева С.С.
СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ «РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИИ» И ВЕБ-САЙТА GREENWATTS ДЛЯ ЕЕ РАЗМЕЩЕНИЯ 334

Маркграф М.Н., Ушак Е.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ИЛИ СОЗДАНИЯ ГОРОДОВ В РОССИИ 343

Томилина Д.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ .. 346

Нгуен Ван Чи, Лыонг Хыу Тхонг
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК 351

Нечаев В.Д.
БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДАТЧИКОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ 358

Секция 6
ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ ПРИ СОЗДАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Глинин А.Э., Васько Т.Д., Посунько Д.Е.
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ФОРСИРОВАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ 364

Ванюшев А.А., Бариев К.Р.
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ МОБИЛЬНОСТИ 375

Сульжик С.А.
РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ 384

Ларяков В. С., Ким А. С.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОЙ ФОРСУНКИ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ КАВИТАЦИИ 389

Хасанов М.В., Шаброва Ю.А.
РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СПОРТИВНОГО ПРОТОТИПА ДЛЯ КОЛЬЦЕВЫХ ГОНОК НА ВЫНОСЛИВОСТЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ 400

Шархымуллин З.И.
ИЗМЕНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЫНОК АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 406

Куликов М.А.
АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАЗРАБОТКОЙ МОДЕЛИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ 413

Криксина К.А.
РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА 423

Хохлов Е.И.
ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРИВОДА НИЗКОВОЛЬТНОГО ГЕНЕРАТОРА БОЛЬШЕГРУЗНОГО САМОСВАЛА «БЕЛАЗ» 427

Артемьев В.Н.
МОДУЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОМПОНЕНТОВ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ И ТРАНСМИССИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ 431

Барабаш С.А., Шмелев П.В.
«КУРЬЕРСКИЙ КОНЬ» – ОДНОКОЛЕЙНОЕ СРЕДСТВО ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩЕЕСЯ НА КУРЬЕРСКОЙ ДОСТАВКЕ И ГРАЖДАНСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ФОРМАТЕ «РАБОТА – ДОМ» 437

Секция 7
ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ДЕЛО: ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Абросимова А.В.
ЭВОЛЮЦИЯ СОЦИАЛЬНОГО ЯВЛЕНИЯ И ПОНЯТИЯ «ПАТРИОТИЗМ» 444

Архипов К.А.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННОМ КНИГОИЗДАНИИ 449

Астапенко М.А.
МЕДИЙНЫЙ ИМИДЖ И ЯЗЫКОВАЯ ЛИЧНОСТЬ: ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТОВ ЖУРНАЛОВ «СНОБ» И «КОТ ШРЁДИНГЕРА» 453

Барышникова Е.Е.
КРОССКУЛЬТУРНЫЙ ДИАЛОГ В ФОЛЬКЛОРЕ: СКАЗОЧНЫЙ ЖАНР РОССИИ И ИНДИИ 462

Кумпина К.В.
СОВРЕМЕННАЯ ДРАМА: ДОКУМЕНТАЛЬНЫЙ ТЕАТР И ПОИСК НОВЫХ ФОРМ 467

Михалева У.И.
СТАРТАП ИЗДАТЕЛЬСТВА В ТРЕНДЕ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНЫХ ИНДУСТРИЙ 473

Павлова Е.А.
ТРАГЕДИЯ «БОРИС ГОДУНОВ» А.С. ПУШКИНА В СОВРЕМЕННОЙ КРИТИКЕ 478

Солнцева Д.Д.
ЯЗЫКОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО МОЛОДЕЖНОГО ЖАРГОНА НА ПРИМЕРЕ ИМИДЖБОРДА «ДВАЧ» 481

Чекалина А.В
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДВИЖЕНИЯ СЕРИЙНЫХ ИЗДАНИЙ 486

Секция 8
ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО И ВИЗУАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Боровинич Д.
АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТИПОГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА В РАМКАХ РАСШИРЕННОЙ КИРИЛЛИЦЫ 491

Янгутова Т.Б.
ВЛИЯНИЕ ИТАЛЬЯНСКОЙ МЕТАФИЗИЧЕСКОЙ ЖИВОПИСИ НА СОВРЕМЕННОЕ ИСКУССТВО 496

Михалева К.С.
ПРОБЛЕМА КИРИЛЛИЗАЦИИ БРЕНДОВ В РОССИИ 503

Пивкина Д.А., Родионова А.А.
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМНЫХ ПАТТЕРНОВ UI/UX-ДИЗАЙНА НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ОПЫТ 508

Чиликанова Д.А.
ЭВОЛЮЦИЯ ВОСПРИЯТИЯ ИМПРЕССИОНИСТИЧЕСКОЙ ЖИВОПИСИ 513

Червоненко А.С.
БИЕННАЛЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ РЕСПУБЛИКИ КОРЕЯ 518

Евдокимова О.А.
«СКАЗОЧНЫЙ РЕАЛИЗМ» В ИЛЛЮСТРАЦИЯХ УЧЕНИКОВ Б.А. ДЕХТЕРЕВА 525

Федорова Е.В.
ЮРИЙ ВАСНЕЦОВ: ТРАКТОВКА ПРОСТРАНСТВА В ДЕТСКОЙ КНИЖНОЙ ИЛЛЮСТРАЦИИ 529

Мерзлякова П.О., Голубева О.А.
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА СОЗДАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ИСКУССТВА 541

Сюй Цзинчжу
ЯЗЫК ФОТОАВАНГАРДА КАК ОСОБАЯ СИСТЕМА «ПИСЬМЕННОСТИ»: НА ПРИМЕРЕ ФОТОГРАФИЙ АЛЕКСАНДРА РОДЧЕНКО И ЛАН ЦЗИНШАНЯ 545

Секция 9
МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВО

Анисимова И.А., Халяпина Ю.Б., Киселева Е.А.
ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЮМИНОФОРА В ПЛЕНКЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЦИФРОВЫМИ МЕТОДАМИ 554

Голубева О.А. Мерзлякова П.О.
ГИБКИЙ БЕТОН: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ 562

Доненко С.Л.
ВНЕДРЕНИЕ ИИ В ФРАКТАЛЬНО-КЛАСТЕРНОЙ ОЦЕНКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА СОЛЯНЫХ ОЗЕР 564

Дятлов Д.М.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕРЕХОДНИКА КОРОБКИ ПРИВОДОВ АГРЕГАТОВ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ХОЛОДНЫМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ 573

Клочков Я.М.
ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА ЛИСТОВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Al–Ca–Zn–Mg 579

Козлова М.Д., Маликов О.И.
РАЗРАБОТКА ЧЕРНИЛ ДЛЯ СКРЫТОЙ ПОЛНОЦВЕТНОЙ ПЕЧАТИ 586

Коняшкин И.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ НА 20-ВАЛКОВОМ СТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА 590

Коротин К.С.
ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1580 В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ 599

Захаров К.С., Данилов И.Л., Курасов М.В.
СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ СО СТРУКТУРОЙ ОЛИВИНА И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 607

Литарева В.Е.
ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ТЕКСТОВОЙ И ИЛЛЮСТРАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАКЕТА УПАКОВКИ 613

Московкина В.А.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА УПАКОВКИ ПРЕМИАЛЬНОГО СЕГМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ 623

Паничкин Т.А., Репинский Б.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ МОДИФИКАЦИИ НАНОЧАСТИЦАМИ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ 639

Партолин Е.Д., Артюх М.В., Лощёнин Н.А., Калмыков В.О.
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-ИЗДЕЛИЙ 646

Ушаков Е.А., Осин М.С.
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН: РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОЗАБОЙНОГО ЗАКАНЧИВАНИЯ «ГИДРА» 652

Шапиро Я.А.
РАЗРАБОТКА УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРОВ, НАПОЛНЕННЫХ ШУНГИТОМ, ДЛЯ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ 656

Секция 10
МАШИНЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ, ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Бакулин Р.В.
ВЫБОР ФИЛЬТРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ 663

Баскаков А.П., Юшков А.Е.
ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТУ ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ С ПОЛИМЕРНОЙ ПРОКЛАДКОЙ 668

Власова А.М.
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В АГРОНОМИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО СЕРНОГО ПОКРЫТИЯ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ 676

Игноватова А.О., Чикалова А.А.
ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОГО СОСТАВА КУМУЛЯТИВНЫХ ОБЛИЦОВОК ... 682

Игонин В.В.
СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ФТОРПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ 685

Комиссарова М.С.
ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ БОЕВЫХ ЧАСТЕЙ К ТЕПЛОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ 689

Куцепалова А.В.
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КУМУЛЯТИВНЫХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ПЕРФОРАЦИИ СКВАЖИН 695

Морозов Н.А.
АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ОЗОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ 698

Петров М.К., Чанаканов А.Ч.
ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ НАПОЛНЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА 701

Сафу Д., Конопкин М.А., Алёшин М.А.
ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ 704

Хаиров Р.Р.
МЕТОД РАСЧЕТА ПОЛЕЙ СКОРОСТЕЙ В КРИОГРАНУЛЯТОРЕ 707

Шаговская В.С.
РАЗРАБОТКА ПОЛИРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ СТЕКОЛ 712

Секция 11
МЕХАНИКА МАШИН, МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ В ТЕХНИКЕ

Shuai Sun, Jian-hui Wang
COMPARATIVE STUDY ON THE FAULT DIAGNOSIS ACCURACY OF BEARING OUTER RING BASED ON VIBRATION AND ACOUSTIC EMISSION SENSOR METHOD 717

Zhenlong Zhang, Xiaokun Ma
EFFECT OF MICROSTRUCTURAL CHANGES BY FRICTION STIR PROCESSING ON THE CLAD-TO-CORE INTERFACIAL STRENGTH OF THIN ALUMINUM-CLAD ALUMINUM SHEETS 723

Hao Xu
RESEARCH ON CYLINDER HEAD DEFECT DETECTION METHOD BASED ON VIBRATION EXCITATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE 729

Qijue Zhen, Yuxi Zhang
OPTIMIZATION AND APPLICATION OF ONLINE PARAMETER IDENTIFICATION BASED ON LITHIUM-ION BATTERY MODEL 735

Каучакова М.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНГЛЕТОВ С ИЗМЕНЯЕМЫМ УГЛОМ ОТКЛОНЕНИЯ 741

Зубайдов М.Ф., Петрашин Т.С.,
БЕСЧЕРТЕЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: СОЗДАНИЕ АТРИБУТОВ И ВИДОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ 751

Гудынин М.Д.
РАЗРАБОТКА МНОГОПОТОЧНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ 757

Семенов М.Н., Межняков Я.Ю., Масловский А.В.
РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ НАЗЕМНОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ ЗАДАЧ 765

Глазунов Д.
АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ T-FLEX PLM 774

Овсянников И.Д., Доронина В.Ю.
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ И УПАКОВКИ ПЛАСТИКОВЫХ ТРУБОК 779

Ким Е.С., Сидоренко П.А.
РАЗРАБОТКА ГАММЫ ШНЕКОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НУЖД ПРОМЫШЛЕННОСТИ 785

Строганова Ю.В.
РАЗРАБОТКА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА 789

Татьянчиков В.А., Максименко Р.И., Владимирцев В.В.
МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРЯМОЗУБЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ВОЗДУШНОГО СТАРТЕРА СВ-25 ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕКРЫТИЯ 795

Марьин М.В., Марьин М.В.
РАЗРАБОТКА ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ И ПОЛУНАТУРНЫХ МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ 800

Секция 12
ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Бушланова А.В.
МУФТА УПРУГАЯ СО ЗВЕЗДОЧКОЙ 811

Артемьев Г.К.
ИЗМЕНЕНИЕ ТОЛЩИНЫ И НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЕВ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ВЫТЯЖКЕ 818

Богуш М.М., Шабалова А.Д., Сорокина К.А.
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ФОТОПОЛИМЕРНОЙ ПЕЧАТИ 824

Винник Д.В., Сулейманов Д.О.
ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЯ «ПРИКЛАД» ПОД ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТОДОМ АДДИТИВНЫХ И ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 832

Аль Али Д.
К ВОПРОСУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОГО СТЕКЛА В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО ... 840

Кишка А.И.
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ «ПОЛУСФЕРА НИЖНЯЯ» ИЗ НИОБИЕВОГО СПЛАВА 846

Лызлов П.В.
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ «ГАЙКА ДВЕНАДЦАТИШЛИЦЕВАЯ САМОКОНТРЯЩАЯСЯ» С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ 851

Мосолков К.К.
ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВЫХ ПРУЖИН В КУЗОВНОЙ ШТАМПОВКЕ 857

Петухова К.А.
ВЛИЯНИЕ ПОСТОБРАБОТКИ ФОТОПОЛИМЕРНОЙ МОДЕЛИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ОТЛИВКИ ПРИ ЛИТЬЕ В МОНОЛИТНЫЕ ГИПСОВЫЕ ФОРМЫ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ВЫЖИГАЕМЫМ МОДЕЛЯМ 861

Пивоваров И.О., Авдеева В.В.
РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНИГ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРИМЕНЕНИЕ 868

Раимов Х.Ш., Балашов В.Н.
ТЕХНОЛОГИЯ КОНТУРНОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПКМ) 873

Терехин Е.В.
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ МАНОМЕТРА МЕТОДОМ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ FDM 880

Секция 13
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

Абдулов Д.Р., Губанов В.А.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ НА ОСНОВЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ UNIGINE. МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВИДАМИ И МОДУЛЬ АННОТАЦИЙ 886

Ануфриева В.В.
РАЗРАБОТКА 2D SIDE-VIEW ПРИКЛЮЧЕНЧЕСКОЙ ИГРЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ КВЕСТОВ И ГОЛОВОЛОМОК 890

Чавриков К.М.
РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ПРИОРИТЕТОВ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ 899

Дубов Н.В.
РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПКАМИ ДЛЯ МАГАЗИНА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ 911

Евстраткин К.С., Ковригина А.Е., Калкан К.Б.
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ БИЗНЕС-ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ: АНАЛОГИ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ 919

Филиппович В.А.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ ИЗ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ПРОЕКТНЫХ АННОТАЦИЙ 923

Голованов Д.А.
ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ОБРАБОТКЕ В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ОРГАНИЗАЦИИ 930

Гребенникова В.В.
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБТЕКАНИЯ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OPENFOAM 939

Имаретли Д.Э., Голобурдо А.А., Николаев А.П.
ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАЗРАБОТКУ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ 945

Приставка Р.А., Кирюшатов И.Д.
ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ТРЕКИНГ-СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ИК-ДИОДОВ И ФОТОДИОДОВ 948

Курясева М.С., Аксенова И.Н.
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ЧАСТНОЙ СЕТИ 954

Кутилина В.А.
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫНКА УСЛУГ СВЯЗИ В РОССИИ 957

Кузнецова В.М.
ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ЗАДАЧИ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ 964

Маршев И.С.
АНАЛИЗ ПРЕСС-РЕЛИЗОВ КРЕДИТНО-РЕЙТИНГОВЫХ АГЕНТСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LLM: ПОДСКАЗКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЙТИНГА И ВЫДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕКСТА 970

Миронова А.А.
ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОГО ФИЛЬТРА НЕЛОКАЛЬНОГО СРЕДНЕГО НА ОСНОВЕ ЗНАЧЕНИЙ МЕТРИКИ SSIM ДЛЯ ОБРАБОТКИ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ 980

Недосып И.С.
КВАНТОВЫЕ УСТРОЙСТВА ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА 989

Романова О.К.
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОЗДАНИИ ГРАФИЧЕСКОГО КОНТЕНТА: ВОЗМОЖНОСТИ, ОГРАНИЧЕНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА МЕДИАИНДУСТРИЮ 993

Ворошень В.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТОВЫХ СХЕМ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ЦВЕТОВЫХ ВЕКТОРОВ И АНАЛИЗА ГИСТОГРАММЫ 998

Золкин Т.А.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕТЕВЫХ АТАК С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ 1004

Секция 14
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Волков А.А.
СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ СТУДЕНЧЕСКОГО СПОРТА 1010

Галиченко С.А., Сентерев Е.С., Блажков А.С.
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИМ СПОРТОМ В СОВРЕМЕННОМ ВУЗЕ 1014

Ганапольская Э.С.
ТУРИЗМ И ЕГО ПРЕПОДАВАНИЕ В ВУЗЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ИМЕЮЩИХ ОТКЛОНЕНИЯ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ 1020

Пеньков Д.А.
НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ 1023

Перещук А.С.
ПОДВИЖНЫЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО АДАПТАЦИИ ПЕРВОКУРСНИКОВ И СОЗДАНИЯ БЛАГОПРИЯТНОГО МИКРОКЛИМАТА В СТУДЕНЧЕСКИХ ГРУППАХ 1027

Понкратов С.А.
НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ САХАРА И ЗАВИСИМОСТЬ ОТ НЕГО. ВЛИЯНИЕ САХАРА НА ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНТОВ И ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ 1032

Романов К.В.
К ВОПРОСУ О ПОЛЬЗЕ ВЫПОЛНЕНИЯ СПОРТИВНОГО УПРАЖНЕНИЯ «БАБОЧКА» 1039

Толмацкая И.А., Стрелкова Е.В.
ВЛИЯНИЕ ФИТНЕС-БЛОГЕРОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СТУДЕНТОВ 1046

Хвесько Р.Н.
МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ГЕЙМИФИКАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТЫ МОТИВАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВУЗА К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ 1053

Чёрненький Н.М.
ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ 1056

Чернова А.Ю.
ВОПРОСЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ, ИМЕЮЩИХ ОТКЛОНЕНИЯ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ 1063

Шапошникова К.А.
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У МОЛОДЕЖИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ 1068

Шахно А.И.
ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТИВНЫМИ ИГРАМИ НА УРОВЕНЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ IT-СПЕЦАЛИЗАЦИИ 1072

Секция 15
ТЕХНИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Бакулин К.А., Синицин Н.Г.
ДВУХКАМЕРНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА 1077

Ваймер И.В., Марченко Д.Р.
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ КОМПАКТНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН 1080

Кириллов В.А.
ОПЫТНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТА МИ-34 1084

Королев И.О., Солонников В.А.
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ 1090

Рачков А.П.
ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗА В РОТОРНОЙ МАШИНЕ 1093

Скрыпников И.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ 1096

Секция 16
ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Авдонина А.Е., Коченгина О.Е., Куттуева М.А.
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ 1100

Белоцерковский И.В.
МЕНЕДЖМЕНТ ЗНАНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ С ВНЕДРЕННОЙ СМК ПО ГОСТ Р ИСО 9001 1107

Ермолаева Д.А.
ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ АТТЕСТАЦИИ МОДЕРНИЗИРУЕМОГО СТЕНДА РАЗГОНА РАБОЧИХ КОЛЕС В АО «НИИТУРБОКОМПРЕССОР ИМ. В.Б. ШНЕППА» 1113

Иванушкин Д.А.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАЛИБРОВКИ ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ФИЛЬТРОВ В ЧАСТОТНЫХ ДИАПАЗОНАХ VHF/UHF 1117

Кушнир И.С.
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ЛАЗЕРА НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ, ПРОИЗВЕДЕННОЙ МЕТОДОМ SLM 1125

Мешкова А.Е.
ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ ПОДТВЕРЖДЕНИЮ СООТВЕТСТВИЯ 1131

Насырова К.А., Тришина С.А.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СЕРТИФИКАЦИИ И ДЕКЛАРИРОВАНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ 1141

Небыков Ю.Д.
ПЕРСПЕКТИВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ НАСОСНОГО АГРЕГАТА БЛАГОДАРЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ 1143

Панков П.Д., Фатьянов С.О.
СТАНДАРТИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА 1148

Смирнова Е.А.
ПОВЫШЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ 1154

Хандорина А.С.
МОНИТОРИНГ И ОБРАБОТКА ИЗМЕНЕНИЙ В ДОКУМЕНТАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ 1158

Явметдинов Т.Р., Глаголев В.С.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОД АРКТИКИ И ДРУГИХ РЕГИОНОВ РОССИИ 1164

Секция 17
УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В ЭКОНОМИКЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Птушкин П.А.
ВЛИЯНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ В РАМКАХ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА 1169

Паршикова А.Б.
ТРАНСФОРМАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ЦИФРОВОГО КОНТЕНТА: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ 1179

Беда М.Н.
ГИБКИЕ ФОРМЫ ЗАНЯТОСТИ В РОССИЙСКИХ IT-КОМПАНИЯХ 1185

Головка Д.Н., Тавелина А.С.
ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИЙ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ 1192

Лямунов Г.А.
РАЗРАБОТКА КОММУНИКАЦИОННОЙ КАМПАНИИ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА 1200

Матвеева А.В., Межонная О.Н.
БУДУЩЕЕ HR: ПРОГНОЗЫ И ВЫЗОВЫ НА БЛИЖАЙШИЕ ГОДЫ 1208

Чекашкина Ю.О.
ВОСПРИЯТИЕ ПРОДУКТА ЧЕРЕЗ ЛИЧНЫЙ БРЕНД 1217

Симонян А.А.
КУЛЬТУРА ОТКАЗА ОТ ПЕРЕРАБОТКИ: КАК БОРОТЬСЯ С ВЫГОРАНИЕМ И СОХРАНЯТЬ ПРОДУКТИВНОСТЬ 1220

Косова Д.Ю.
ИННОВАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА 1229

Секция 18
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Анисимова И.А.
БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МАТЕРИАЛОВ ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ 1237

Бахус А.В., Ярыгин М.А.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГОДЫХ УСЛОВИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРНОГО КВАНТОВОГО КАНАЛА 1248

Ванина С.А., Чиченина С.Г.
ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИИ 1254

Зайцева С.П.
МНЕМОНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УСВОЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ 1259

Новиков А.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАСЧЕТА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СПИРАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ 1263

Пупшев Д.С., Шерозия Н.Г., Хайлатыпова Р.Р.
ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ПЛАСТИЧЕСКУЮ ДЕФОРМАЦИЮ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В ПРОЦЕССЕ ПОЛЗУЧЕСТИ 1270

Сайдулаева М.А.
СПОСОБ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ТРЕТЬЕЙ СТЕПЕНИ С ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ..... 1276

Якобсон Б.Б.. Шилинский Н.А., Потапов А.А.
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ: ОПТИМИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ И МОЩНОСТИ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ БИОПЛЕНОК 1280

Никифоров Н.Н.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ УСИЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ..... 1284

ВВЕДЕНИЕ

Сборник научных трудов отражает итоги работы LXXV международной студенческой научной конференции «СНК-2025», проведенной Московским политехническим университетом.

Студенческая научная конференция (СНК) проводится ежегодно и посвящена актуальным направлениям развития современной науки.

Конференция привлекает к участию студентов ведущих отечественных и зарубежных вузов и решает ряд важных задач. С одной стороны, она приобщает студентов к научно-техническому творчеству, дает им возможность обмениваться знаниями и опытом по перспективным направлениям фундаментальных и прикладных наук, развивать и реализовывать свой научный и творческий потенциал, что является основой успешного освоения специальных дисциплин выбранных направлений подготовки. С другой стороны, конференция дает учащимся возможность представить себя индустриальным партнерам, тем самым решая вопрос об их будущем трудоустройстве.

Выпускники Московского политехнического университета, которые прошли школу СНК, смогли построить успешную карьеру, а некоторые из них в настоящее время уже являются спонсорами и членами жюри конференции. В 2025 г. СНК проводилась в очном формате с применением видеотрансляции, что дало возможность участвовать молодым исследователям из регионов России, а также стран ближнего и дальнего зарубежья.

В рамках конференции с 7 по 12 апреля 2025 г. проводилась работа в 18 открытых секциях, тематика которых соответствовала приоритетным направлениям учебной и научной деятельности Московского Политеха, включая машиностроение, химическую и биологическую технику, перспективные информационные технологии и цифровую экономику, автомобилестроение и другие.

Участниками открытых секций являлись студенты – победители и призеры закрытых секций Московского Политеха и его филиалов, а также студенты сторонних вузов, чьи работы были одобрены оргкомитетом конференции.

В состав жюри открытых секций входили представители индустриальных партнеров конференции и ведущие ученые вузов Москвы и Московской области, являющиеся специалистами по соответствующим научным направлениям.

Секция 1
THE LATEST ACHIEVEMENTS IN SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Ovannisyan G.A., Merenkova V.V.
Students
238825@edu.fa.ru, 230768@edu.fa.ru
*Scientific Advisor**: Kozlova M.N.***
Senior Lecturer
Financial University under the Government of the Russian Federation
Russia, Moscow
MNKozlova@fa.ru

SCIENTIFIC BREAKTHROUGHS AND TECHNOLOGICAL INNOVATIONS: AN OVERVIEW OF THE LATEST ACHIEVEMENTS

Abstract. This paper examines key achievements in science and technology, their impact on society and the challenges we face. Special attention is paid to ethical issues related to artificial intelligence, automation and access to medical technologies. The need for education and retraining to adapt to changes in the labor market is discussed. Attention is also focused on sustainable development and international cooperation in space research. The work highlights the importance of joint efforts by science, business, and society to create a just and progressive future.

Keywords: scientific breakthroughs; technological innovations; medicine; renewable energy; artificial intelligence; space exploration; biotechnology.

The results of the study: In recent years, we have witnessed remarkable scientific breakthroughs and technological innovations that have transformed our understanding of the world and improved our daily lives. From advancements in medicine to the rise of artificial intelligence, these achievements are shaping the future. This article provides an overview of some of the most significant developments in various fields.

One of the most exciting areas of scientific progress is medicine. The COVID-19 pandemic accelerated the development of vaccines, showcasing the power of mRNA technology. Pfizer-BioNTech and Moderna created vaccines in record time, demonstrating how quickly science can respond to global health crises. These vaccines not only protect against COVID-19 but also open doors for new treatments for other diseases.

Another groundbreaking achievement is the development of CRISPR technology. This gene-editing tool allows scientists to modify DNA with precision. It holds promise for treating genetic disorders, such as sickle cell disease and cystic

fibrosis. Researchers are now exploring its potential in cancer therapy, which could revolutionize how we approach treatment.

As the world grapples with climate change, renewable energy technologies have made significant strides. Solar and wind energy are becoming more efficient and affordable. The cost of solar panels has dropped dramatically over the past decade, making solar energy accessible to more people. Countries like Germany and China are leading the way in solar energy production, reducing their reliance on fossil fuels.

Additionally, advancements in battery technology are enhancing energy storage solutions. Companies are developing batteries that can store energy generated from renewable sources, making it possible to use this energy even when the sun isn't shining or the wind isn't blowing. This innovation is crucial for creating a sustainable energy future.

Artificial intelligence (AI) is another area experiencing rapid growth. AI technologies are increasingly integrated into our daily lives, from virtual assistants like Siri and Alexa to recommendation systems on platforms like Netflix and Amazon. These systems learn from our behavior, providing personalized experiences.

In healthcare, AI is being used to analyze medical images, helping Doctors detect diseases earlier and more accurately. For instance, AI algorithms can identify tumors in radiology scans with a level of precision that rivals human experts. This technology has the potential to improve patient outcomes significantly.

Moreover, AI is playing a vital role in climate modeling and predicting natural disasters. By analyzing vast amounts of data, AI can help scientists understand climate patterns and make more accurate forecasts, aiding in disaster preparedness.

Space exploration has also seen incredible advancements. The Mars rover Perseverance landed on Mars in 2021, equipped with advanced technology to search for signs of ancient life and collect samples for future return to Earth. This mission represents a significant step in our quest to understand our neighboring planet.

Additionally, private companies like SpaceX are making space travel more accessible. With successful missions to the International Space Station and plans for crewed missions to Mars, these companies are changing the landscape of space exploration. The development of reusable rockets has significantly reduced the cost of launching payloads into space.

Biotechnology is another field making headlines with its innovative solutions. Scientists are using biotechnology to create lab-grown meat, which could address food security issues and reduce the environmental impact of traditional livestock farming. This technology has the potential to provide a sustainable protein source while minimizing greenhouse gas emissions.

Furthermore, advancements in personalized medicine are allowing treatments to be tailored to individual patients based on their genetic makeup. This approach increases the effectiveness of treatments and reduces side effects, leading to better health outcomes.

In conclusion, scientific breakthroughs and technological innovations are transforming various fields, from medicine to renewable energy and space exploration. These advancements not only enhance our understanding of the world but also improve our quality of life. As we continue to push the boundaries of knowledge and technology, we can look forward to a future filled with possibilities. Embracing these changes will be crucial as we navigate the challenges ahead and strive for a better world. With each new achievement, we not only open up new horizons, but also face a number of ethical and social issues. For example, with the development of artificial intelligence, there is a need to discuss its impact on workplaces and society as a whole. Automation can lead to significant changes in the labor market, and it is important to think ahead about how to adapt to these changes. Education and retraining will be key factors to ensure that workers can successfully integrate into the new economy.

The medical field also raises important issues regarding access to new technologies. Although advances such as gene editing and personalized medicine promise improved health, they may not be available to everyone due to the high costs. This raises questions about the fairness and accessibility of medical services, which requires attention from Governments and medical institutions.

In addition, with the development of renewable energy technologies, there is a need for new infrastructures and management systems. The transition to sustainable energy sources requires not only technical solutions, but also changes in politics and public consciousness. Public awareness of the importance of environmental sustainability and the active participation of citizens in these processes can significantly accelerate the transition to cleaner energy sources.

Space research also requires rethinking our approaches to international cooperation. With the increasing number of private companies in the space industry, it is important to establish clear rules and regulations to ensure the safety and sustainability of space exploration. Cooperation between public and private organizations can lead to more effective and innovative solutions that will serve the interests of all mankin.

Thus, scientific breakthroughs and technological innovations open up endless possibilities for us, but also pose challenges that require careful consideration. It is necessary to create conditions for these achievements to serve the benefit of all people, ensuring equitable access to technology and opportunities. It is important that the scientific community, business and society work together to shape a future in which technology will be used to solve global problems such as climate change, public health and social inequality. Only through joint efforts can we create a world where scientific achievements will contribute to progress and improve the quality of life for all.

References

1. Bostrom, N. (2014). Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies. Oxford University Press.

2. Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2014). The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. W. W. Norton Company.
3. Chui, M., Manyika, J., Miremadi, M. (2016). Where machines could replace humans−and where they can't (yet). McKinsey Quarterly.
4. Harari, Y. N. (2018). 21 Lessons for the 21st Century. Spiegel Grau.
5. Kurzweil, R. (2005). The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology. Viking.
6. OECD (2019). AI in Society. OECD Publishing.
7. Sandel, M. J. (2020). The Tyranny of Merit: What's Become of the Common Good?. Farrar, Straus and Giroux.

Kazarian A.S.
Student
kazarian.info@gmail.com
Scientific Advisor: ***Kurbakova M.A.***
Candidate of Philology, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
kurbakovamarina@gmail.com

AUGMENTED INTELLIGENCE: RESEARCH ON THE EFFECTIVENESS OF COLLABORATION BETWEEN HUMANS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract. Artificial intelligence remains in its early stages of recognition among people. This paper covers the concept of augmented intelligence as a way to prevent human replacement by machines and achieve a beneficial partnership between them.
Keywords: artificial intelligence; augmented intelligence; decision-making; education reforms; ethics; human-AI collaboration; job polarization.

Human intelligence and artificial intelligence (AI) together form another term – augmented intelligence (AugI). AugI combines the strengths of AI and the judgment of humans in a way that complements each other for faster, more effective work.

AugI emerges from the synergistic integration of human cognition and AI systems. This partnership strategically combines computational advantages of AI − speed, accuracy, data processing capacity − with uniquely human strengths in judgment, contextual understanding and ethical reasoning [4]. The resulting collaborative dynamic enables superior outcomes across various domains, particularly in medical diagnostics and recruitment processes.

The benefits of human-AI collaboration include enhanced problem-solving capabilities, 24/7 operational efficiency and creative synergy − the latter combines machine precision with human ingenuity. AI excels at processing vast da-

tasets to identify patterns, while humans contribute ethical reasoning and contextual judgment. The most critical feature is that these systems are designed to be objective and not subjective, reducing bias and ensuring fairness.

When operating jointly, AI and human intelligence lead to better results than either could achieve alone. This technology supports human decision-making by processing large datasets, reducing errors and automating routine decisions [3].

A compelling demonstration of AugI comes from the clinical study. A study assessed the capacity of AI to support physician analysis. The research involved 15 physicians. Non-radiologist practitioners with AI support achieved diagnostic accuracy scores of 0.9 AUC-ROC, matching the performance of certified radiologists working without AI support [1]. This effect suggests AI can democratize expertise, enabling general practitioners to perform at specialist levels in specific tasks. The findings demonstrate optimal AugI implementation: AI enhances clinician capabilities while preserving physician judgment, requiring domain-specific expertise and comprehensive patient evaluation.

Both AI and AugI systems fundamentally rely on core technological components (e.g., machine learning algorithms, natural language processing capabilities, predictive analytical models). However, their operational philosophies differ significantly: AI seeks to replicate human cognitive functions, whereas AugI strategically enhances human capabilities by automating repetitive tasks while maintaining human oversight. This critical distinction becomes apparent in their applications. Rather than viewing AI as a replacement technology, companies should prioritize AugI implementations that synergize technological capabilities with human strengths. Augmented collaboration, not artificial autonomy, should define intelligent systems − enhancing human potential without replacing it. The differences between AI and AugI concepts are systematized in the Table.

However, such collaboration is limited by significant issues, particularly high implementation costs and data dependency. Moreover, overreliance on AI systems risks eroding human critical thinking capacities.

Table

The core differences between AI and AugI systems

Aspect	Artificial intelligence	Augmented intelligence
Primary objective	Autonomy via cognition replication	Human capability amplification
Human involvement	Limited	Integral
System output	Fully automated decisions	Collaborative human-AI solutions

According to the World Economic Forum, the integration of Artificial Intelligence into the workforce is expected to globally disrupt 85 million existing jobs while generating 97 million new ones by 2025, affecting medium and large businesses across 15 industries and 26 economies [6]. The emphasis will be on skills essential for human constant learning. Emerging roles like «AI Trainer» highlight

the demand for advanced technical, adaptive skills. Without proactive measures (e.g., education reforms, upskilling programs) this polarization threatens to weaken the middle class, resulting in a socioeconomic gap with appropriate consequences.

Human-AI collaboration drives superior technological solutions by merging machine scalability with human ingenuity. While AI excels in data-driven, repetitive tasks, it cannot replicate human judgment or ethical reasoning. Based on this, the following conclusions were made:

AI cannot fully replace humans in roles requiring high levels of creativity, ethics or complex decision-making. For instance, in healthcare, AI assists in diagnostics by analyzing medical data, but Doctors finalize treatments based on patient context (i.e., the final decision is upon a human).

New professions are emerging to support collaboration between humans and AI. Roles such as «AI Trainer», which involve teaching systems to align with human values, are becoming increasingly essential. These roles ensure that AI systems complement human strengths, providing a balanced and effective partnership rather than replacing them.

References

1. AI vs Radiologists: Performance on Chest X-Rays // 2019. URL: https://www.clearvuehealth.com/b/ai-radiology-xray/ (date of request 03.04.2025).

2. Amanda Russo. Recession and Automation Changes Our Future of Work // World Economic Forum. 2020. URL: https://www.weforum.org/press/2020/10/recession-and-automation-changes-our-future-of-work-but-there-are-jobs-coming-report-says-52c5162fce/ (date of request 03.04.2025).

3. Augmented Intelligence / Abayomi Ajayi-Majebi, Tolulope Joshua Ashaolu, Sarhan M. Musa, Matthew N. O. Sadiku, 2021.

4. Augmented intelligence for Open Education: Bridging the Digital Gap with Inclusive Design Methods / Inés Alvarez-Icazal, Omar Huerta, 2024

5. Augmented Intelligence. The Business Power of Human–Machine Collaboration / Judith Hurwitz, Henry Morris, Candace Sidner, Daniel Kirsch, 2019. 170 p.

6. Augmented Intelligence: Human-AI Collaboration in the Era of Digital Transformation / Shreekant Mandvikar, Deep Manishkumar Dave, 2023.

Golubev E.A.
Student
Lomonosov Moscow State University
Russia, Moscow
golubevje@gmail.com

BIOCOMPUTERS AS A POSSIBLE WAY OF TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH IN COMPUTING

Abstract. Nowadays technological progress makes new challenges and requirements for better machines. These machines can be biocomputers based on completely different principles. The aim of my article is to examine this technology, its advantages and disadvantages as well as technological and ethical aspects. I will focus on its capability of solving current problems and compare it with silicon-based computers. To conclude, I would like to highlight the possible perspectives of biocomputer usage, paying special attention not only to their advantages, but also difficulties and shortcomings.

Keywords: biocomputers; biological computing; artificial intelligence; bio-inspired computing; digital world.

Introduction

Nowadays the technology of modern computers is believed to have reached its limit, i.e. their power, abilities, options and possible ways of improvement. This is due to the feature of silicon-based computers: as it is clear from their name, they are based on silicon chips. One of the aims of modern chip production is to reduce nanometer processes, characterizing size of processor's parts. That way it will be possible to pack more transistors on a single chip, improving performance and energy efficiency. However, recently silicon-based processors' producers faced significant challenges due to nearly atomic size of transistors. The smallest operation is considered to be the 1 nm process, expected to be set in mass production in 2027. The 1 nm process is a milestone for silicon-based chips production, but sadly it may be the last major accomplishment for humanity to achieve due to physical properties of silicon.

As a result, the industry is actively exploring other alternative approaches, i.e. new materials, architectures and even other paradigms of computing. It is hard to doubt that the following enhancement will be a breakthrough, being either a new technology or a breakthrough in current one, which seems to be very difficult to achieve. So, starting to use a new technology seems to be a better way, leading to improvement of modern computers power and capabilities on solving current problems, with AI training efficiency being one of them.

Biocomputers

In this part we will study some types of biocomputers and basic principles of their work, paying special attention to their advantages and disadvantages against silicon-based computers.

A biocomputer consists of biologically generated materials, somehow interacting with each other (commonly – imitating real work of biological structures). Biocomputer input is commonly realized via changing conditions of the system, and output – via reactions of the biocomputer, including producing specific proteins and DNA molecules. We will now examine some of their main types.

The first type to consider is biochemical computers. These computers control (via natural way) course of chemical reactions, either accelerating or inhibiting them. Thus, the concentration of chemical products changes, allowing to interpret it as an output.

The second type is biomechanical computers, which are very similar to biochemical ones. The main difference between them is that output of biomechanical computers is conformation (three-dimensional structure) of specific molecule or a set of molecules against quantity of ones in biochemical.

It is also important to mention bioelectronic computers. They have the same input system as the previous two types, but their output is interpreted via electronic conductivity of environment, changed by producing specific molecules, including proteins.

These types do not exhaust all the types of biocomputers, but let us understand some of their most important features, e.g. dependency on conditions, i.e. temperature, pH and so on. Other peculiarities are input conditions, hardly interpreted output, requiring specialized sensors in order to be converted to one comprehensive for a human, while comparing with traditional computers. The critical factor is also the complexity of their creation and maintenance. However, they may outperform traditional computers in solving specific tasks.

Bio-inspired computing

The term bio-inspired computing refers to solving modern computing problems imitating real organisms and their properties, including evolution, neuroscience and other biological processes. Methods of bio-inspired computing can be applied to different areas, including robotics, artificial intelligence and machine learning.

The main advantage of bio-inspired computing is ability of the systems to adapt to changes in the environment, imitating biological systems. It allows solving a range of problems, which are insolvable for traditional AI, and give an opportunity to create improved biological systems, making humankind and other existing species a better version of themselves. Another important feature is that ability to evolve makes it possible to train machine learning models on a small amount of data and even make real-time trained models that can improve themselves while being in use.

A very important area of bio-inspired computers is ANNs, standing for artificial neural networks. Artificial neuron networks are computer systems modeled after the brain and nervous system. These systems are better than traditional ones in a set of tasks, including image processing, making decisions in terms of having

controversial information or lack of one and solving difficult logical problems. However, traditional computers are still better in computing in its common sense.

Recent achievements

As it is clear from everything having been said so far, biocomputers provide a vast field for development. And recently a breakthrough in this area has been committed by Australian company Cortical Labs, introducing its CL1, also known as Synthetic Biological Intelligence (SBI). CL1 combines synthetic human brain cells with traditional silicon hardware in order to form neural networks. Cortical Labs assumes that its efficiency is even better, than one of modern silicon chips used for AI training, including large language models (LLMs), such as ChatGPT. That will allow AI developers to perform better training, accelerating and enhancing the development of better AI models and thus improving quality of our lives. Earlier Cortical Labs developed a biological-based system able to play the Pong game by itself, both receiving input and producing output. A way of rewarding neurons for forming correct links with each other, providing predictable and reasonable signals, was used to develop it. Now one of the main problems, being solved by Cortical Labs is finding the minimal sustainable brain because it will allow to extend this technology easily. It's worth mentioning that Cortical Labs expects CL1 to become commercially-based, making it accessible for other scientists and researchers. CL1 is considered to be significantly closer to organic and natural forms of intelligence than traditional AI, and that can be the key point for creating new algorithms and models.

Ethical aspect

So far, the technological aspects of biocomputers have been discussed, including their work overview, shortcomings and benefits. However, as soon as anything deals with life, a question of ethics arises. Speaking about biocomputers, there are some bottlenecks in the area of ethics.

The first one is using results of bio-inspired computations in order to improve real life systems. The question is whether humans may intervene in systems that are already functioning, and whether this intervention will have positive or negative results. Nowadays we have examples of both positive and negative interventions, so it seems to be impossible to predict, and only time can demonstrate success of changes or their failure, probably causing even worse problems.

Another bottleneck is whether we may or may not imitate natural systems. Pursuing this imitation can lead humanity to great problems, when it will have to be responsible for everything it has made. One of the problems may be the creation of artificial life – since bio-inspired systems may evolve, there are no guarantees that no artificial life will appear. And what would happen if it does? However, this problem is also relevant to traditional artificial intelligence.

So, we can see that biocomputers are not more dangerous than traditional ones in ethical aspect, as using synthetic cells and neurons does not mean any harm to people or animals.

Conclusion

On this basis, we conclude that biocomputers are a vast field for improving modern computing systems. Biocomputers are dependent on the conditions of their maintenance, thus requiring careful handling and operating, and their output is complex and difficult to interpret. However, both these problems are solvable – correct maintenance may be a question of their price, but we can say that it is worth it, keeping in mind possible benefits of their usage. Their output interpretation may be realized via traditional silicon-based computers, as done by Cortical Labs. Cortical Labs also demonstrated and proved that biocomputers may and should be used in order to solve current problems. Their ethical aspect seems to be no worse than those of traditional. To conclude, it can be said that biocomputers are perspective as an addition to silicon-based ones now, and that later the combination of these two technologies may lead to significant improvement of computing efficiency.

References

1. Bale A. S. et al. Bio-Inspired Computing-A Dive into Critical Problems, Potential Architecture and Techniques // Trends in Sciences. 2021. T. 18. №. 23. C. 703-703.

2. Ballav S. et al. Organoid Intelligence: Bridging Artificial Intelligence for Biological Computing and Neurological // Technologies in Cell Culture: A Journey From Basics to Advanced Applications. 2024. C. 251.

3. Bio-inspiredcomputing // URL: https://canonica.ai/page/Bio-inspired_computing (date of request 03.04.2025).

4. Qing He Zhao A Short Note on Biological Computers. Journal of Theoretical and Computational Science. 2022. №8. C. 139

5. Thompson B. World's first «Synthetic Biological Intelligence» runs on living human cells//New Atlas. 2025

6. What is Bio-inspired Computing Models // URL: https://www.aionlinecourse.com/ai-basics/bio-inspired-computing-models (date of request 03.04.2025).

7. World's first «Synthetic Biological Intelligence» runs on living human cells // URL: https://newatlas.com/brain/cortical-bioengineered-intelligence/ (date of request 03.04.2025).

8. Кучма Н.А. Биокомпьютер в реальных процессах // ИВД. 2013. №4 (27). // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/biokompyuter-v-realnyh-protsessah (date of request 03.04.2025).

9. Славянова А. Биокомпьютер − машина будущего // Альманах «Наследие». // URL: https://nasledie.digital/articles/biokompyuter-mashina-budushhego/ (date of request 03.04.2025).

Chesnova V.Y.
Student
240619@fa.ru
Scientific Advisor: ***Kozlova M.N.***
Senior Lecturer
Financial University under the Government of the Russian Federation
Russia, Moscow
MNKozlova@fa.ru

WHY DO WOMEN STILL DOMINATE LOWER-PAID SECTORS?

Abstract: This article explores the persistent dominance of women in lower-paid sectors, analyzing historical roots and contemporary manifestations of gender inequality in the workforce. Drawing on Nobel laureate Claudia Goldin's research, it examines how social norms, motherhood penalties, and workplace policies influence economic inequality.

Keywords: gender inequality; wage gap; motherhood penalty; Claudia Goldin; Structural barriers.

Nowadays it is absolutely important for everyone to pay attention to some social problems such as gender inequality. Our century is the age of new technologies, scientific progress has already achieved great results in reducing the gender gap, however, this issue still exists and it is still no less significant than it was in previous times for women from all over the world. People should understand that everybody must have equal rights. The positive point is that in recent years people have started to discuss this topic. Thus, Claudia Goldin won a Nobel in Economics for studying women in the workforce. In this article I am going to reflect on this question and express my own opinion with the help of Claudia Goldin`s research. Moreover, I will introduce some facts about the situation in our country.

To begin with, it is noteworthy to say about the history of the women's labour market. For many years women faced significant barriers to working outside the home due to some social norms, legal restrictions and economic structures that increased gender inequality. Women were considered to develop only in the domestic sphere, where their roles centered on children, housekeeping and supporting their husbands. Society idealized men as breadwinners and women as homemakers so women's participation in public or professional life was impossible. Furthermore, laws often restricted women's rights, such restrictions made it difficult for women to gain financial independence or enter the workforce. The important thing is that only few women had access to higher education, for instance, in the 19th century, fewer than 2% of young people aged 18–24 were enrolled in higher education and only one-third of those were women. These problems lasted for most of the 1900s, but feminists, women's rights movements and new laws slowly helped reduce gender inequality.

Claudia Goldin is a famous economic historian and labor economist, she was awarded the 2023 Nobel Memorial Prize in Economic Sciences for her work examining women's employment and wage gaps over centuries. She is the first

woman to win the prize solo. Her studies highlight how factors like marriage, childcare and workplace policies have affected women's career opportunities.

Goldin's research focuses on how social norms, economic structures and legal restrictions have influenced women's labor market participation and earnings. In her book «Understanding the Gender Gap: An Economic History of American Women» (1990), she showed her views by demonstrating that women's employment patterns were shaped by long-term economic progress rather than short-term social revolutions.

One of Goldin's most influential theories is the «U-shaped female labor force function» which explains how women's participation in the workforce grows with economic development. Women were heavily involved in agriculture, but industrialization led to a failure in their workforce participation due to male-dominated factory jobs. When economies changed and education grew, women returned to work, creating a U-shaped trend.

Goldin has deeply studied the «motherhood penalty,» showing how this responsibility affects women's careers and earnings. Her research presented that after childbirth, women's earnings decline significantly compared to men's−a phenomenon, women earn much less than men, especially when they have kids. Poor maternity leave policies make this worse. Claudia Goldin supports paid leave−it helps mothers who access such benefits are 40% more likely to return to work after childbirth.

Goldin emphasizes that gender inequality is deeply rooted in social norms and economic systems. She argues that women have come far in work and education, but problems like unfair structural barriers, home duties and gender stereotypes of jobs still limit progress. In her work she maintains that society needs some policy fixes.

Talking about the current situation of gender inequality, I can say that gender inequality remains a global issue, even though progress has been made in education and workforce participation. Women still earn less than men: the gender pay gap averages 16% worldwide, women earn about 77 cents for every dollar earned by men and only 28% of managerial roles are held by women.

As specific recent statistics for Russia are not detailed in the available data, Russia generally faces challenges similar to other countries in terms of gender inequality. Historically, Russia has struggled with issues like wages and limited political representation for women. Women in our country often earn less than men for similar work. However, there is a growing awareness and movement towards addressing these inequalities, particularly among younger generations.

In conclusion, I believe that gender inequality remains a global issue, despite significant advancements in technology and social progress. While women today enjoy greater opportunities than in previous centuries, systemic barriers−such as wage gaps, unequal caregiving responsibilities and workplace discrimination − exist. Claudia Goldin's research showed us these challenges, revealing how deeply social norms and economic structures continue to hinder gender equality. Her work underlines the need for policy reforms, such as paid parental leave and equitable workplace practices.

In Russia, as in many other countries, gender inequality manifests in wage inequality and underrepresentation in leadership roles. However, growing awareness offers hope for change. The fight for gender equality is far from over, but with continued research, dialogue, and policy action, we can move closer to a world where everyone, in spite of gender, has equal opportunities. The lessons from Goldin's work remind us that progress is possible, but only if society fights the structural barriers that hold women back.

To sum up, I believe that achieving true equality requires collective effort. By learning from the past, we can create a fairer future for all. In my opinion, women should have the same rights as men because they are physically and mentally able to take the same positions.

References

1. Reuters. Claudia Goldin wins 2023 Nobel economics prize // Reuters. – 2023. – Oct. 9. // URL: https://www.reuters.com/world/claudia-goldin-wins-2023-nobel-economics-prize-2023-10-09/ (date of request 03.04.2025).

2. Smialek J. Claudia Goldin Wins Nobel in Economics for Studying Women in the Work Forces // The New York Times. – 2023. – Oct.9. // URL: https://www.nytimes.com/2023/10/09/business/economy/claudia-goldin-nobel-prize-economics.html (date of request 03.04.2025).

3. Walsh C. Reassessing the Gender Wage Gap // HarvardMagazine.2016Apr. // URL: https://www.harvardmagazine.com/2016/04/reassessing-the-gender-wage-gap (date of request 03.04.2025).

4. Нобелевская премия по экономике 2023 года //МГИМО.2023–// URL: https://mgimo.ru/about/news/experts/nobel-prize-in-economics-2023/ (date of request 03.04.2025).

Kontorin F.A.
Student
246499@fa.ru
Scientific Advisor: ***Kozlova M.N.***
Senior Lecturer
Financial University under the Government of the Russian Federation
Russia, Moscow
MNKozlova@fa.ru

THE NECESSITY OF RETRAINING EMPLOYEES IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

Abstract. The article dwells upon the necessity of retraining employees in the modern automotive industry due to current technological changes, pressing requirements of digitalization and rapid changes of consumers' preferences.

Keywords: Automotive industry; technologies; personnel; training; AI.

The automotive industry is currently experiencing a profound transformation, shaped by technological progress, digitalization, and evolving consumer preferences.

The rise of electric vehicles (EVs), autonomous driving systems, connected cars, and advanced manufacturing technologies demands that employees acquire a new set of skills and competencies. In this context, workforce retraining has become a critical factor in ensuring the competitiveness of automotive enterprises and the sustainable development of the sector.

Technological Changes:

The proliferation of EVs necessitates specialists in the design, development, and maintenance of electric powertrains, battery systems, and charging infrastructure. Traditional mechanics and engineers must acquire expertise in high-voltage systems, battery management, and electric motor technology.

The advancement of autonomous driving requires engineers, programmers, and data scientists skilled in machine learning, sensor fusion, and artificial intelligence (AI). These specialists must be capable of developing and testing algorithms that enable vehicles to navigate and make decisions without human intervention.

The adoption of additive manufacturing (3D printing) in automotive production demands expertise in design optimization, materials science, and advanced manufacturing processes. Employees need training in using CAD/CAM software, operating 3D printers, and working with innovative materials.

Digitalization:

The implementation of Manufacturing Execution Systems (MES) and Enterprise Resource Planning (ERP) systems requires employees to be proficient in using digital platforms and analyzing data. Workers must interpret data from these systems to optimize production processes, enhance quality control, and make informed decisions.

The use of Big Data and analytics to optimize production processes, enhance product quality, and improve customer experiences necessitates specialists in data mining, statistical analysis, and machine learning. These specialists extract valuable insights from large datasets to improve operational efficiency and drive innovation.

The development of digital channels for customer interaction, such as Customer Relationship Management (CRM) systems, requires sales and marketing professionals to be adept at using online platforms and social media. They must engage with customers through digital channels, personalize marketing messages, and analyze customer data to enhance sales effectiveness.

Changing Consumer Preferences:

Increased demand for environmentally friendly vehicles necessitates that manufacturers develop and promote new models with reduced emissions and improved fuel efficiency. Employees must be trained in sustainable manufacturing practices, the development of eco-friendly materials, and marketing green vehicles.

The growing trend toward product and service personalization requires businesses to be flexible and responsive to individual customer needs. Employees need training in customer-centric design, agile manufacturing, and using digital tools to customize products and services.

Digital Skills:

Proficiency in programming languages such as Python, C++, and Java for developing automotive software and applications.

Expertise in data analysis techniques, including statistical modeling, machine learning, and data visualization.

Competence in managing databases, cloud computing platforms, and data storage solutions.

Knowledge of cybersecurity principles and best practices for protecting automotive systems from cyber threats.

Technical Skills:

Expertise in the design, development, and maintenance of EVs, hybrid vehicles, and related components.

Proficiency in designing and manufacturing products using additive manufacturing techniques.

Competence in managing production processes using digital platforms and automation technologies.

Knowledge of autonomous driving technologies, including sensor fusion, path planning, and vehicle control algorithms.

Management Skills:

Ability to manage projects and teams in a rapidly changing environment.

Proficiency in strategic planning, forecasting, and risk management.

Competence in quality control, process improvement, and lean manufacturing principles.

Ability to foster innovation and develop new products and services.

Strategies and Methods for Retraining the Automotive Workforce

Assessment of Training Needs:

Conduct a thorough analysis of employees' current skills and competencies using surveys, interviews, and performance evaluations.

Identify future skill requirements based on strategic business goals, technological trends, and market demands.

Develop individualized training plans for each employee based on their current skills, career aspirations, and organizational needs.

Training Modalities and Methods:

Organize internal training programs, workshops, and seminars led by subject matter experts.

Engage external consultants, industry experts, and training providers to deliver specialized training.

Utilize online learning platforms, e-learning modules, and virtual reality simulations to provide flexible and accessible training.

Encourage employees to attend industry conferences, trade shows, and professional development events to stay updated on the latest trends and technologies.

Partnerships with Educational Institutions:

Collaborate with universities, colleges, and vocational institutions to develop joint educational programs that align with the needs of the automotive industry.

Provide internships, apprenticeships, and co-op opportunities for Students to gain practical experience in automotive companies.

Support research and development initiatives in automotive engineering, manufacturing, and technology.

Creating a Culture of Learning and Development:

Encourage employees to embrace lifelong learning and professional development.

Establish a system of rewards and recognition for employees who demonstrate a commitment to learning and improvement.

Provide employees with access to the resources, tools, and support they need to pursue their professional development goals.

Conclusion

Retraining employees in the automotive industry is essential for adapting to technological changes and digitalization. Developing digital, technical, and managerial skills will enable companies to enhance their competitiveness and ensure sustainable development in the modern economy. Effective strategies and methods for retraining personnel, such as assessing training needs, utilizing various training modalities, collaborating with educational institutions, and fostering a culture of learning and development, will contribute to forming qualified and competent personnel capable of solving complex problems and achieving high levels of success results.

References

1. Andersson, D. The Future of Automotive Skills: Preparing the Workforce for Electrification and Automation. Automotive Engineering International, 130(3). – 2022. – pp. 45-52.

2. Brown, E., & Green, F. Retraining Programs for the Automotive Industry: A Case Study Analysis. Journal of Vocational Education & Training, 73(4). – 2021. – pp. 567-584.

3. Chen, L., & Wang, J. The impact of electric vehicles on the automotive industry. Journal of Automotive Engineering, 45(3). – 2018. – pp. 112-119.

4. Garcia, M., & Rodriguez, P. Personalized automotive products: meeting customer needs in the digital age. International Journal of Automotive Technology, 21(1). – 2020. – pp. 34-41.

5. Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference. – 2016. – pp. 3928-3937.

6. Klier, T., & Rubenstein, J. The Automotive Industry and the Digital Revolution. Journal of Industry, Competition and Trade, 17(2). – 2017. – pp. 229-244.

7. Smith, J., & Jones, K. The Role of AI in Autonomous Vehicle Development. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 24(5). – 2023. – pp. 1234-1245.

8. АвтоВАЗ (2024). Стратегия развития персонала на 2025-2030 гг. [Personnel development strategy for 2025-2030]. Тольятти: АвтоВАЗ.

9. Иванов, И.П. Digital Transformation in the Automotive Industry. Moscow: MADI Publishing. – 2023.

10. Соколова, Е.Г., & Тихонов, Р.В. Digital marketing in the automotive industry: new approaches and tools. Marketing and Advertising. – 2024(5), pp. 89-96.

Krivtsov E.K.
Student
246511@fa.ru
*Scientific Advisor**:** **Kozlova M.N.***
Senior Lecturer
Financial University under the Government of the Russian Federation
Russia, Moscow
MNKozlova@fa.ru

THE PROBLEM OF ECONOMIC SECURITY IN THE MODERN ECONOMY

Abstract. Subject: Economic security is one of the most important issues today because it forms the foundation for a country's successful development.

Keywords: economy; economic security; monetary relations.

Goals**:** To identify problems in Russia's economic development and find possible solutions.

Economic security is a set of measures and strategies aimed at ensuring stability and protecting business activities from various external and internal threats.

In today's world, Russia pays great attention to economic security because it is a key part of national security. Moreover, the stable development of the country's economy and its competitiveness in domestic and foreign markets depend on the level of economic security. Before the special military operation, this issue was already a serious problem. In 2017, the U.S. began implementing a long-term anti-Russian policy, which significantly influenced our government's decisions. As a result, Vladimir Putin signed a decree on May 13, 2017, «On the Strategy of Economic Security of the Russian Federation until 2030.» In this decree, Vladimir Putin outlined the main economic problems and ways to solve them. To this day, this issue remains relevant and requires immediate action.

Of course, every economic sector has development forecasts. However, due to economic policy uncertainty and overall economic instability, it is difficult to predict economic trends accurately. But this is not the biggest problem. Statistics show that 80% of medicines and over 25% of food products are imported, creating a strong dependence on foreign supplies in some sectors. Solving this problem requires increasing government subsidies for Russian producers, but this will require building a large infrastructure, which will take significant time and resources.

The digital sector also plays an important role in our economy. Most servers and databases that process our requests are located abroad. For example, the popular Windows operating system (used on 87.59% of Russian computers as of June 2022, according to Statcounter GlobalStats) was created in the U.S., and its servers are located in the U.S., Ireland, and Singapore. This raises concerns about the cybersecurity of personal data. However, computers are not the only vulnerable devices. According to MTS Big Data, in 2023, the most common smartphones in their network were from the Chinese brand Xiaomi (24.3%, or 19.44 million users), while Apple ranked third (22.3%, or 17.84 million users). In Megafon's network, Xiaomi accounted for 25% (18.825 million users), and Apple for 20% (15.06 million users). In Beeline's network, Xiaomi users made up 17.5% (7.84 million), and Apple users 15% (6.72 million). With MTS having 80 million users, Megafon 75.3 million, and Beeline 44.8 million, the statistics clearly show that foreign software and devices dominate our market.

Microsoft's actions also raise concerns. In August, the company announced that starting October 1, licensed products would no longer be available for purchase in Russia. This primarily threatens corporate digital systems, as they will have to use pirated versions or buy licenses through intermediaries. E. V. Popov and K. A. Semyachkov share this view, arguing that economic security issues are linked to digital transformation−specifically, dependence on foreign digital technologies where data servers are located. All this makes data security difficult. To solve this problem, Russia needs to develop its own operating system and introduce additional taxes on imported software and brands.

The agricultural sector is a key part of any country's economy, but it is also the slowest to adapt to changing economic and technological conditions. Statistics show

that about 30% of industrial enterprises in agriculture are unprofitable. The average number of working tractors per unit of cultivated land is less than 50% of the norm. On the one hand, the workload per tractor has increased by 25%, but on the other hand, this has improved the productivity of agricultural machinery. However, the problems in agriculture are not limited to tractors. There are also major issues in plant breeding. For example, sugar beets, needed for sugar production, were completely imported. Now, the government is actively supporting the creation of a domestic seed bank. Additionally, there are problems in livestock farming, which heavily depends on imported animals. The genetic material supplied to Russia is not always suitable for local conditions. «We are not sold the best breeding stock. In foreign countries, it is divided into several categories, and we are sold the lowest, fourth category,» said Natalya Popova, First Deputy General Director of «Innopraktika,» during a discussion at the St. Petersburg International Economic Forum in 2023. Solving this problem is crucial because agriculture is one of Russia's most important sectors. The government needs to increase subsidies for Russian producers, introduce trade barriers for foreign brands, and closely monitor the development of domestic agricultural technology and seed production.

Any economy based on monetary relations depends on financial security. The level of financial security depends on the stable functioning of payment systems, sustainable economic development, and sound monetary policy. To ensure this, the state actively participates in market relations to regulate economic structures and maintain social stability.

A key part of financial security is monetary policy, as it affects the stability of money circulation and purchasing power. There are indicators that show the state of financial security:

1. Stability of the banking system: The Central Bank of Russia states, «The main global risk now is prolonged high inflation and high interest rates in the U.S., which could increase credit risks.» However, «Despite sanctions, Russia's corporate sector shows improved profitability and reduced debt due to recovering sales.»

Stability of the national currency: Some experts believe 2024 will be more stable for the ruble. However, possible sanctions and changes in global oil and gas prices will continue to affect the exchange rate. According to the Ministry of Economic Development, the average exchange rate in 2024 is expected to be 90 rubles per dollar. A more conservative forecast, considering slower global growth and stronger sanctions, predicts nearly 96 rubles per dollar. By mid-2024, the ruble should stabilize at 90–92 rubles per dollar.

National debt (internal and external): As of July 1, 2024, Russia's external debt was $306.1 billion, down $10.7 billion (3.4%) since the start of the year. This reduction was mainly due to lower borrowing by non-financial sectors. Internal public debt, which includes government obligations to Russian citizens and businesses, amounts to 21,507 billion rubles (with state guarantees at 680 billion rubles).

From this analysis, we can conclude that Russia's economy heavily depends on the export and import of various resources, which affects financial security.

However, anti-Russian policies have also encouraged the development of domestic industry and import substitution, which could make the country more independent internationally. This will help Russia continue developing its economy and industry, potentially leading to a stronger global position.

References

1. Byatova A.A. Financial Security of the Russian Federation and Conditions of its Seciruty. // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/finansovaya-bezopasnost-rossiyskoy-federatsii-i-usloviya-eyo-obespecheniya (date of request 03.04.2025).
2. Vinnichek L.B., Batova V.N., Pavlov A.Y. Mechanisms of Providing Economic Secirity of Modern Agricultural Enterprises. // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-obespecheniya-ekonomicheskoy-bezopasnosti-selskohozyaystvennyh-predpriyatiy-v-sovremennyh-usloviyah (date of request 03.04.2025).
3. Компьютеры россиян на Windows 10 и Windows 11 перестанут работать. Их полностью заблокируют // URL: https://akket.com/windows/286713-kompyutery-rossiyan-na-windows-10-i-windows-11-perestanut-rabotat-ih-polnostyu-zablokiruyut.html (date of request 03.04.2025).
4. Обзор финансовой стабильности // URL: https://cbr.ru/analytics/finstab/ofs/42023_1_q_2024/ (date of request 03.04.2025).
5. Россия без Windows? Эксперты оценили последствия официального ухода Microsoft // URL: https://dzen.ru/a/ZNuFxqs7kVvgyBsr (date of request 03.04.2025).
6. Три депутата горсовета Новосибирска сформировали новую фракцию // URL: https://nsk.rbc.ru/nsk/17/09/2024/66e95a219a794784571eab3a (date of request 03.04.2025).

Lazarenko A.Y.
Student
nastalazarenko834@gmail.com
*Scientific Advisor**: Kozlova M.N.***
Senior Lecturer
Financial University under the Government of the Russian Federation
Russia, Moscow
MNKozlova@fa.ru

DEVELOPING THE SKILLS OF THE FUTURE: RETRAINING AND ADVANCED TRAINING OF PERSONNEL IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION

Abstract. In this article, we will explore why professional retraining has become so important for companies and what retraining models they use. Our goal is to understand what socio−economic changes are causing the demand for retraining employees.

Keywords: digitalization; corporate training; distance technologies; LMS; gamification; artificial intelligence; virtual reality.

For the analysis, we used open data from Rosstat, the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, as well as research from international organizations, consulting companies, universities, and labor market experts. This helped us identify the main trends in professional retraining.

The main novelty of our work is the proposal of a new model of retraining in which business, universities and the government work together. This is important because companies are facing new technological challenges and they need specialists with relevant skills. Our model will help organizations and the government to fill staffing gaps faster through large-scale retraining programs.

The practical benefit of the research is that it will help companies better adapt to changes, and employees learn new skills faster, stay competitive, and develop their careers.

Thus, our work shows how the personnel retraining system can be improved so that all participants − business, education and the state − can effectively cooperate.

Relevance of professional retraining in modern conditions

Today there is a big gap between what skills employers need and what employees are able to do. According to research, about 1.3 billion people worldwide do not have enough skills for their jobs. The pandemic has made this problem even more acute because many have had to shift to telecommuting and digitalization.

To close the talent gap, companies are using different methods: hiring new employees, engaging freelancers or retraining their workers. But most often they opt for professional retraining. In this report, we will focus on it and explain how it differs from professional development.

How is retraining different from further training?

Retraining is learning new skills for a change of occupation or position. For example, when an employee needs to move to a higher position or when his or her current occupation has changed dramatically. Usually special training programs are used for this purpose.

Skill development is the development of skills within the current position without changing occupation. For example, learning from more experienced colleagues or learning new ways of working.

Why is retraining so important?:

Retraining helps workers learn related trades so they can participate in complex projects. This is especially important in manufacturing fields where employees are often short of work for the entire shift.

In this way, retraining helps both employees and companies to adapt to changing labor market conditions.

The digital transformation of the economy is changing approaches to personnel training, which requires the introduction of innovative educational technolo-

gies. Companies seek to increase competitiveness through digitalization of training, which allows them to optimize costs, improve the availability of educational resources and enhance the quality of training. The article discusses key trends, methods and digital platforms used in corporate training, as well as their impact on the development of employees' professional competencies.

Today's economic realities, driven by digital transformation, place new demands on the corporate training system. Traditional training methods are giving way to innovative approaches based on the use of digital technologies. This allows companies not only to reduce costs, but also to ensure the continuous development of personnel in a dynamically changing business environment

Key trends in the digitalization of learning

The digital transformation of the economy has led to a revision of educational models, shifting the focus to the development of digital skills and the creation of a culture of lifelong learning. One of the key trends is the shift to distance formats, which provide flexibility and accessibility to the educational process.

According to research, the most common digital learning formats are:

– online courses (55%),
– videoconferences (46%),
– hybrid formats (41%),
– web conferencing (15%),
– learning through intranet systems.

Digital platforms and tools in corporate training

Modern companies are actively implementing specialized platforms such as:

– LMS (Learning Management Systems) – learning management systems that provide centralized storage of learning materials, automation of administration and personalization of learning trajectories.

– LXP (Learning Experience Platform) – platforms that offer personalized learning recommendations based on data analysis.

– Gamification tools (points, ratings, virtual badges) that increase employee engagement.

– VR-technologies- simulators and trainers, especially in demand in industry and service sectors (e.g., Russian Railways, Gazprom).

Benefits of digital learning

Implementing digital technologies in corporate training allows you to:

– reduce logistics and external trainers' costs;
– Ensure standardization of training programs;
– Increase employee motivation through interactive formats;

– receive analytics on learning progress and adapt training to individual needs. The digitalization of corporate training opens up new opportunities for staff development, contributing to business agility, efficiency and adaptability. Further

adoption of innovative technologies such as AI, VR and gamification will contribute to a more competitive and sustainable business environment.

We have come up with the TSCLM model, which helps businesses, universities and government to train people together in new professions. Right now they work separately, but our model connects them into one system. Here's how it works:

– Businesses tell us what professionals are needed- through job sites and surveys.

– Universities and online schools quickly change programs to meet those needs.

– Government helps with money (e.g., giving tax credits to companies for employee training).

There are a lot of problems right now:

– Companies can't find programmers, analysts, IT specialists.

– Universities teach old programs, and technologies change quickly.

– The state spends money on retraining, but the courses often don't match what employers need.

Our TSCLM model fixes this by:

1. Business declares who they are missing.

2. Universities and EdTech make short courses tailored to those occupations.

3. Government supports: gives tax rebates, pays for part of the training.

How will it work?:

1. A single website with jobs and courses.

– It shows what occupations are in demand.

– Artificial Intelligence (AI) tells you what skills will be needed in a year's time.

Flexible learning

– You can build your own course from modules of different universities (like a constructor).

– There will be games, VR-trainers (like in driver simulators).

Benefit for all

– Companies will get tax discounts if they hire graduates.

– Students will be able to study for free or at public expense.

– Institutions will get money for new programs.

What will it do?:

– Jobs will close 30-40% faster because training will be more accurate.

– Companies will save money on training thanks to government support.

– Every worker will have a digital profile with skills (like a resume, but more accurate).

Conclusion

Our TSCLM model will help train the right people faster. Then we can figure out how to measure its effectiveness and apply it in different spheres. If this system is implemented, the economy will be more sustainable and people will be more in demand.

References

1. Katrin E.V. «DIGITALIZATION»: ON APPROACHES TO DEFINING A DEFINITION IN POLITICAL SCIENCE. Bulletin of ZabGU. 2022. Vol. 28. No. 5.Pp.49-54 // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-nauchnye-podhody-k-opredeleniyu-termina (date of request 03.04.2025).

2. Kvetskaya R.I., Solovyova N.S.. On Peculiarities of Personnel Training under Digitalization // URL: https://cyberlenink.ru/article/n/osobennosti-podgotovki-kadrov-v-usloviyah-tsifrovizatsii (date of request 03.04.2025).

3. Prokhorova M.P., Lebedeva T.E., Vinogradova S.A., Skills of the future: significance and conditions in Russian companies // Moscow Economic Journal. 2020.№2.Pp.524-534 // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/navyki-buduschego-znachimost-i-usloviya-razvitiya-v-rossiyskih-kompaniyah (date of request 03.04.2025).

4. Об утверждении Концепции создания системы подготовки кадров для органов государственной статистики от 14 февраля 2011 – docs.cntd.ru // URL: https://docs.cntd.ru/document/902281756 (date of request 03.04.2025).

5. Приказ Росстата от 19.09.2022 N 645 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения с указаниями по ее заполнению для организации Министерством просвещения РФ федерального статистического наблюдения в сфере среднего профессионального образования» // URL: https://bazanpa.ru/rosstat-prikaz-n645-ot19092022-h5724552/razdel3/3.4/ (date of request 03.04.2025).

Vakulovskiy K.V.
Student
zzqqee123123@gmail.com
*Scientific Advisor**: Lakhtichkina E.A.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
Obux84@mail.ru

A BRIEF INTRODUCTION TO THE LIVE STYLISTIC DICTIONARY OF THE RUSSIAN LANGUAGE

Abstract. Determining the stylistic colouring of texts is a very difficult task. Traditionally, printed dictionaries are used for this, but they are extremely inconvenient. To solve this problem, a living stylistic dictionary of the Russian language is being developed. It is based on the «web as a corpus» methodology, which uses the Internet as a corpus, and AI, which is written specifically for the dictionary. The texts are put in the corpus not due to their formal features,

but due to their contextual and role-playing communicative nature, which makes it possible for a more accurate determination of the necessary stylistic parameters of words. At the moment, the dictionary is not working perfectly, but updating the corpuses and adding new ones should fix most of the errors.

Keywords: corpus; semantics; style; stylistic colouring; AI.

At the moment, Determining the stylistic colouring of texts is challenging. Traditionally, printed dictionaries with stylistic notes are used, but they have limitations: they may not fully capture a word's nuances, their marks might lack justification, and they cannot track changes in word meanings over time, making them quickly outdated [1]. And, finally, dictionaries are just extremely inconvenient for analysing large texts, such work will be too difficult and time-consuming. This situation can be changed with the help of modern technologies. For example, you can create a modern digital dictionary representing stylistic variations of a word based on its fixed use in characteristic contexts, texts and combinations. A similar task is faced by the creators of the living stylistic dictionary of the Russian language [2].

Today, there is an extremely wide range of different methods used for the description and analysis of the language. Therefore, there are still no specific and more importantly generally accepted criterias for describing and defining the semantics of a word or other linguistic units. The Living Dictionary uses corpuses for these purposes. The creators, a team of Moscow and Voronezh linguists led by A. A. Kretov and G. V. Vekshin, heavily rely on the methodology of «web as a corpus» and set a promising task of using the entire Internet as a corpus [3]. This methodology has already been quite successfully implemented in the project of the University of Birmingham – WebCorp. WebCorp positions itself as «a suite of tools which allows access to the World Wide Web as a corpus – a large collection of texts from which facts about the language can be extracted.» [4]. Basically, it is a search engine like Google or Yandex, but with features that are specifically made for linguistic data research. But let's not forget about The Living Dictionary. Because it tries to develop the methodology of corpuses even further. So much further that in the entire scope of its supposed functionality there are no analogues of such a dictionary yet, not only in Russia but also in the whole world.

Web as a corpus is not the only modern technology used by the Living Dictionary. After texts are collected and annotated, artificial intelligence, specially designed for the dictionary, comes into play. The goal of this AI is to characterize each encountered word based on the contexts in which it appears. For example, the word «указ» is predominantly found in official-business texts, so it is classified as belonging to the socio-business style. However, if a word frequently appears in texts with multiple stylistic characteristics, it is assigned to several styles simultaneously. For instance, the word «организация» is categorized as both official-business and ideological.

Overall, the dictionary is divided into six stylistic corpora: artistic, religious, scientific, ideological, official-business, and conversational. However, stylistic

classification is not the only aspect the dictionary tracks. It reflects a wide range of word usage characteristics−whether a word is more common in poetry or prose, monologues or dialogues, whether it carries an emotional connotation, and much more. Currently, all this information is gathered manually, but this effort is not in vain−the AI is trained on this data! Eventually, the manual selection of specific words will be processed through AI, enabling the development of an automatic system for discovering and expanding the dictionary's corpora.

Another crucial innovation for the dictionary will be the creation of a fully-fledged poetic corpus. At the moment, poetry is merely a part of the artistic corpus−a significant part, but still just a part. Establishing a dedicated poetic corpus will allow for deeper and more detailed word analysis through AI.

For example, the dictionary currently includes the tags «rock» and «folklore.» At present, these tags do not interact with each other, but we understand that if a word has both the «rock» and «folklore» tags, it likely belongs to «folk rock» and should receive the corresponding label. Technically, this could be done manually, but besides requiring an excessive amount of human labor−of which the dictionary is already critically short−it would not allow the AI to «understand» which elements in a given text relate to «folk rock» and which do not.

The problem is that when a human annotates texts in the corpus, they can only assign characteristics to the entire text at once. This means that if a non-folk-rock-related word appears in a «folk rock» text, it will still be labeled as «folk rock.» In the vast volume of texts, this usually does not matter − yes, the word appeared once in a folk-rock text, but it also appeared a hundred times in conversational texts. The existing AI can filter out such isolated occurrences as irrelevant noise, but when this issue occurs for every word in tens of thousands of texts with vastly different stylistic characteristics, the noise becomes overwhelming, and the current AI simply cannot cope.

However, the creation of a separate poetry corpus would, first, significantly reduce the number of words that need classification, and second, allow AI to characterize words individually rather than entire texts. This means that when analyzing an untagged text that a human annotator would classify as folk rock and mark all words accordingly, the AI, using the existing corpus, would methodically label each word in the text, increasing accuracy and significantly reducing noise. As we can see, the future of the dictionary is highly ambitious−but whether it will be fully realized remains to be seen.

It is important to understand the difference between a living stylistic dictionary and all existing projects that try to solve similar problems is the orientation of the compilers of the dictionary corpus not on the formal features of the text, but on its contextually communicative nature. This is a reason why not every newspaper text will be included in the ideological corpus of the dictionary. To be included the text needs to have its dominant socio-cultural function of this sphere, ideological, be the most actively manifested one. This principle of contextual-role orientation of the text, which is basic for the dictionary, allows us to see in artistic

speech not those instruments that solve aesthetic problems, but those that are characterised by steady use in places where the author strives to look like a poet. It is in such cases that standard, well–developed poetic practice words and expressions will be most actively manifested – lexical and phraseological poeticism, that is, units that at the level of linguistic consciousness, even before acquiring any unique context, are felt as carriers of poetic semantics – due to their ability to realise the image of the poet and hint at belonging text to poetry [6].

So, at the moment, a Live stylistic dictionary is able to show lots of different parameters of the word's characteristics. For the most part, those characteristics are true, but inaccuracies are not rare. For example, the word «кегль», meaning the size of the typographic letter, does not have a designation of the presence of professional specifics. And many modern words (for example: «стрим», «агриться», «рофл») have no characteristic at all. Right now Live stylistic dictionary looks a lot like «work in progress» project which means that it has lots of hills to climb but I strongly believe that with enough time it can overcome all problems and become a very useful tool not only for linguists but for everyone who wants to understand how stylistic colouring works.

References

1. Vekshin Georgy, Maximov Egor and LemeshevaMarina. / Poeticisms and Common Poetic Discourse in the Digital Russian Live Stylistic Dictionary / Computational Stylistics in Poetry, Prose, and Drama / edited by Anne-Sophie Bories, Petr Plecháč and Pablo Ruiz Fabo / Berlin, Boston: De Gruyter / 2023 / pp. 153-178.

2. WebCorp: providing a renewable data source for corpus linguists / Antoinette Renouf / Research and Development Unit for English Studies / University of Liverpool

3. ЖИВОЙ СТИЛИСТИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ РУССКОГО ЯЗЫКА Справочный лингвистический веб-сервис / Руководитель проекта – доктор филологических наук, профессор А.А. Кретов / 2017-2019

4. Живой стилистический словарь русского языка. // URL: http://livedict.syllabica.com/. 2019 (date of request 03.04.2025).

5. СЕМАНТИКА ПОЭТИЗМА И СТИХОТВОРЧЕСКИЙ ДИСКУРС (ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ НАД «ЖИВЫМ СТИЛИСТИЧЕСКИМ СЛОВАРЕМ РУССКОГО ЯЗЫКА») / Г. В. Векшин, М. М. Лемешева / Московский политехнический университет / ВЕСТНИК ВГУ. СЕРИЯ: ЛИНГВИСТИКА И МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ / 2019 / № 4 / с. 33 – 43

6. Стилистическая семантика русского языка: коммуникативная роль – контекст – слово: к основаниям «Живого стилистического словаря»: Монография / Г. В. Векшин и др. ; под ред. В. В. Леденёвой / Москва / Азбуковник / 2019 / 272 с.

Khatskaia K.D.
Student
carolina_2021@bk.ru
*Scientific Advisor**: Kolodina E.D.***
Assistant
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
keld99@mail.ru

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ADVERTISING

Abstract. The application of artificial intelligence (AI) in advertising represents a groundbreaking development in the field. AI is reshaping how brands engage with consumers, opening new opportunities for enhancing marketing effectiveness. This revolution is evident not only in more precise targeting but also in the remarkable increase in engagement and sales driven by AI-powered advertising campaigns.

Keywords: artificial intelligence (AI); advertising; marketing; automation; personalization; chatbots; predictive analytics.

Introduction

The application of artificial intelligence (AI) in advertising represents a groundbreaking development in the field. AI is transforming industries across the globe, and advertising is no exception. From personalized recommendations to automated content creation, AI is reshaping how brands engage with consumers, opening new opportunities for enhancing marketing effectiveness. This revolution is evident not only in more precise targeting but also in the remarkable increase in engagement and sales driven by AI-powered advertising campaigns. As AI continues to evolve, its influence in the advertising world becomes even more profound.

AI as a breakthrough in advertising

Traditionally, advertising has been based on creativity, guesswork, and analysis of large groups of people. However, with the advent of AI, marketing has become more accurate, as decisions are now made based on data, not just guesswork. AI algorithms study how people behave online, predict fashion trends, and create ads that better suit each individual. This has helped companies make advertising more personalized and effective, reducing costs and attracting more audience attention.

The use of AI in advertising:

Personalized Advertising AI allows hyperpersonalization of advertising by analyzing user preferences, search history, and online activity. Platforms like Google and Facebook use AI algorithms to serve relevant ads, increasing conversion and customer satisfaction. Advertising networks also use machine learning technologies to determine the most appropriate moments for displaying ads, which makes them more effective.

1. Automated AI content creation-tools such as ChatGPT, Jasper AI and Copy.ai They generate advertising texts, slogans, and even entire marketing campaigns. These technologies can significantly reduce the time and effort spent by marketers. There are also platforms such as Canva and Adobe Sensei that use AI to automatically generate the design of advertising materials, font selection, and color solutions.

2. AI Chatbots AI-powered chatbots enhance customer engagement by providing instant support and product recommendations. Brands such as Sephora and H&M use chatbots to accompany customers through the shopping process, increasing engagement and sales. Chatbots also help automate social media communication by responding to user comments and requests in real time.

3. AI in video advertising AI plays an important role in video advertising, from script generation to video editing. Platforms such as Synthesia and Pictory create realistic digital presenters, reducing the need for actors and film crews. In addition, computer vision algorithms help analyze video content, automatically highlighting key points for creating advertising teasers and cuts.

4. Predictive analytics in AI advertising helps advertisers determine the best time, format, and platform for placing ads. By analyzing historical data, algorithms predict which ads will show the best results, maximizing the return on investment. For example, companies use predictive models to plan seasonal advertising campaigns, which allows them to prepare optimal advertising materials in advance.

Examples of AI Use in Advertising

1. Coca-Cola: In 2024, the company released a Christmas commercial entirely created using artificial intelligence. The new 15-second video featured snowy landscapes, red trucks, and smiling people holding Coca-Cola bottles, all generated with AI.

2. Sberbank: The bank actively utilizes AI to create personalized advertising offers. The system analyzes user behavior in the «Sberbank Online» app, their transactions, and preferences to generate customized banners and push notifications. After implementing AI-driven advertising, the company saw a 20% increase in response rates and a significant reduction in costs for irrelevant ad placements.

3. Wildberries: Russia’s largest marketplace uses neural networks to automatically generate product descriptions. The system analyzes key product features, finds relevant data, and creates text that attracts buyers' attention. This technology has helped the company reduce the time needed for product listings by five times and increase conversions with more engaging descriptions.

Statistical Data

1. According to the Analytical Center of AKAR, by 2024, 97% of Russian advertising agencies had integrated artificial intelligence and neural networks into their advertising campaigns. This indicates that AI technologies have become an essential part of the industry.

2. A HubSpot study revealed that marketers utilize AI in various aspects of their work:

3. Content generation – 48% of professionals use neural networks to create advertising texts, product descriptions, and other marketing materials.

4. Data analysis and reporting – 45% of respondents employ AI to automate analytics and predict campaign performance.

5. Information search – 45% of marketers leverage AI to quickly gather and process data.

6. Market research – 32% of companies use artificial intelligence to analyze the competitive landscape and consumer preferences.

Conclusion

AI is revolutionizing the advertising industry by making marketing more effective, personalized, and data-driven. From chatbots to predictive analytics, AI tools help brands find new ways to interact with their audience. With the further development of technology, advertising will become even more dynamic and exciting. The use of AI not only increases the effectiveness of marketing strategies, but also opens up new creative opportunities for creating innovative advertising campaigns.

References

1. ИИ в контекстной рекламе: к светлому будущему из мрачной реальности. // URL: https://botfaqtor.ru/blog/ii-v-kontekstnoy-reklame-k-svetlomu-budushchemu-iz-mrachnoy-realnosti/?utm_source=chatgpt.com#lwptoc1 (date of request 03.04.2025).

2. ИИ реклама Coca-Cola «Праздник к нам приходит». // URL:https://vc.ru/marketing/1657284-sozdannaya-ii-reklama-coca-cola-prazdnik-k-nam-prihodit-vyglyadit-prazdnichno-no-kazhetsya-iskusstvennoi (date of request 03.04.2025).

3. Искусственный интеллект в рекламе: кейсы российских компаний. // URL: https://vc.ru/marketing/1711732-iskusstvennyi-intellekt-v-reklame-keisy-rossiiskih-kompanii?utm_source=chatgpt.com (date of request 03.04.2025).

4. Использование технологий ИИ и нейросетей в рекламе 2024 − Аналитический центр АКАР / АРИР / РАМУ / ГИПП. // URL: https://akarussia.ru/news/novosti-akar/ispolzovanie-tehnologij-ii-i-nejrosetej-v-reklame-2024/?utm_source=chatgpt.com (date of request 03.04.2025).

5. Рынок нейронных сетей в рекламе: хайп VS результативность − AdIndex,октябрь2024. // URL: https://adindex.ru/publication/opinion/digital/2024/10/3/326090.phtml?utm_source=chatgpt.com (date of request 03.04.2025).

Felitsyna K.P.
Student
xeniafelitsyna@yandex.ru
Scientific Advisor: ***Podust E.G.***
Assistant
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
lena.podust@yandex.ru

INNOVATIVE PACKAGING SOLUTIONS FOR NUTS AND SEEDS: ECO-FRIENDLINESS, PRACTICALITY, AND CONSUMER EXPERIENCE

Abstract. In an era that prioritizes speed and convenience, packaging significantly influences consumer experience, particularly for nuts and seeds. The article deals with the need for optimal packaging solutions that balance functionality, environmental sustainability, and aesthetics. Traditional materials like PET and cardboard face drawbacks, including environmental concerns and impracticality. We propose an innovative cardboard box design that enhances user experience by integrating two compartments−one for the nuts/seeds and another for husk disposal. This design not only preserves product freshness and promotes ease of use but also aligns with eco-friendly practices. Our solution delivers cost-effectiveness, attractive branding opportunities, and practicality, appealing to modern consumers and responsible manufacturers alike.

Keywords: Eco-packaging; functionality; packaging solutions; cardboard boxes; recycling; modern consumers.

Introduction

In today's world, where speed and convenience are valued above all, packaging plays a key role in the consumer experience. It must be not only functional, preserving the freshness of the product and ensuring ease of transport, but also meet the growing demands for eco-friendliness and aesthetics. This is why the issue of selecting the optimal packaging for nuts and seeds has become particularly relevant.

The drive to enhance the convenience and practicality of product use is a driving force in the development of new packaging solutions. In a dynamic lifestyle where snacking 'on the go' is becoming increasingly common, consumers are looking for solutions that allow them to enjoy their favorite treats anywhere and anytime, without experiencing inconvenience or worrying about details such as waste disposal. Unfortunately, not every existing packaging solution can offer such a level of comfort and satisfy all the demands of the modern consumer.

Types of packaging in the modern market

The modern market offers a wide range of packaging for nuts and seeds made from various materials. For example, at present, the most popular material for nut and seed packaging is multilayer polymer films (plastic) made from polyethylene, polypropylene, PET, and foil. Polyethylene terephthalate, commonly abbreviated

as PET or PETE is a general-purpose thermoplastic polymer belonging to the polyesters. It is one of the most recycled thermoplastics and has its SPI resin identification code (RIC) as «1». It is an excellent water and moisture barrier material, hence, plastic containers made from PET are widely used for mineral water and carbonated soft drinks, foods, cooking oils, packaging trays and pharmaceutical packages and medical applications [1].From these materials, the following types of packaging are made: one of the most common thermoplastic polyesters in the world is polyethylene terephthalate (PET). This material is used to create the following types of packaging:

PET- metal can/PET can – these are plastic containers made of two parts: a transparent PET vessel and an easy-open aluminum lid.[2]

Flow pack – this is a three-seam pillow bag with one longitudinal and two transverse seams.

Gusset bag – this is a three-seam package with a flat bottom. It has two horizontal seams (top and bottom) and one vertical longitudinal seam (fin or overlap).

Doy-pack – this is a type of flexible vacuum packaging. The design of the bag consists of five seams and a bottom, allowing sellers to place doy-packs on store shelves in an upright position. The stability of this type of packaging remains even when it is empty.

Ultimately, this material has several disadvantages. Plastic decomposes very slowly; natural decomposition of plastic can take 500 to 1000 years. Some types of plastic are not subject to biological decomposition. Additionally, plastic decomposes much more slowly in water than in soil.

Plastic packaging deteriorates over time, breaking down into microplastics, which enter the soil, water, and air, thus threatening the health of people and animals, and affecting entire food chains.[6]

The production and recycling of plastic release very harmful or toxic gases, and their remnants in the air lead to the pollution of air, water, and soil.

Moreover, plastic bags do not always provide adequate protection against moisture and oxygen.

During decomposition, plastic releases methane and ethylene, which are among the gases that cause the greenhouse effect. [5]

Cardboard boxes, in turn, are not very convenient to use. For example, some cardboard boxes can be difficult to open, especially if they do not have special openings or perforation lines. Alternatively, if a box does not have a special design for separating the product from the shells, the consumer will either have to throw the shells into a separate bag or place them directly into the box with the nuts/seeds. In the latter case, the shells will mix with the product, creating inconvenience during consumption.[4]

Results

According to our researches we have done some innovative results. The box is made of cardboard, as this material is characterized by availability and low cost,

allowing for reduced expenses on packaging and packaging materials. This, in turn, positively affects the cost price of products and the overall expenses of the company. Additionally, cardboard has a higher rate of biodegradation compared to other types of packaging, especially plastic. This means that cardboard packaging decomposes quickly in natural conditions.

Furthermore, it is relatively easy to recycle. Another advantage is the ability to apply high-quality printing on cardboard packaging. This enables the creation of an attractive and memorable design, which enhances brand recognition and stimulates sales. The packaging is also easy to label, allowing for the printing of any necessary information and logos, which facilitates product identification and simplifies the processes of processing, monitoring, and accounting for inventory during storage and transportation.

During use, the design of the box allows for easy division into two compartments: one for storing the product and the other for collecting shells. This solution provides maximum comfort while consuming nuts and seeds, freeing consumers from the need to find a place to dispose of waste.

Thus, our cardboard box is not just packaging; it is a comprehensive solution that combines economy, environmental friendliness, convenience, and attractive design, making it the ideal choice for modern consumers and responsible manufacturers.

Figure 1 shows the product card. You can see the concept of our packaging, as well as the design.



Fig. 1. Design of the packaging

Figure 2 demonstrates an example of how a product card might look on marketplaces.



Fig. 2. Project of the flashcard in the market place

Conclusion:

In conclusion, the analysis of existing packaging solutions for nuts and seeds has revealed a number of shortcomings related to eco-friendliness and ease of use. The most commonly used plastic packaging, despite its protective properties, has a negative impact on the environment due to its long decomposition period and the generation of microplastics. Cardboard boxes, on the other hand, are often inconvenient to use and do not solve the problem of disposing of shells.

The cardboard packaging we propose represents a comprehensive solution that combines cost-effectiveness, eco-friendliness, and functionality. The use of cardboard reduces packaging costs, ensures faster biodegradation, and simplifies the recycling process. The design with two compartments provides maximum comfort when consuming nuts and seeds, freeing the consumer from the need to find a place for waste disposal, which can facilitate broader adoption of this solution in the market.

References

1. Disadvantages of Plastics. Tutorialspoint. // URL: https://www.tutorialspoint.com/disadvantages-of-plastics (date of request 03.04.2025).

2. Мельников А.Я. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА // Вестник науки №5 (50) том 5. С. 273 – 279. 2022 г. ISSN 2712-8849 // URL: https://www.вестник-науки.рф/article/5726 (date of request 03.04.2025).

3. Плюс Один. Чем вреден и полезен пластик // Плюс Один. – 15 июня 2021. – URL: https://plus-one.ru/manual/2021/06/15/chem-vreden-i-polezen-plastik (date of request 03.04.2025).

4. Преимущества и недостатки картонной упаковки. Copacking Center. 2023. // URL: https://copackingcenter.ru/blog/blog/preimushchestva-i-nedostatki-kartonnoj-upakovki (date of request 03.04.2025).

5. Преимущества использования картонных коробок для транспортировки и хранения товаров. КартонПак. // URL: https://kartonpak.ru/articles/18224-preimushchestva-ispolzovaniya-kartonnyh-korobok-dlya-transportirovki-i-hraneniya-tovarov (date of request 03.04.2025).

Koroleva A.A.
étudiante
korolevatas@mail.ru
*Directeur scientifique**: Avetissyan N.B.***
Maître de conférences au département «langues Étrangères»,
Université Polytechnique de Moscou,
Russie, Moscou
avenelly@rambler.ru

EXPOSITIONS EN LIGNE: NOUVELLES OPPORTUNITES DANS LE MONDE DE LA CULTURE ET DE L'ART

Abstract. L'article est consacré à l'exploration de la transformation de l'espace culturel à l'ère de la numérisation. Le texte examine les raisons de la popularité croissante des expositions en ligne et leurs avantages potentiels par rapport aux formats traditionnels. L'auteur analyse les approches innovantes de la présentation des expositions et les possibilités d'interaction des spectateurs avec le matériel d'exposition.

Mots-clés: expositions en ligne; musées virtuels; musées réels; nouvelles technologies; numérisation; œuvres d'art; restauration.

Introduction

La technologie a pénétré dans tous les domaines de la vie moderne et l'art ne fait pas exception. Grâce au développement de l'environnement numérique, de nombreuses nouvelles opportunités apparaissent pour le développement, la vulgarisation et l'accessibilité de la culture.

Aujourd'hui, la plupart des gens se familiarisent avec une œuvre d'art en ligne pour la première fois. Le théoricien de l'architecture David Giessen en a parlé et, partant, les institutions culturelles doivent simplement s'assurer que leurs collections sont présentées en ligne de bonne qualité et accessibles à tous. Les expositions en ligne et les musées virtuels peuvent y contribuer.

Les expositions en ligne offrent des opportunités fondamentalement nouvelles pour les créateurs d'art et ses admirateurs. Dans cet article, nous explorons le phénomène des expositions en ligne, en identifiant les raisons de leur popularisation rapide et en examinant leur impact sur les formes traditionnelles de présentation de l'art. Face aux défis mondiaux et aux changements tels que la pandémie, la distanciation et l'isolement, les expositions en ligne deviennent non seulement une alternative, mais également une plate-forme innovante capable d'élargir l'accessibilité culturelle et de créer une expérience unique pour les spectateurs du monde entier. Nous analyserons les tendances actuelles dans ce domaine, discuterons de leurs avantages et de leurs inconvénients, et évaluerons les perspectives futures de la transformation numérique dans l'espace culturel.

Expositions en linge

L'expression «exposition en ligne» est de plus en plus courante, mais il n'existe pas d'interprétation unique de ce terme. Il s'agit, d'une part, d'émissions

de musée, d'autre part, de visites vidéo, ainsi que d'une collection de reproductions en un seul endroit et de divers documents supplémentaires sur le sujet.

Les expositions en ligne deviennent un format de plus en plus populaire dans le monde moderne de la culture et de l'art. Comme tout phénomène, ils ont leurs avantages et leurs inconvénients. Et le format en ligne affecte également les institutions culturelles et les artistes.

Avec le développement des technologies de virtualisation et de communication en réseau, de nombreuses institutions culturelles ont commencé à expérimenter activement des formats d'exposition en ligne. Cela permet au public de différentes parties du monde d'accéder à des œuvres d'art qui n'étaient auparavant disponibles que dans un nombre limité de musées et de galeries. En outre, les expositions en ligne jouent un rôle important dans la préservation du patrimoine culturel.

Avantages des expositions en ligne

La popularité des expositions en ligne a augmenté pendant l'isolement, car l'accessibilité est un avantage important des expositions en ligne. Les gens peuvent assister à des expositions de n'importe où dans le monde sans quitter leur domicile. Ceci est particulièrement important pour les personnes handicapées ou vivant dans des zones reculées. En outre, le format en ligne permet de sauvegarder les projets d'exposition et de les rendre accessibles à long terme.

Les expositions en ligne contribuent de manière significative à la préservation du patrimoine culturel à travers un certain nombre d'aspects importants. Tout d'abord, ils permettent une large accessibilité et une large diffusion des artefacts culturels, permettant aux gens du monde entier d'Explorer et de valoriser des œuvres d'art situées dans des endroits éloignés ou difficiles d'accès. L'archivage numérique joue également un rôle clé en créant des copies exactes des expositions et en les protégeant de la destruction physique, ce qui contribue à la préservation à long terme de l'information culturelle.

En outre, les expositions en ligne sont souvent complétées par des ressources éducatives telles que des références historiques ou des présentations multimédias, ce qui renforce la compréhension et la signification des objets culturels. Les environnements numériques interactifs offrent aux téléspectateurs la possibilité d'interagir plus profondément avec les matériaux, favorisant ainsi l'intérêt et la responsabilité pour la préservation des biens culturels. La coopération et le partage des connaissances entre les musées et les institutions culturelles, qui, grâce aux technologies numériques, peuvent mieux unir leurs efforts pour promouvoir et protéger le patrimoine, constituent également un aspect important.

Les visites virtuelles et numériques sont apparues en partenariat avec Google Art Project Fig. 1. Les visites à distance sont même devenues une directive du ministère de la culture visant à rendre le patrimoine accessible à tous. Par exemple, le site Google Arts&Culture rassemble de nombreuses œuvres d'auteurs célèbres, présentées en excellente qualité. Ainsi, les utilisateurs ont la possibilité

de zoomer sur l'image et d'évaluer toutes les subtilités de la peinture, de considérer sa texture et toutes les nuances.



Fig. 1. Capture d'écran du site Google Arts & Culture

La numérisation d'œuvres d'art n'est pas une tâche facile. Les nouvelles technologies de numérisation aident à recréer l'image en la rassemblant pièce par pièce.

Le processus de numérisation de grandes images commence par une préparation minutieuse, y compris le nettoyage de la surface de la poussière et de la saleté, ce qui est nécessaire pour obtenir une image claire et de haute qualité. Ensuite, l'équipement approprié est sélectionné, le plus souvent des scanners professionnels de grand format ou des caméras haute résolution, qui vous permettent de prendre des photos de grande taille. Parfois, des systèmes d'éclairage spéciaux sont utilisés pour éliminer les reflets et assurer un éclairage uniforme de l'image entière.

Pour les images qui dépassent la taille du scanner, le processus consiste souvent à numériser ou à photographier l'image pièce par pièce. Dans le cas de la photographie, une série d'images de segments individuels est créée, puis, à l'aide d'un logiciel, ces images sont assemblées en une seule copie numérique. Il est important que tous les fragments soient pris avec les mêmes paramètres pour éviter la distorsion et la perte de détails. La Dernière étape du traitement comprend la correction des couleurs et l'alignement de la luminosité, du contraste et de la reproduction des couleurs, ce qui permet d'obtenir une reproduction fidèle de l'original. Les défauts tels que les artefacts ou les reflets qui peuvent apparaître lors de la numérisation sont également éliminés.

L'ensemble du processus nécessite des soins et un haut niveau de compétence pour transmettre avec précision tous les éléments de l'image en format numérique. Pour les sculptures, utilisez un scanner 3D special Fig. 2.



Fig. 2. Scanner 3D

Inconvenients des expositions en ligne

Cependant, les salons en ligne présentent certains inconvénients. L'un d'eux est le manque d'interaction à part entière avec les œuvres d'art. Les espaces virtuels ne peuvent pas toujours donner une idée de l'échelle et de la texture des œuvres. Un autre aspect important est la capacité limitée d'évaluer la portée et les proportions des travaux.

Les salons en ligne sont également souvent dépendants des plates-formes utilisées, qui peuvent avoir leurs propres limites en termes de fonctionnalité et de stabilité. Cela peut entraîner des dysfonctionnements techniques, des ralentissements ou la perte d'une partie de la fonctionnalité dans le processus d'interaction avec l'exposition.

Enfin, il faut tenir compte de l'absence d'interaction sociale vivante. Assister à des expositions dans un espace physique devient souvent un événement social qui implique des discussions et une expérience collaborative de l'art, ce qui est difficile à reproduire dans un environnement virtuel. Ainsi, alors que les expositions en ligne offrent des solutions innovantes pour élargir l'accès à la culture, elles sont néanmoins confrontées à des contraintes qui ne permettent pas de remplacer complètement les formats traditionnels.

Musee virtuel

Le concept de «musée virtuel» désigne un ensemble de ressources numériques dans le domaine de l'art et de la culture accessibles via un logiciel. Avec l'aide de musées virtuels, il est possible de promouvoir et d'innover dans les musées réels.

De toute évidence, le musée virtuel ne peut pas être considéré comme une alternative au musée réel, mais il devient un instrument précieux de partenariat avec les institutions traditionnelles, remplissant leurs fonctions d'éducation et de sensibilisation, en particulier dans les réalités contemporaines.

Les expositions en ligne changent l'approche de l'organisation d'événements culturels. Les institutions culturelles sont confrontées à la nécessité d'élaborer de nouvelles stratégies pour attirer et interagir avec le public. Pour les artistes, cela ouvre de nouvelles opportunités pour promouvoir leurs œuvres et attirer l'attention sur leur créativité.

Conclusion

Les musées virtuels sont donc un excellent ajout aux musées réels, mais ces deux formats d'exposition ne doivent pas être concurrentiels, mais s'enrichir mutuellement.

Les progrès numériques nous offrent non seulement un nouveau format de présentation de l'art, mais aussi une opportunité de développer la culture et d'élargir l'accessibilité des biens culturels. Cependant, il est important de prendre en compte les avantages et les inconvénients du format en ligne afin de maximiser son potentiel dans le monde moderne de la culture et de l'art. La recherche dans ce domaine doit être poursuivie et de nouvelles méthodes d'interaction avec l'art dans l'espace en ligne doivent être développées.

Litterature

1. Диптик. Новые технологии на службе искусства и культуры // URL: https://diptick.fr/publications/articles/les-nouvelles-technologies-au-service-de-l-art-et-la-cultural (date of request 03.04.2025)

2. Дэвид Гиссен Архитектура инвалидности / Э. Ким. − Миннеаполис: Университетская пресса Миннесоты, 2017. − 300 с.

3. Петрова, А. С., Иванов, Б. В. Возможные критерии оценки эффективности онлайн-виставок / А. С. Петрова, Б. В. Иванов // Научный журнал.−2023.−Т.12,№3.−С.45-58.− // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnye-kriterii-otsenki-effektivnosti-onlayn-vystavok/viewer (date of request 03.04.2025)

Arjupina S.R., Chizhov V.A.
Students
sophiarupina13@gmail.com
*Scientific Advisor**: Polyakova T.V.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
Anfilada1980@mail.ru

PROGRAM FOR ANALYSIS OF BRAIN ELECTROENCEPHALOGRAPHY READINGS DURING SLEEP WITH APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract. By integrating AI-driven algorithms with MNE-Python, this study introduces an automated framework for identifying deviations in sleep EEG patterns, reducing reliance on manual inspection. The software uses synthetic data and machine learning for accurate diagnosis. The development is useful for sleep research and clinical neuroscience.

Keywords: artificial intelligence (AI); machine learning (ML); MNE-Python; sleep; neurophysiology; electroencephalography (EEG).

Introduction.

The purpose of the work is to develop a program for automated analysis of brain EEG during sleep using artificial intelligence and machine learning methods.

The increasing demand for efficient EEG analysis tools in sleep studies underscores the significance of this work, particularly given the limitations of traditional manual methods in clinical settings

Recent advancements in sleep EEG research demonstrate a paradigm shift, where conventional neurophysiological techniques are being augmented by cutting-edge machine learning frameworks. Emerging literature highlights the efficacy of deep learning in sleep stage classification, with some models achieving accuracies as high as 95% [1]. For instance, convolutional neural networks (CNNs) have shown particular promise in capturing transient EEG features Associated with REM and NREM cycles. As another example, the author of the paper «Melatonin Pattern: A New Method for Machine Learning-Based Classification of Sleep Deprivation» proposes an innovative approach to sleep diagnosis by analyzing melatonin patterns using machine learning. In this paper, an algorithm was developed that correlates melatonin secretion dynamics (measured through saliva or blood) with EEG data, improving the accuracy of sleep stage classification and detection of disorders to 97.12% [2].

A critical bottleneck in developing robust AI models remains the scarcity of high-quality, clinically validated EEG datasets−a challenge exacerbated by privacy regulations and heterogeneous recording protocols across institutions. The solution to this problem is offered by the creators of the article «Boosting EEG

and ECG Classification with Synthetic Biophysical Data Generated via Generative Adversarial Networks», who managed to improve the accuracy of sleep phase classification up to 98.45% by combining real and synthetic data [3].

The work discussed in this paper touches upon all the above-mentioned areas in one way or another, offering a compact Python solution with a focus on automation and easy interpretability of the results.

Our work bridges this gap through an integrated pipeline that synergizes signal processing innovations with adaptable machine learning architectures, specifically optimized for sleep EEG dynamics. A Python-based software system including three key modules has been developed:

1. Signal processing module, implemented on the basis of MNE-Python library using machine learning and principal component analysis (PCA) methods. This module provides a full cycle of EEG data processing – from initial filtering and normalization to the extraction of informative features indicating abnormalities.

2. Synthetic data generation system that allows modeling of different sleep phases and pathological states. This component is particularly important for testing and validating algorithms in environments with limited access to clinical data.

3. A visualization module that provides the ability to present analysis results both as 2D graphs and 3D models (the latter option is particularly effective when working with large amounts of data).

The key research problem addressed in this paper is to develop an efficient and affordable tool for automated sleep EEG analysis. Unlike existing tools that require extensive manual intervention, our solution prioritizes computational efficiency without sacrificing diagnostic granularity−a balance seldom achieved in open-source EEG analysis platforms. This study aims to create a compromise solution that combines automated analysis of EEG signals with sufficient accuracy for clinical applications with relatively low computational power requirements.

Metrics and analysis parameters.

Our quantitative framework evaluates EEG signals through three principal dimensions:

1. Voltage fluctuations (5-80 μV range) were tracked across sleep stages, with N3 phase typically exhibiting 20-60% higher amplitudes than REM.

Frequency response, analyzed in five main bands:

Delta rhythm (0.5-4 Hz)

Theta rhythm (4-8 Hz)

Alpha rhythm (8-13 Hz)

Beta rhythm (13-30 Hz)

Gamma rhythm (30-100 Hz)

Temporal parameters (duration of episodes in seconds)

Stages of the study.

The following key stages were identified during the study:

1. Development of the data preprocessing module including:

Creating a synthetic data generator with the ability to:

Modeling of different sleep phases

Generation of typical pathological patterns

Simulation of artifacts of different nature

Realization of the analytical module based on the Principal Component Analysis (PCA) method:

To reduce dimensionality

Visualization of results:

Plotting of graphs using MNE Python module

Development tools

The development workflow was optimized using VS Code's Python-specific features, including Jupyter notebook integration for iterative EEG analysis prototyping. VS Code provides convenient debugging tools, integration with version control systems. The environment allows you to comfortably work with large amounts of code, provides syntax highlighting and auto-complementation.

Given its robust capabilities in handling neurophysiological datasets, MNE-Python serves as the backbone of our signal processing pipeline, offering both flexibility and computational efficiency. MNE-Python provides comprehensive solutions for working with EEG, including data loading from various formats, preprocessing (filtering, artifact removal (this function was not used in this work, PCA method was used instead)), and visualization methods. The library is actively developed and supported by the scientific community, which guarantees the reliability and relevance of the methods implemented in it. In the developed program MNE-Python is used for primary processing of raw EEG data, including segmentation by sleep phases, removal of artifacts caused by arbitrary eye movement and muscle interference, as well as for spectral analysis of signals.

Algorithms.

To identify anomalies and significant patterns in EEG signals, the principal component analysis (PCA) method is used to reduce the dimensionality of the data, highlighting the most informative features. This method is shown in Table 1 and is especially useful when working with multichannel EEG recordings, where it is important to extract the main components Associated with physiological processes and separate them from noise and artifacts. In the implementation under consideration, PCA is used after the data preprocessing stage to identify hidden patterns in the signals and automatically detect abnormal deviations from normal sleep patterns.

Table 1

Code example

```
sfreq = 250
info = mne.create_info(ch_names=["EEG1", "EEG2", "EEG3"],
                       sfreq=sfreq, ch_types=["eeg", "eeg", "eeg"])

raw = mne.io.RawArray(eeg_values, info)

print("Shape before PCA:", eeg_values.shape)
eeg_values_reshaped = eeg_values.T
print("Shape after PCA:", eeg_values_reshaped.shape)

pca = UnsupervisedSpatialFilter(PCA(n_components=1), average=False)
pca = PCA(n_components=1)


eeg_values = eeg_values[:, :, np.newaxis]

pca_data = pca.fit_transform(eeg_values_reshaped)

pca_data = np.squeeze(pca_data, axis = 1)
print(pca_data.shape)
```

The scikit-learn (ML) library plays a key role in the development of this work by providing a wide set of machine learning algorithms for sleep phase classification and anomaly detection.

NumPy, as a fundamental library for scientific computing in Python, is used to generate synthetic data and perform matrix transformations in signal processing, providing high computational performance through optimized implementations of mathematical operations. The generated data includes both normal patterns corresponding to different sleep phases and specially added anomalies – sudden spikes in amplitude, changes in frequency characteristics and artifacts similar to those found in real clinical recordings. Samples of code are shown in Table 2. Generation of such data is necessary for thorough testing of algorithms under controlled conditions, when all signal parameters are known and the effectiveness of anomaly detection methods can be accurately assessed. The use of synthetic data is due to the problem of lack of publicly available real clinical records of patients.

Special attention was paid to the development of a visualization module that uses MNE-Python capabilities to visualize the analysis results in both 2D and 3D formats. In this program, the module is used to construct 2D plots of electrical activity amplitudes and highlight detected anomalies on the time sweep of the signal. Such visualization allows researchers to quickly assess the quality of the recording, notice problem areas and perform a detailed analysis of the sleep fragments of interest.

Table 2

Code example

```
fig, axs = plt.subplots(2, 1, figsize=(10, 6))

axs[0].plot(eeg_values[0], label='Signal 1')
axs[0].set_ylabel("Microvolts (μV)")
axs[0].set_xlabel("Times (s)")
axs[0].plot(eeg_values[1], label='Signal 2')
axs[0].set_title("Simulated EEG signals")
axs[0].set_xticks([])
axs[0].legend()

axs[1].plot(pca_data, color='red', label='PCA component')
axs[1].set_ylabel("Microvolts (μV)")
axs[1].set_xlabel("Times (s)")
axs[1].set_title("Detected anomalies (PCA-component)")
axs[1].set_xticks([])
axs[1].legend()
```

All implemented algorithms can operate in near real time, which opens prospects for the use of the program in clinical trials.

Results of the program operation

Demonstration of the work is presented in Fig. 1-3.

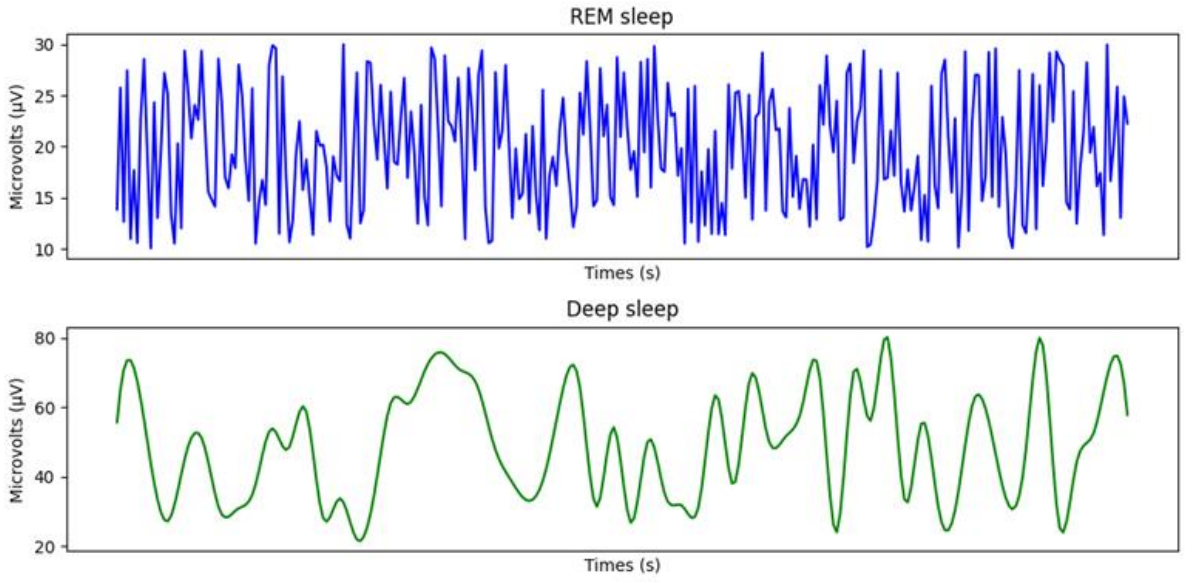


Fig. 1. Recognition of sleep phases and visualization of the obtained data

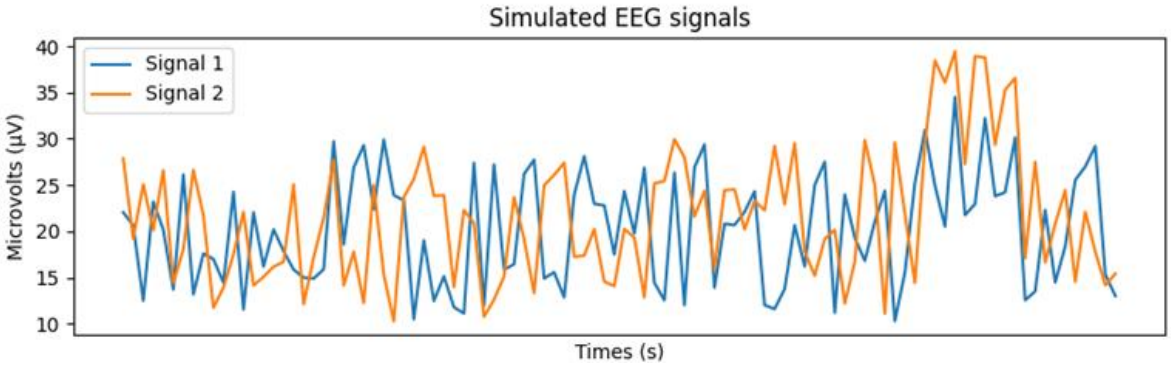


Fig. 2. Analysis and visualization of input data

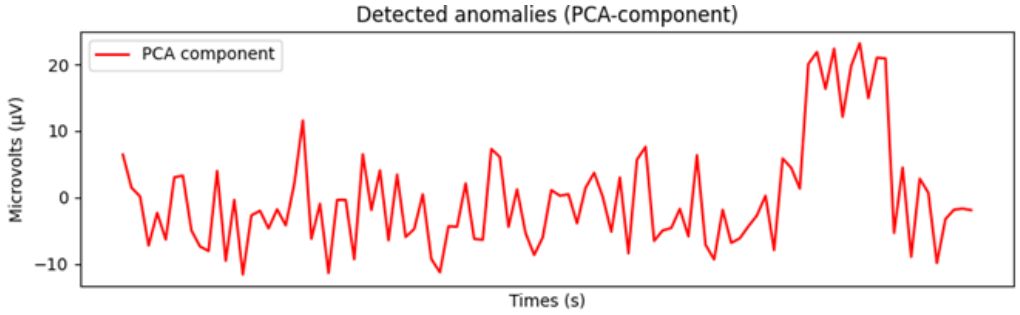


Fig. 3. Visualization of input data analysis results

Conclusion

This study presents a novel AI-powered solution designed to streamline sleep EEG diagnostics, demonstrating promising results in anomaly detection and phase classification. The result of the program has a convenient visualization in the form of graphs as well as 3D models. Tests have confirmed the algorithm's ability to detect anomalies and classify sleep phases.

Prospects for the development of the program include the following directions: improvement of algorithms by training on clinical data and implementation in the practice of diagnostics of sleep disorders, as well as clinical trials.

References

1. Archana Venugopal, Diego Resende Faria. Boosting EEG and ECG Classification with Synthetic Biophysical Data Generated via Generative Adversarial Networks. 2024. // URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/14/23/10818 (date of request 03.04.2025).

2. Kahana Y., Aberdam A., Amar A., Cohen I. DEEP-LEARNING-BASED CLASSIFICATION OF CYCLIC-ALTERNATING-PATTERN SLEEP PHASES. 2023. // URL: https://www.mdpi.com/1099-4300/25/10/1395 (date of request 03.04.2025).

3. Nursena Baygin. Melatonin Pattern. A New Method for Machine Learning-Based Classification of Sleep Deprivation. 2025. // URL: https://www.mdpi.com/2075-4418/15/3/379 (date of request 03.04.2025).

Gertsen N.N.
Student
Higher School of Economics
Russia, Moscow
rgb@yandex.ru

MULTIPLE GRAPH METHOD IN MACHINE LEARNING

Abstract. A distinguishing feature of the approach under consideration is the absence of explicit instructions, with the mathematical model itself performing the desired operations. The application of this form of artificial intelligence is particularly relevant in the context of processing large data arrays. The objective of this research is to implement a set of tools intended for teaching graph neural networks to select the optimal path. The proposed model aims to learn the optimal graph structure for subsequent tasks by integrating multiple graph learning in a unified framework.

Keywords: machine learning; multiple Graph method; learning models; cybersecurity; artificial intelligence.

Machine learning has evolved significantly over the years, and with it, various techniques have emerged to improve model performance, particularly when dealing with complex datasets. One such method is the Multiple Graph (MG) approach, which has gained attention for its ability to handle large-scale graph-structured data effectively [7]. This article explores the MG method, its applications, and how it enhances machine learning models. Machine learning is a branch of artificial intelligence that focuses on the development of algorithms and models utilising computational and statistical methods to identify patterns in data [2]. The Multiple Graph method involves the representation of a dataset as multiple graphs rather than a single one. In traditional graph-based methods, all relationships between nodes are captured within a single graph structure. However, this can lead to limitations, especially when dealing with high-dimensional or noisy data. By using multiple graphs, the MG method allows for better representation of diverse relationships within the data while maintaining computational efficiency. Each individual graph focuses on capturing specific aspects of the data, such as different types of interactions or features. To illustrate this, consider a social network analysis, where one graph might represent friendships, another might capture professional connections, and yet another could reflect shared interests. The combination of these separate views provides a more comprehensive understanding of the underlying patterns. Applications of the Multiple Graph Method are various. The MG method finds application across several domains where graph structures naturally occur. For example, Social Network Analysis. Understanding user behaviour by modelling different types of relationships (friendships, followers, likes). Biological Networks, such as analysing protein-protein interaction networks or gene regulatory systems. Recommendation systems are also used in enhancing recommendations by considering multiple factors such as user prefer-

ences, purchase history, and reviews. Cybersecurity detects anomalies and malicious activities through the analysis of multiple layers of communication patterns. In each case, the MG method has been found to be effective.

A distinguishing feature of the approach under consideration is the absence of explicit instructions, with the mathematical model itself performing the desired operations. The application of this form of artificial intelligence is particularly relevant in the context of processing large data arrays, a task that can be challenging for researchers to handle effectively with traditional analytical tools. The objective of this research is to implement a set of tools intended for teaching graph neural networks to select the optimal path. The challenge of multiple graph learning is that many machine learning applications come with multiple graphs. Thus, to learn a consistent representation using the additional information of multiple graphs, Graph Learning Neural Networks (GLNNs) are used, which have proven successful in graph representation and semi-supervised classification problems [1]. Existing machine learning solutions for choosing the optimal path rely on the analysis of data on the features of execution states [5, 6]. Experimental results obtained by scientists from the University of Michigan and the University of Pennsylvania (USA) on several datasets show that MGLNN outperforms some other related methods in semi-supervised classification tasks [3]. Since the set of program states and paths between them represent a graph, called an execution graph [4], new data for analysis can be provided by graph neural networks. In order to eliminate the contradiction between the existing and desired state of the system, it is necessary to select the goals of the solution, and then set tasks to achieve them. In the context of a given task, it is possible to identify a range of solutions, each of which can yield a variety of results. The learning mechanism employed is a standard one within the field, characterised by the alternation of learning and validation phrases. The Multiple Graph Method has been shown to offer several advantages over alternative approaches, including improved representation – the ability to capture nuanced relationships that may be overlooked by a single-graph approach; robustness to noise – the capacity to separate out irrelevant or noisy information, thereby improving overall accuracy; scalability – the division of the problem into smaller subgraphs, which makes computations more efficient even for very large datasets; interpretability – the provision of interpretable submodels by individual graphs, thus facilitating the understanding of why certain predictions were made.

However, existing GLNNs are predominantly designed for single-graph data, which is not suitable for representing multiple-graph data. The term 'Multiple Graph Learning Neural Networks' (MGLNNs) is used to describe a particular type of neural network that has been developed for learning on multiple graphs [3]. This terminology is applied to multiple graph learning and semi-supervised classification with multiple views. The MGLNN method involves learning the optimal graph structure from multiple graph structures that are best suited for training GNNs by combining multiple graph learning and GNN representation

together. The proposed MGLNN model is a general framework that can incorporate any specific GNN model to handle multiple graphs. A general algorithm to optimize and train the proposed MGLNN model has been developed. The proposed MGLNN model aims to learn the optimal graph structure for subsequent tasks by integrating multiple graph learning and GNN representation in a unified framework. The study also includes conducting an experimental survey on multiple datasets in performing semi-supervised learning tasks with multiple graphs. The challenges and future directions of the Multiple Graph Method are as follows: choosing the right number of graphs, too few graphs may not adequately capture the complexity, while too many can lead to redundancy. Ensuring consistency across graphs. Each graph should complement others without introducing contradictions. Balancing computational costs. Although dividing the task reduces complexity, combining results from multiple graphs requires careful design.

Future research directions include the development of automated methods for determining optimal numbers of graphs and the improvement of algorithms for integrating results from heterogeneous graphs. The Multiple Graph method represents a promising advancement in machine learning, offering a flexible framework for handling complex relational data. Its ability to enhance both performance and interpretability positions it as a valuable tool for tackling real-world problems across diverse fields. As the technique continues to evolve, we can expect further breakthroughs in areas such as healthcare analytics, transportation optimisation, and personalised AI systems.

References

1. Duan K. et al. Simteg: A frustratingly simple approach improves textual graph learning // arXiv preprint arXiv:2308.02565. – 2023.
2. Fang S. G. et al. Efficient multi-view clustering via unified and discrete bipartite graph learning // IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems. – 2023.
3. Jiang B. et al. MGLNN: Semi-supervised learning via multiple graph cooperative learning neural networks // Neural Networks. – 2022. – T. 153. – C. 204-214.
4. Ma X. et al. Simultaneous multi-graph learning and clustering for multiview data // Information Sciences. – 2022. – T. 593. – C. 472-487.
5. Tang C. et al. Unsupervised feature selection via multiple graph fusion and feature weight learning // Science China Information Sciences. – 2023. – T. 66. – №. 5. – C. 152101.
6. Wang S. et al. Graph learning approaches to recommender systems: A review // arXiv preprint arXiv:2004.11718. – 2020.
7. Yang Y. et al. Generative-contrastive graph learning for recommendation //Proceedings of the 46th international ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval. – 2023. – C. 1117-1126.
8. Yin Y. et al. Multi-graph learning-based software defect location //Journal of Software: Evolution and Process. – 2024. – T. 36. – №. 4. – C. e2552.
9. Zhou P. et al. Tri-level robust clustering ensemble with multiple graph learning // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. – 2021. – T. 35. – №. 12. – C. 11125-11133.
10. Zhou P. et al. Unsupervised feature selection with adaptive multiple graph learning // Pattern Recognition. – 2020. – T. 105. – C. 107375.

Golubtsov D.A.
Student
danilagolubtsov2004@mail.ru
*Scientific Advisor**: Ishchuk T.M.***
Senior Lecturer
Russian University of Transport (MIIT)
Russia, Moscow
ishchook@mail.ru

FACTORS AFFECTING TECHNICAL CONDITIONS OF UNMANNED SHIPS

Abstract: It is shown that the study of factors affecting technical condition of ships. Application of mathematical laws to describe reliability of structural elements of ships.

Keywords: Autonomous performance of assigned tasks; autonomous solution of problems that have arisen; reliability; changes in the state of machine elements; natural aging; premature unacceptable failures.

Our Goal is to study the factors affecting the technical condition of ships.So, the issue of the safe use of autonomous type vessels and the criteria for their operation is currently a priority. Autonomous control can work in the following modes: autonomous execution of assigned tasks, autonomous solution of problems that have arisen. When operating the autonomous control, in case of problems, the vessel makes an independent decision based on some programmed algorithms or decision-making model.

The main problem of any technical means is forecasting the reliability of their operation at all stages of their cycle life. The main purpose of such studies is to prevent failures of varying severity, from minor damage to disasters, during their operation period and to assess the reliability of structural elements of technical systems.

Reliability is the property of any ship or machine, to preserve the values of all parameters which characterize the ability of the object to perform the required functions in the specified modes and at the specified time. And also under what conditions to conduct maintenance and repair works. The reliability indicators depend on the operating conditions of the vessels. And the data necessary to calculate the operating time before damage and failures are detected is collected during the entire service life.

The reliability function R(t) itself is called as a function that determines the probability of failure-free operation of an element for a time duration t:

$$R(t) = P(T > t).$$

The duration of the uptime of the moment often has an exponential distribution, which distribution function is calculated by the formula

$$F(t) = 1 – e – \lambda t,$$

λ is the failure rate of duration t [1].

In addition to the human factor, the occurrence of failures is affected by changes in the state of machine elements over time. This leads either to the natural aging of ship structures as a whole over the established service life, or to the appearance of premature unacceptable failures. This is called phasing out. Sudden failures occur due to a sharp increase in external influences on the elements of ship structures, while the condition of the structures deteriorates. The conditions for the occurrence of sudden failures are similar to the circumstances of injury in humans. Just as in the case of injury to a person, the probability of a sudden failure at any given time (i.e., the failure rate) does not depend on the age of the object. For example, the breakdown of the propeller blade due to impact against solid object is equally likely both during the commissioning tests of the vessel and after ten years of operation. Gradual failures show themselves differently in time: the intensity of these failures increases. The processing of statistical data on the breakdowns of the trawler propeller blades showed, for example, that in the interval from 4 to-6 thousand working hours of work, there were two blades with cracks per 100 propellers, and in the interval from 18 to20 thousand working hours, the number of such blades increased up to 12. The reasons for the destruction of the blades were fatigue stresses that arose as a result of an unsuccessful design solution and the wrong choice of the material.

Consider some of the factors affecting the technical condition of the fleet:

− frequent changes of ship-owners and the increase of the number of vessels managed (piloted) by operators do not allow us to create long-range program of technical state standard improvement level;

− installation of new equipment on the old vessels;

− a reduction of crew members, as well as the decrease of qualification level of ship’s crews and reducing of the control by a number of ship-owners do not allow to carry out the routine maintenance of ships at the proper level;

− diversity of vessels, and as a result, different brands and types of mechanisms on ships do not allow planning the number of necessary spare parts and optimizing maintenance and repair processes. Consider a histogram reflecting the influence the impact of various factors on an emergency situation in courts. The histogram allows you to represent the change in data over time and for a visual comparison of various values.

Data analysis shows that in case of influence of factors, the durability of the vessel structure is reduced.

Durability characterizes the property of a vessel to maintain working condition until the onset of the limit state with an established system of repairs and maintenance. The durability of ship equipment and their elements is usually assessed by resources or service life [2].

References

1. Математическое ожидание дискретной случайной величины // URL: https://studfile.net/preview/2798383/page:25/ (date of request 01.04.2025)

2. Оценка эксплуатационного риска для морских автономных судов // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-ekspluatatsionnogo-riska-dlya-morskih-avtonomnyh-sudov (date of request 13.04.2025)

Montoskina A.N.
Student
aleksandramonn@gmail.com
*Wissenschaftlicher Betreuer**: Gorbunowa T.A.***
Oberlehrer des Lehrstuhls für Fremdsprachen
Moskauer Polytechnische Universität
Russland, Moskau
e324uk@mail.ru

DIE NEUESTEN WISSENSCHAFTLICHEN TECHNOLOGIEN IM BEREICH GREEN-TECH

Zusammenfassung. Der Artikel beleuchtet revolutionäre Green-Tech-Technologien, die den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft ermöglichen. Im Fokus stehen Schlüsselinnovationen: künstliche Photosynthese, Wasserstoffenergie, CO_2-Abscheidungssysteme, intelligentes Umweltmonitoring und erneuerbare Energien.

Schlagwörter: nachhaltige; Entwicklung; CO_2-Abscheidung und –Speicherung; erneuerbare Energien; Energiespeicherung.

Die rasante Entwicklung des technogenen Modells der Weltwirtschaft hat zur Entstehung globaler Umwelt- und Sozialprobleme geführt, die jeweils zum Niedergang der menschlichen Zivilisation führen können. Die Welt steht vor einer Krise großen Ausmaßes – in den Bereichen Demografie, Umwelt, Nahrungsmittel, Energie und Ressourcen. In diesem Zusammenhang besteht die dringende Notwendigkeit, wirtschaftliche Aktivitäten zu organisieren, die die Biosphäre nicht zerstören, sondern zu ihrer Erhaltung beitragen, also umweltverträglich sind. Der Übergang zu einer nachhaltigen Entwicklung setzt die schrittweise Wiederherstellung natürlicher Ökosysteme auf ein Niveau voraus, das die Umweltstabilität gewährleistet und Bedingungen für das Leben künftiger Generationen schafft und deren unmittelbare Bedürfnisse und Interessen befriedigt.

Unter den vielversprechendsten und sich weltweit am dynamischsten entwickelnden Technologien ragt die „Künstliche Photosynthese 2.0» hervor. Wissenschaftlern ist es gelungen, das Anfangsstadium der natürlichen Photosynthese mithilfe einer künstlich geschaffenen Struktur auf Basis synthetischer Pigmente zu reproduzieren. Das entwickelte System umfasst vier Moleküle Perylenbisimid-Farbstoffe, die harmonisch funktionieren, ähnlich dem Photosynthesekomplex lebender Pflanzen. Die Unternehmen Heliogen (USA) und Siemens Energy (Deutschland) entwickeln Anlagen, die ein Gemisch aus CO_2 und Wasser

mit einem Umwandlungswirkungsgrad von über 20 % in flüssigen Kohlenwasserstoffbrennstoff umwandeln können. Die erste industrielle Version eines solchen Systems wurde 2024 in Kalifornien erfolgreich in Betrieb genommen.

Obwohl Technologien zur Herstellung von umweltfreundlichem Wasserstoff bereits seit mehr als einem Vierteljahrhundert existieren, war die Eröffnung des weltweit ersten Versuchsprojekts zur unterirdischen Wasserstoffspeicherung durch das österreichische Unternehmen RAG am 8. Mai 2023 auf dem Gelände eines ehemaligen Gasspeichers in Rubensdorf ein Meilenstein. Im Rahmen des Pilotprojekts sollen bis zu 1,2 Millionen Kubikmeter Wasserstoff als Brennstoff gespeichert werden, was einem Energieäquivalent von 4,2 Gigawattstunden Strom entspricht. Die Produktion des gespeicherten Wasserstoffs erfolgt mithilfe einer 2-Megawatt-Protonenaustauschmembran-Elektrolyseanlage von Cummins. In der Anfangsphase wird das System im Basismodus betrieben, um die erforderlichen Mengen an Wasserstoffspeicherung sicherzustellen. In der Zukunft ist die Möglichkeit eines flexiblen Betriebs mit der Einspeisung von überschüssigem Strom aus erneuerbaren Quellen in das allgemeine Energiesystem vorgesehen. Gleichzeitig wird in Deutschland (Niedersachsen) eine ähnliche Initiative umgesetzt, um Abgasfelder in Speichertanks für umweltfreundlichen Wasserstoff umzuwandeln. Natürlich müssen noch viele technische und organisatorische Fragen gelöst werden, bevor diese Technologien umgesetzt werden können, aber es ist schon jetzt klar, dass solche Projekte einen bedeutenden Durchbruch bei der Schaffung einer nachhaltigen und kohlenstoffarmen Energieinfrastruktur für die Zukunft darstellen.

Der Innovationsfonds der Europäischen Union, eine der größten globalen Initiativen zur Förderung kohlenstoffarmer, sauberer Technologielösungen, hat ein bahnbrechendes Projekt von Heidelberg Materials zur Kohlenstoffabscheidung und – speicherung ausgezeichnet. Dieses Programm sieht die Schaffung eines temporären Transportsystems vor, das bis zur Fertigstellung des permanenten Pipelinenetzes betrieben werden soll. Das Projekt ist darauf ausgelegt, jährlich etwa 700.000 Tonnen CO_2 zu verwerten. Durch die Umstellung auf Biokraftstoffe anstelle herkömmlicher fossiler Brennstoffe wird das Zementwerk in Geseke zu einem der Vorreiter in der europäischen Industrie, der Zement und Klinker nahezu ohne schädliche Emissionen produzieren kann. Der Bau des Produktionskomplexes ist für 2026 geplant, die vollständige Inbetriebnahme wird für 2029 erwartet.

Laut Analysedaten von RBC wird der Anteil von Elektrofahrzeugen bis 2026 50 % des gesamten Fahrzeugabsatzes erreichen. Das größte Hindernis für ihre breite Einführung bleibt jedoch die weltweit unterentwickelte Ladeinfrastruktur. In vielen Ländern fehlt es noch immer an dem notwendigen Netz an Ladestationen, was für Besitzer von Elektroautos umständlich ist, da sie ihre Routen ständig unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit von Ladestationen planen müssen.

Eine innovative Lösung für dieses Problem war die weltweit erste elektrifizierte Autobahn, die 2024 in Norwegen gebaut wurde. Ihre Einzigartigkeit liegt im dynamischen Ladesystem, das ein Aufladen der Batterien direkt während

der Fahrt ermöglicht. Die von israelischen Ingenieuren entwickelte Technologie basiert auf dem Prinzip der induktiven Energieübertragung: Spezielle Spulen werden unter der Asphaltoberfläche installiert und mit unterirdischen Stromquellen verbunden. Diese Elemente erzeugen ein elektromagnetisches Feld, das von im Fahrzeug eingebauten Empfängern erfasst und in elektrischen Strom umgewandelt wird, um die Batterien kontinuierlich aufzuladen.

Das System wird derzeit in Trondheim getestet, wo Fahrer von Elektrofahrzeugen nun unterwegs sein können, ohne nach stationären Ladestationen suchen oder lange Stopps zum Aufladen ihrer Batterien einlegen zu müssen. Diese revolutionäre Technologie eröffnet neue Perspektiven für die Entwicklung umweltfreundlicher Verkehrsmittel und beseitigt einen der Hauptfaktoren, die ihrer breiten Einführung im Wege stehen.

Der Technologiewettlauf um die Entwicklung wasserstoffbetriebener Schienentransportmittel nimmt in der Transportbranche rasant an Fahrt auf. Die Region Sachalin wird in dieser Richtung ein Pionier in Russland sein, wo im letzten Quartal 2025 die ersten mit Wasserstoff betriebenen Personenzüge in Betrieb genommen werden sollen. Diese innovativen Züge werden auf Strecken verkehren, die das regionale Zentrum Juschno-Sachalinsk mit den wichtigsten Städten der Region – Korsakow, Poronaisk, Cholmsk und Newelsk – verbinden.

Die Umweltfreundlichkeit des neuen Verkehrsmittels ist beeindruckend: Der jährliche Wasserstoffverbrauch eines Zuges beträgt 223 Tonnen, während keine Schadstoffemissionen in die Atmosphäre entstehen. Das einzige Nebenprodukt solcher Züge wird technisch sauberes Wasser sein. Um die Vorteile der neuen Technologie zu verstehen, muss man bedenken, dass herkömmliche Diesellokomotiven ähnlicher Leistung etwa 900 Tonnen Kraftstoff pro Jahr verbrauchen und dabei 67 Tonnen Treibhausgase ausstoßen.

Finnische Ingenieure haben ein einzigartiges Energiespeichersystem entwickelt und in Betrieb genommen – die Polar Night Energy-Sandbatterie. Dieses innovative Speichergerät ist für die Speicherung von überschüssigem Strom aus erneuerbaren Quellen – Solarkraftwerken und Windturbinen – konzipiert. Das Funktionsprinzip der Anlage basiert auf Wärmespeicherung: Die zugeführte Energie wird in Wärme umgewandelt, mit deren Hilfe Tausende Tonnen gewöhnlicher Bausand auf eine Temperatur von 500 °C erhitzt werden. Aufgrund der hervorragenden Wärmedämmeigenschaften des Sandmassivs kann die gespeicherte Wärmeenergie mehrere Monate lang ohne nennenswerte Verluste gespeichert werden.

Integriert in das Fernwärmesystem von Kankaanpää liefert die Einheit je nach Bedarf erwärmte Luft zum Heizen von Wohn- und Geschäftsgebäuden. Diese technologische Lösung vereint Umweltsicherheit und Kosteneffizienz und bietet eine zuverlässige Möglichkeit, in den harten und langen finnischen Wintern für Wärme zu sorgen.

Das Schweizer Innovationsunternehmen Climeworks setzt ein vielversprechendes Projekt zur direkten Abscheidung von Kohlendioxid aus der Atmos-

phäre um. Ein Meilenstein war die Inbetriebnahme des weltweit größten Industriekomplexes zur Filtration und Weiterverarbeitung von CO_2 in Island. Der technologische Prozess läuft wie folgt ab: Leistungsstarke Lüftungsgeräte pumpen atmosphärische Luft ein, aus der mittels spezieller Filtermodule Kohlendioxid extrahiert wird. Anschließend wird das gesammelte CO_2 durch einen innovativen Mineralisierungsprozess in umweltfreundliches Karbonatgestein umgewandelt.

Die Produktionskapazität der Anlage ermöglicht derzeit eine jährliche Nutzung von bis zu 4.000 Tonnen Kohlendioxid. Zum Vergleich: Dieses Emissionsvolumen ist vergleichbar mit dem jährlichen CO2-Fußabdruck von 790 durchschnittlichen Autos mit Verbrennungsmotor.

Das staatliche Unternehmen Russian Ecological Operator hat ein innovatives System zur Überwachung von Deponien für feste Siedlungsabfälle unter Einsatz fortschrittlicher digitaler Technologien implementiert. Im Rahmen des Pilotprojekts wurde eine Methode zur Fernüberwachung mit unbemannten Luftfahrzeugen, die mit Laserscanning-Systemen ausgestattet sind, erfolgreich getestet.

Hauptmerkmale des neuen Systems:

1. Automatisierte Datenübertragung in Echtzeit an einen zentralen Analysekomplex

Verwenden von KI-Algorithmen zum Erstellen präziser 3D-Polygonkarten

Möglichkeit der rechtzeitigen Feststellung von Verstößen gegen die Vorschriften zur Abfalllagerung

Genaue Berechnung der Restkapazität der Anlage

Diese Lösung ermöglicht:

- Steigerung der Effizienz der Kontrolle über den Betrieb von Deponien
- Optimieren Sie die Nutzung ihrer Kapazitäten
- Rechtzeitige Erkennung von Verstößen gegen Umweltgesetze.

Das Unternehmen InnoGeoTech vom Innovationszentrum Innopolis präsentierte das Smart Forest-System – eine umfassende, auf künstlicher Intelligenz basierende Lösung zur Vorhersage von Waldbränden. Der entwickelte Algorithmus analysiert 16 wichtige Risikofaktoren und integriert dabei Daten aus der Weltraumüberwachung, aktuelle meteorologische Indikatoren, Temperaturbedingungen, anthropogene Belastungen (einschließlich der Nähe zu besiedelten Gebieten) sowie Boden- und geologische Eigenschaften der Gebiete.

Neben der Beurteilung der Brandgefahr verfügt das System über erweiterte Funktionen zur Umweltüberwachung. Es erkennt automatisch illegale Abholzung, Spuren früherer Brände, Windfallgebiete, Steinbrüche, nicht genehmigte Mülldeponien und Gebiete mit starkem Unkrautwachstum. Dieser multifunktionale Ansatz ermöglicht nicht nur die Vorhersage von Risiken, sondern auch die frühzeitige Erkennung bestehender Umweltverstöße.

Forschern am Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST, Südkorea) ist mit der Entwicklung von Quantenpunkt-Solarmodulen mit Rekordeffizienz ein Durchbruch in der Photovoltaik gelungen. Der erreichte Wirkungsgrad von 18,1 % mag vor dem Hintergrund herkömmlicher Siliziumanaloga

bescheiden erscheinen, man sollte jedoch berücksichtigen, dass die Quantenpunkttechnologie noch in den Kinderschuhen steckt – sie wird erst seit etwa 15 Jahren erforscht, verglichen mit der 50-jährigen Geschichte der Siliziumelemente.

Die einzigartigen Eigenschaften von Quantenpunkten verleihen dieser Entwicklung einen besonderen Wert. Ihre Größe kann während des Herstellungsprozesses variiert werden, was eine präzise „Abstimmung» der Empfindlichkeit auf verschiedene Teile des Lichtspektrums ermöglicht. Der Hauptvorteil liegt jedoch in der revolutionären Produktionsmethode: Das Aufbringen einer lichtabsorbierenden Schicht per Tintenstrahldruck auf flexible Substrate oder durch Aufsprühen macht den Prozess um ein Vielfaches günstiger und einfacher als die Herstellung klassischer Silizium-Wafer.

Diese Eigenschaften eröffnen der Technologie enorme Perspektiven. Wissenschaftler gehen davon aus, dass eine weitere Optimierung der Quantenpunktparameter es ihnen ermöglichen wird, herkömmliche Solarzellen in ihrer Effizienz nicht nur einzuholen, sondern sogar zu übertreffen, während gleichzeitig alle Vorteile hinsichtlich Kosten und Produktionstechnologie erhalten bleiben.

Die moderne Luftfahrt steht vor komplexen Umweltherausforderungen und ist nach wie vor eine der am stärksten von fossilen Brennstoffen abhängigen Branchen. Ihr Energieverbrauch basiert auf Kerosin, dessen Emissionen erheblich zum globalen Klimawandel beitragen. Die Branche betrachtet nachhaltigen Flugkraftstoff (SAF) als vielversprechende Alternative – eine erneuerbare Energiequelle, die ihre Sicherheit und Effizienz unter realen Betriebsbedingungen bereits unter Beweis gestellt hat. Allerdings wird die Masseneinführung von SAF durch erhebliche wirtschaftliche und technologische Hindernisse behindert: Die Produktionskapazität deckt heute weniger als 0,1 % des weltweiten Bedarfs und die Kosten für diesen Kraftstoff sind drei- bis fünfmal höher als der Preis für herkömmlichen Düsentreibstoff.

Trotz dieser Schwierigkeiten wird der Übergang zu SAF als strategische Richtung für die Entwicklung der Branche anerkannt. Die Europäische Union hat bereits einen Stufenplan zur Erhöhung des Anteils von Ökokraftstoffen verabschiedet: von 2 % im Jahr 2025 auf 6 % bis 2030, 20 % bis 2035 und 70 % bis 205. Diese Dynamik wird durch eine Kombination aus regulatorischen Maßnahmen und freiwilligen Initiativen der Fluggesellschaften ermöglicht. Es ist wichtig zu beachten, dass selbst ein teilweiser Ersatz von herkömmlichem Kraftstoff durch SAF den CO2-Fußabdruck erheblich reduzieren kann – Untersuchungen zufolge reduziert die Verwendung einer Mischung mit 50 % Ökokraftstoffanteil die Emissionen im Vergleich zu reinem Düsentreibstoff um 40–50 %. Dies macht SAF zu einer wichtigen Übergangslösung hin zu einer vollständig kohlenstoffneutralen Luftfahrtzukunft.

Die Region Sachalin entwickelt sich zum Pionier der Wasserstoffenergie in Russland und setzt ein ehrgeiziges Projekt zur Schaffung des Östlichen Wasserstoffclusters um. Die im Herbst 2023 offiziell unter dem Namen „Integrierte Energieversorgung und neue Energiequellen» gestartete Initiative ist ein strategisch

wichtiges Element des Programms des Wissenschafts- und Bildungszentrums „Nord».

Der Cluster vereint neun Schlüsseltechnologieprojekte, die in fünf Entwicklungsbereiche gruppiert sind und zum Motor einer tiefgreifenden Transformation der Wirtschaft der gesamten fernöstlichen Region werden sollen. Das Alleinstellungsmerkmal des Projekts ist die Schaffung einer grundlegend neuen Energiewirtschaft – von der Produktion „grünen» Wasserstoffs unter Verwendung erneuerbarer Energiequellen bis hin zur Entwicklung effektiver Lösungen für dessen Speicherung und Transport.

Die Perspektiven des Clusters reichen weit über die Region hinaus: Der hier produzierte saubere Wasserstoff soll sowohl die Energiewende lokaler Unternehmen unterstützen als auch in Länder im asiatisch-pazifischen Raum exportiert werden, die einen wachsenden Bedarf an kohlenstoffarmen Energiequellen aufweisen. Dieses Projekt positioniert die Region Sachalin als wichtigen Knotenpunkt in der aufstrebenden globalen Wasserstoffwirtschaft.

Moderne Technologien im Bereich Green-Tech sind nicht nur innovative Entwicklungen, sondern ein zentrales Instrument für den Übergang in eine nachhaltige Zukunft. Globale Umweltprobleme wie Klimawandel, Ressourcenerschöpfung und Umweltverschmutzung erfordern umfassende Lösungen. Grüne Technologien bieten die wirksamsten Möglichkeiten, diese zu bewältigen.

Letztlich ist Green-Tech nicht nur Technologie, sondern eine neue Philosophie der menschlichen Interaktion mit der Natur. Ihre Entwicklung ebnet den Weg zu einer Kreislaufwirtschaft, in der Abfall zu Ressourcen und Energie zu sauberer und erneuerbarer Energie wird. Und obwohl noch viel zu tun bleibt, kann man schon jetzt mit Sicherheit sagen, dass die Zukunft umweltfreundlichen Innovationen gehört, die den Planeten für künftige Generationen bewahren können.

Referenzen

1. Heliogen с кейсами по искусственному фотосинтезу // URL: https://www.heliogen.com (date of request 03.04.2025)

2. Kim, H., et al. (2023). Quantum Dot Solar Cells: Breakthroughs and Future Prospects. Advanced Materials, 35(12), 2201234.

3. Smith, A., et al. (2023). Artificial Photosynthesis 2.0: Efficiency and Scalability. Nature Energy, 8(4), 321-335.

4. Материалы по системе «Умный лес», // URL: https://innopolis.university (date of request 11.05.2025)

5. Официальный сайт Сахалинской области (раздел «Водородный кластер») // URL: https://sakhalin.gov.ru (date of request 03.04.2025)

6. Российский экологический оператор, // URL: https://ecooperator.ru (date of request 13.03.2025)

7. Сайт РЖД с информацией о водородных поездах (раздел «Инновации»), // URL: https://www.rzd.ru (date of request 03.04.2025)

8. Стратегия ЕС по водороду на сайте Европейской комиссии, // URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-strategy/hydrogen-strategy_en (date of request 03.04.2025)

Bakirov A.A., Pechurkina K.A.
Students
karinapecurkina1@gmail.com
*Scientific Advisor**: Petrosyan A.K.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
petrosyananzhela1@gmail.com

AUTOMATED SYSTEM FOR AUTONOMOUS PLANT CULTIVATION

Abstract. The article considers the development of an autonomous system for home-grown plants based on the Arduino Uno platform. The aim of the study is to create a compact, affordable and efficient greenhouse that does not require constant external intervention. In the course of this research, an analysis of existing solutions was carried out, their main disadvantages were identified, and a proprietary system was designed and implemented taking into account factors affecting plant growth (temperature, humidity, and illumination).

Keywords: autonomous greenhouse; Arduino Uno; 3D printing; plant cultivation system; automation; microclimate.

In the modern world, people don't have much free time. As a result, after having planted the house plant a person forgets about it. The most common case is houseplants.

The situation becomes more complicated by growing vegetable crops which require constant attention and maintenance of certain conditions. For example, to obtain a high-quality «Iceberg» lettuce harvest it is necessary to have strictly controlled parameters of temperature, humidity and lighting are required.

Traditional greenhouses do not provide sufficient automation and precision for maintaining the microclimate. Therefore, there is a need to create a modern system capable of autonomously maintaining optimal conditions for plant growth, even when humans are absent.

In the conditions of the modern pace of life, many people do not have enough time to care for house plants. Existing automatic systems are either extremely bulky or expensive. Most solutions are designed for industrial greenhouses, not for private home application.

The creation of compact and affordable autonomous greenhouse with automatic microclimate control will solve this problem and make the process of growing plants more convenient for a wide range of users.

Also, to confirm the relevance of the work, the surveys were conducted among Students of the Moscow Polytechnic University (Fig. 1–3).

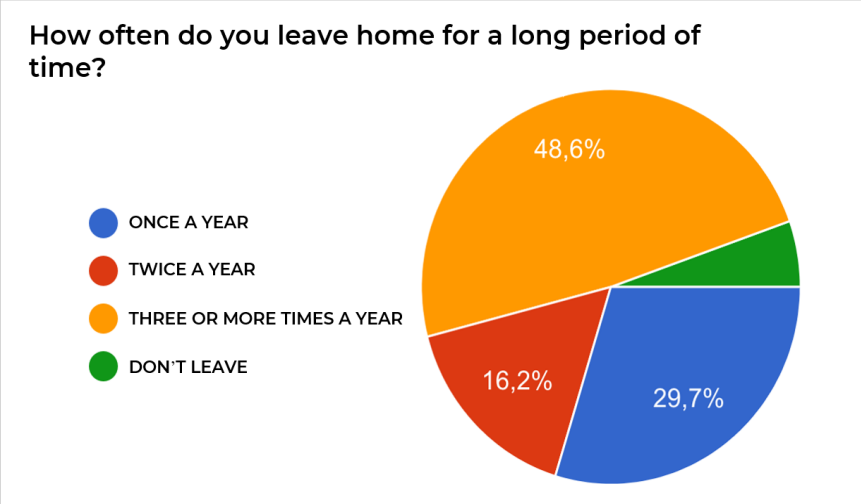


Fig. 1. Time spent outside

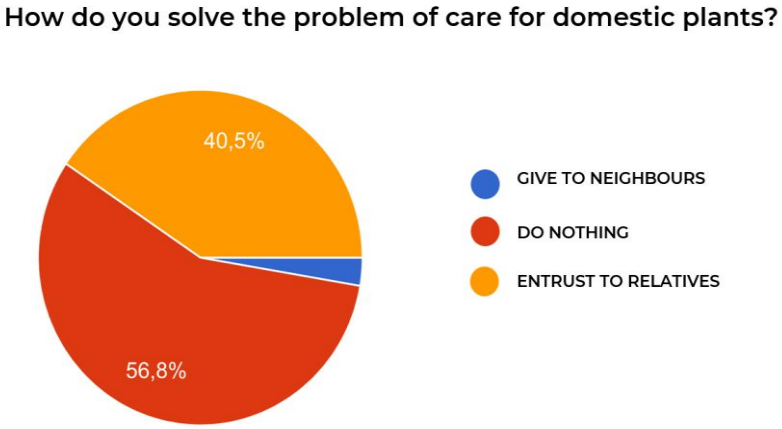


Fig. 2. Domestic plants care

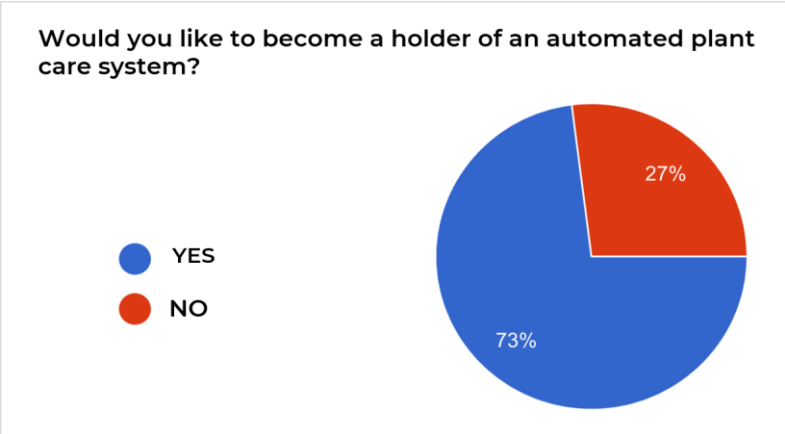


Fig. 3. Automated plant care system interest

The objective of the work is to create system for automated growing plants without exposure, but with ability to monitor a status range of parameters.

To achieve this goal, there have been set the following tasks:

Study all the necessary information on this topic, namely the factors affecting the comfortable growth of plants in a greenhouse: temperature, humidity, and lighting. Additionally, gather information about the Arduino platform and its operating principles;

Develop drawings and design for future greenhouse;

Create 3D models in the program Compass 3D;

3D printing the frame of the future system and forming the body;

Design and assemble the body;

Develop control board equipped with all necessary modules;

Develop a program for the microcontroller, receiving signals from sensors, and controlling the greenhouse mechanisms.

The functions which should be implemented into the greenhouse system are the following:

1. The system must be able to control temperature and humidity.
2. The system should monitor the condition of the soil in the plants.
3. The system should control the smart illumination of plants
4. The system must have manual and automatic control modes.
5. The housing must be equipped with a control screen and a control element.
6. All electronics must be «hidden» from moisture.
7. The pump must be located outside the housing and the water tank must be protected from idle operation of the pump motor in the absence of water.

The characteristics of several greenhouses were analyzed and considered (Table). The analysis allowed to determine the main requirements for the developed system of autonomous plant cultivation.

Table

Overview of available analogues

Characteristic	Our prototype	Traditional greenhouse	WERDE BOX	Fibonacci AG-16
Having smart backlight	+	-	+	+
Remote control	+	-	+	+
Compactness	+	-	-	-
Adherence to modes	+	-	+	+
Minimum human involvement	+	-	+	+
Availability	+	-	-	-

An overview of modern greenhouses has been made. The advantages and disadvantages of the systems have been identified. The main problems related to the compactness of these greenhouses have been identified. Most of the home greenhouses are sizeable systemes that occupy much of the space in the apartment, which is an inconvenient factor for many people. Accessibility is also a major issue, as these systems are expensive and not everyone can afford it. This greenhouse will be different from the others by its small size, that is, the customer can put it in any place of the apartment, and it will not take much space.

Furthermore, most greenhouse automation projects are designed for greenhouse systems of several hectares, while the market for automated greenhouses for farmers and households remains untapped.

Facilities and equipment used in the creation of work:

Personal computer;

3D Printer;

SoftwareArduino IDE;

Software Tinkercad;

Software Компас 3D;

Microcontroller Arduino UNO (Fig. 4).



Fig. 4. Microcontroller Arduino UNO

Arduino Uno is a microcontroller-based device. It includes 14 digital inputs/outputs, USB connector, power connector, socket for internal programming (ICSP) and reset button. To start working with the device it is enough simply to supply power from AC/DC adapter or battery, or connect it to computer via USB cable.

Light sensor;

The light sensor is a sensor that allows you to calculate the level of external lighting by using a photosensitive element.

Soil moisture sensor;

Soil moisture sensor assembled on the basis of comparator LM393 and works according to the principle: moist soil – low logical level, dry soil – high logical level.

Humidity and air temperature sensor;

The sensor contains an ADC to convert analog humidity and temperature values.

LED tape;

Pump (mini-pump);

LCD 1602 Screen;

Liquid crystal display (LCD screen) – liquid crystal based screen.

Connecting wires;

Real-time module;

The real-time clock module, equipped with additional batteries, allows you to store the current date without worrying about the power supply on the device itself.

Breadboard (Layout fee).

The main purpose of this card is to design and debug prototypes of various devices.

The design of the device was developed and agreed during the work. Also produced drawings (Fig. 5) and 3D model of the greenhouse with parameters 20*20*15 (Fig. 6), made in the program Compass 3D.

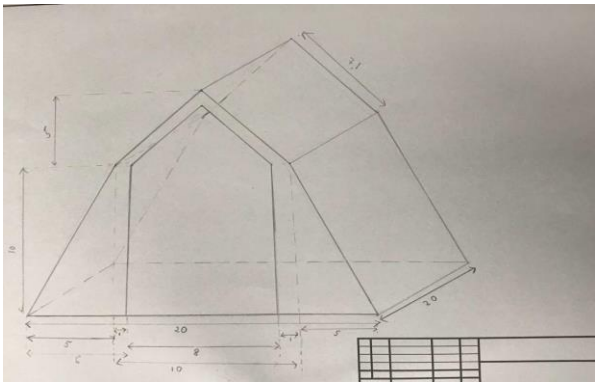


Fig. 5. Greenhouse sketch

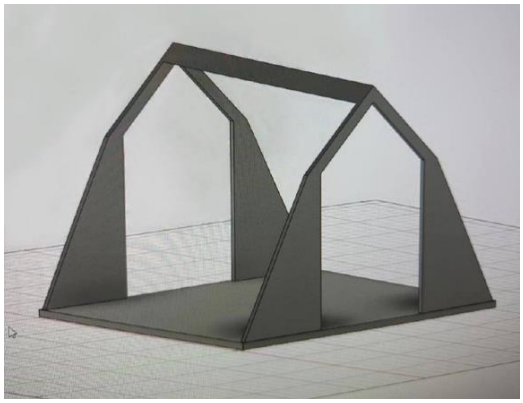


Fig. 6. Greenhouse 3D model

The optimal and non-standard shape of the body is chosen.

The structure of the greenhouse was printed on a 3D printer and the walls were glued with transparent PVC, which was 0.8 mm thick (Fig.7).



Fig. 7. Printed version of greenhouse

Further in the program for creation of 3D-models «Tinkercad» was drawn up a schematic connection of all sensors directly with microcontroller Arduino Uno (Fig. 8).

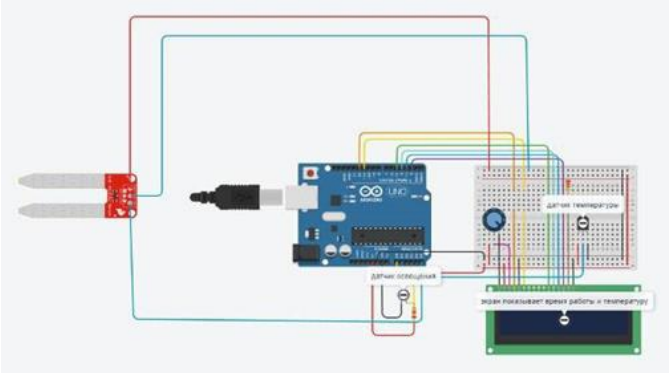


Fig. 8. Blueprint of schematics

After that, the sensors were connected to a charge.

The next step was to write a program using Arduino IDE. IDE is the programming environment where you have everything to write the first sketches. Sketch is a program written for the Arduino platform and has a certain structure. Using this software environment, you can solve a large number of all possible creative tasks related to programming and modeling.

Before writing this program, we considered all the favorable conditions for plant development.

When starting to program code, we needed to identify the libraries that could be used.

Writing a program in Arduino IDE should be divided into three stages:

firstly, libraries are connected and ports are assigned to which sensors are connected;

secondly, it is necessary to define sensor modes, this is done in a special tuning cycle void();

thirdly, it is executed in a special loop void loop(), the code written in this function will be executed while the microcontroller is connected to the network.

Figure 9 shows a sketch of the connection of the data library and ports to the sensors of soil humidity, temperature and air humidity, lighting and determination of the mode of operation for each of them with the command void setup().

teplitsa

```
#include <TroykaDHT.h>
DHT dht(4, DHT11);
#include <TroykaLight.h>
TroykaLight sensorLight(A0);
constexpr auto pinSensor = A1;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
}
```

Fig. 9. Sketch of the first and second stage

Figure 10 shows the third step, which shows the work of all sensors in a special void loop(), in which the code is written, working in infinite cycle, while the microcontroller is connected to the network.

```
void loop()
{
  sensorLight.read();
      Serial.print("Light = ");
      Serial.print(sensorLight.getLightLux());
       Serial.println(" Lx\t");// считывание данных с датчика
  dht.read();
      Serial.print("Temperature = ");
      Serial.print(dht.getTemperatureC());
      Serial.println(" C \t");
      Serial.print("Humidity = ");
      Serial.print(dht.getHumidity());
      Serial.println(" %");
      // считываем данные с датчика влажности почвы
  int valueSensor = analogRead(pinSensor);
      // выводим данные в Serial-порт
      Serial.print("Влажность почвы = ");
      Serial.println(valueSensor);
      Serial.print("");
      Serial.println("");

  // ждём две секунды
  delay(2000);
}
```

Fig. 10. Sketch of the third stage

In accordance with the objectives, the following results have been achieved: investigated methods of growing plants. The available and simple methods, implemented without great costs;

Selected the most suitable components for system development: considered the most popular development platform – Arduino Uno;

Schematics designed in Tinkercad program.

Developed program processing digital signals, analog, as well as signals. Some subtleties of connection and emulation of sensors and displays;

The system analyzes changes in the microclimate inside the greenhouse and reacts to them by activating some or other components of the system, which allows to maintain growing conditions for a long period of time.

The developed system has an undeniable number of shortcomings. The largest and most serious of this list can be highlighted energy dependence. Disconnecting the system from power will reset the current time counter, and the day and night cycle will start again.

As a result, the developed system is inexpensive, easy to install, use and configure, but most importantly flexible, allowing you to modify it without much effort and time to almost any task.

References

1. An unconventionally simple path to IoT Success Arduino // URL: https://www.arduino.cc (date of request 02.05.2025)

2. Arduino and sensors: Датчики Arduino: подключение, схемы, скетчи для плат Uno, Mega, Nano // URL: https://www.arduinomaster.ru (date of request 02.05.2025)

3. Greenhouse climate management system. // URL: https://habr.com/post/388837/ (date of request 01.04.2025)

4. Programming Arduino: Программирование Ардуино | Аппаратная платформа Arduino Arduino Software IDE // URL : arduino.cc/PortableIDE (date of request 01.04.2025)

5. Дисплей LCD1602 // URL: https://kit.alexgyver.ru/tutorials/lcd1602/ (date of request 02.05.2025)

6. Подключение фоторезистора к ардуино и работа с датчиком // URL: https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/photorezistor-arduino-datchik-sveta/ (date of request 21.04.2025)

7. Умная теплица на Arduino- делаем первые шаги // URL: https://playarduino.ru/uroki-arduino/umnaya-teplitsa-na-arduino-delaem-pervye-shagi/ (date of request 11.03.2025)

Polukarikova D.S.
Student
polukarikovadarya@gmail.com
*Scientific Advisor**: Lopatina O.V.***
Associate Professor
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI
Russia, Kazan
ovlopatina@kai.ru

THE LATEST ACHIEVEMENTS IN SCIENCE AND TECHNOLOGIES

Abstract. This article provides an overview of the latest advances in science and technology that have a significant impact on various aspects of modern life. It examines key breakthroughs in medicine, such as personalized medicine and the use of CRISPR-Cas9 technology for genome editing, as well as progress in artificial intelligence and machine learning used in self-driving cars and medical diagnostic systems. Special attention is paid to innovations in sustainable energy and space exploration, including successful missions to Mars and the development of reusable rockets. *Keywords:* science; technology; medicine; artificial intelligence; sustainable energy; space.

Breakthroughs in Medicine

One of the most notable areas where significant progress has been made is in medicine. With the development of personalized medicine, Doctors are now able to tailor treatment specifically for each patient based on their genetic profile. This approach has proven particularly effective in the treatment of cancer, as it allows for more precise targeting of tumors while minimizing damage to healthy cells. Another important advancement was the creation of CRISPR-Cas9 gene editing technology. This tool allows scientists to edit DNA sequences with unprecedented precision, opening up opportunities to treat genetic diseases such as sickle cell anemia and muscular dystrophy. Despite ethical concerns, the potential benefits of this technology cannot be overstated.

3D tissue and organ printing technologies have revolutionized transplantation. Scientists have already successfully created artificial organs such as kidneys and livers using biomaterials and patient cells. This significantly reduces the waiting time for donor organs and reduces the risk of rejection of transplanted tissues. Moreover, research in regenerative medicine allows us to repair damaged tissues and even entire organs, offering new perspectives for the treatment of injuries and chronic diseases.

Artificial intelligence has become an indispensable tool in medicine due to its ability to process huge amounts of data and identify hidden patterns. For example, deep learning algorithms are used to analyze medical images, such as X-rays and MRIs, with a high degree of accuracy. These systems help Doctors make faster and more accurate diagnoses, which leads to improved quality of care and reduced mortality.

The development of telemedicine technologies makes it possible to provide medical care to patients regardless of their geographical location. Thanks to video conferencing and remote health monitoring, Doctors can consult patients in remote areas, providing access to specialized care. This is especially important for countries with vast territories and uneven distribution of medical resources.

Despite impressive achievements, medical science faces a number of global challenges. One of the key issues remains the availability of advanced technologies for all segments of the population. There are also ethical dilemmas Associated with the use of genetic information and manipulation of the human genome. It is important to find a balance between the desire for progress and respect for the rights and dignity of each individual. Thus, modern medical technologies continue to develop at a rapid pace, promising significant improvements in the quality and duration of people's lives. However, the successful implementation of these innovations requires international efforts to ensure equal access to medical services and adherence to high ethical standards.

One of the most notable areas where significant progress has been made is medicine. With the development of personalized medicine, Doctors can now tailor treatment specifically for individual patients based on their genetic makeup. This approach has proven particularly effective in the treatment of cancer, as it allows for more precise targeting of tumors while minimizing damage to healthy cells.

Artificial Intelligence and Machine Learning

The field of artificial intelligence (AI) has seen exponential growth in recent years. AI systems are becoming increasingly sophisticated, capable of performing complex tasks that were previously the sole preserve of humans. One prominent example is the application of machine learning algorithms in autonomous vehicles. These algorithms allow cars to navigate safely on the road without human intervention, reducing the number of accidents caused by driver error.

In healthcare, AI-powered diagnostic tools are transforming the way diseases are detected and treated. For example, deep learning models can analyze medical

images such as X-rays or MRIs faster and more accurately than human radiologists, helping Doctors make faster diagnoses and improve patient outcomes.

Modern neural networks, which underpin many AI applications, have become even more powerful thanks to advances in computing power and big data. Deep learning, a type of machine learning, is widely used in speech recognition, text analysis, and visual processing. For example, automatic translation systems and voice control devices are becoming more and more sophisticated, approaching the level of human understanding.

AI-powered virtual assistants and chatbots are increasingly integrated into everyday life. They can help users manage smart homes, plan their schedules, find information, and more. Assistants like Siri, Alexa, and Google Assistant are becoming increasingly intelligent and adaptive, understanding the context of queries and providing relevant answers.

The financial industry is actively implementing AI to improve operational efficiency and reduce risks. Machine learning algorithms are used to analyze large amounts of financial data, predict market trends, and detect fraud. Robo-advisors − automated investment platforms − provide personalized investment recommendations based on users' preferences and financial goals.

Despite its many advances, AI also raises a number of questions regarding data privacy, security, and ethics. The most important issues remain how to control AI, prevent bias in algorithms, and ensure fairness in decision-making. International organizations and governments are working to create regulatory frameworks that govern the use of AI technologies. Thus, artificial intelligence continues to transform many aspects of our lives, offering solutions to complex problems and improving the quality of services. However, for AI to be successfully integrated into society, it is necessary to consider the social, economic, and ethical implications of its use.

Sustainable Energy Solutions

As global concern about climate change grows, researchers are focusing their efforts on developing sustainable energy solutions. Renewable energy sources such as solar power and wind turbines are showing significant improvements in both efficiency and affordability. Solar panels, for example, have become cheaper and more accessible, making them a viable option for residential and commercial buildings.

Additionally, advances in energy storage technologies allow renewable sources to provide a stable supply of energy even when environmental conditions are less than optimal. The Tesla Powerwall home battery system exemplifies this trend by allowing homeowners to store excess electricity generated during peak solar hours for later use.

Hydrogen energy is becoming an increasingly popular alternative to traditional fuels. As a clean energy source, hydrogen has enormous potential to decarbonize transportation and energy infrastructure. Current methods for producing

hydrogen include electrolysis of water using renewable electricity, making the process carbon neutral.

As global concern about climate change grows, researchers are focusing their efforts on developing sustainable energy solutions. Renewable energy sources such as solar power and wind turbines are showing significant improvements in both efficiency and affordability. Solar panels, for example, have become cheaper and more accessible, making them a viable option for residential and commercial buildings.

Additionally, advances in energy storage technologies allow renewable sources to provide a stable supply of energy even when environmental conditions are less than optimal. The Tesla Powerwall home battery system exemplifies this trend by allowing homeowners to store excess electricity generated during peak solar hours for later use.

Hydrogen energy is becoming an increasingly popular alternative to traditional fuels. As a clean energy source, hydrogen has enormous potential to decarbonize transportation and energy infrastructure. Current methods for producing hydrogen include electrolysis of water using renewable electricity, making the process carbon neutral.

Smart grids play a key role in integrating renewable energy sources into existing infrastructure. These networks use sensors and analytics software to optimize energy distribution in real time. This allows for efficient supply and demand management, minimizing losses and maintaining grid stability.

In addition to developing new energy sources, investing in energy efficiency is also an important part of a sustainable future. Improving building insulation, introducing LED lighting and developing more efficient home appliances can significantly reduce energy consumption without compromising comfort and convenience.

While renewable energy sources have great potential, there are challenges such as the high cost of initial investment and the need for significant infrastructure changes. However, international cooperation and government initiatives to support green technologies are creating favorable conditions for accelerating the transition to sustainable energy.

Sustainable energy solutions therefore offer a path to a greener and fairer society, while reducing dependence on fossil fuels and reducing environmental impacts.

As climate change becomes an increasingly serious issue around the world, researchers are focusing on developing sustainable energy solutions. Renewable sources such as solar power and wind turbines have shown significant improvements in both efficiency and affordability. For example, solar panels have become cheaper and more accessible, making them a viable option for both residential and commercial buildings.

Space exploration

Humanity's desire to explore the vastness of the universe remains unchanged. Recent achievements in the space sector include successful missions to Mars, such as the landing of NASA's Perseverance rover in February 2021. The goal of this mission is not only to search for traces of ancient microbial life, but also to collect soil samples that will later be returned to Earth for detailed study.

Private companies such as SpaceX are also making significant contributions to the development of space exploration. Elon Musk's company has developed reusable rockets, which have significantly reduced the cost of launching cargo into orbit. This innovation paves the way for manned missions to Mars in the coming decades.

Space programs such as NASA's Artemis are aimed at returning humans to the Moon and establishing a permanent presence there. The mission includes building a lunar base and testing technologies needed for future flights to Mars. This will allow for a better understanding of the Moon's resources and preparation for deep space expeditions.

The study of small celestial bodies such as asteroids and comets is an important area of space research. These objects may contain valuable resources such as water and minerals that could potentially be used to support long-term space missions. In addition, the study of asteroids helps to better understand the formation history of the solar system and the threat they may pose to Earth.

Modern telescopes such as the James Webb Space Telescope allow astronomers to study exoplanets – planets outside the solar system. The goal of these studies is to detect planets similar to Earth that can support life. Some of the exoplanets found are in the habitable zone of their stars, making them potential candidates for searching for signs of extraterrestrial life.

The idea of colonizing other planets such as Mars is becoming more and more realistic thanks to advances in space technology and biotechnology. Developments in terraforming, that is, changing the atmosphere and climate of planets to make them habitable for terrestrial organisms, are already underway. This opens up the prospect of establishing permanent human settlements beyond Earth.

The emergence of private space companies such as Blue Origin and Virgin Galactic is driving the development of space tourism. These companies are developing vehicles for suborbital and orbital flights, making space travel accessible to more people. Space tourism can become an important source of funding for further scientific research and space exploration.

Despite impressive progress, the space industry faces many challenges, including financial constraints, technical difficulties, and political disagreements. However, international collaborations and private initiatives continue to advance scientific research and space exploration. The future promises new discoveries and amazing achievements that will change our understanding of the universe and humanity's place in it.

Private companies such as SpaceX are also playing a key role in advancing space exploration. Elon Musk's company has developed reusable rockets, which have significantly reduced the cost of launching payloads into orbit. This innovation could pave the way for manned missions to Mars within the next decade.

References

1. Андреев С.А. Интернет вещей: современные тенденции и перспективы // Телекоммуникации и сети. 2021. № 2. С. 34–41.

2. Беляков В.Г. Искусственный интеллект и робототехника: перспективы развития // Наука и техника. 2019. № 12. С. 23–29.

3. Дубинин Е.Ю., Матвеева Л.Е., Сазонов С.А. Развитие возобновляемых источников энергии в России // Энергетика будущего. 2020. № 11. С. 37–44.

4. Зорина М.А. Трехмерная печать: от прототипирования до производства // Инженерные технологии. 2021. № 5. С. 30–38.

5. Котович П.Р., Шульгин А.И. Наноматериалы и их применение в медицине // Вестник медицинских технологий. 2021. № 3. С. 18–25.

6. Мирошниченко А.Д. Генетические исследования и биотехнология: новые горизонты // Биология XXI века. 2020. № 4. С. 15–22.

7. Нестационарная аэродинамика баллистического полета / Ю.М. Липницкий и др.. М., 2003. 176 с.

8. Петровский В.И. Экологические инновации: устойчивое развитие и технологии // Природа и общество. 2020. № 7. С. 90–97.

9. Шевченко Р.Л. Искусственный интеллект в медицине: диагностика и лечение // Медицинские инновации. 2021. № 6. С. 56–63.

Zinin M.V.
Student
michazin2007@gmail.com
*Scientific Advisor**: Kozlova M.N.***
Senior Lecturer
Financial University under the Government of the Russian Federation
Russia, Moscow
mnkozlova@fa.ru

THE ROLE OF GREEN ECONOMY AS A FOUNDATION FOR SUSTAINABLE INDUSTRIAL DEVELOPMENT

Abstract. The article analyzes the role of the green economy as the basis for sustainable industrial development and interrelation of environmental, social and economic aspects in production processes. The purpose of the work is identifying mechanisms for integrating «green» technologies into industrial activities, taking into account global challenges. The results of the work include the justification of the need for public-private partnership for the modernization of industries and the development of recommendations to minimize anthropogenic impact. The novelty lies in an integrated approach to assessing the economic effectiveness of greening industry.

Keywords: green economy; sustainable development; industry; greening; closed cycles; digital transformation; government support.

Introduction

«A green economy characterized by reduced environmental risks and resource scarcity is a key factor in sustainable industrial development,» the United Nations Environment Programme concluded in its 2011 report. «The introduction of the principles of the green economy stimulates innovations aimed at improving energy efficiency, reducing greenhouse gas emissions and rational use of natural resources in industry,» this statement was made in the report of the Organization for Economic Cooperation. Based on the rhetoric of these reports (Table) Fig. 1, it seems that the green economy contributes to both minimizing environmental risks and increasing enterprise efficiency by reducing energy efficiency costs, but is everything really that great? After studying the new UNEP 2024 report, it can be seen that the main developing industrial giants (China, India, Russia, Brazil) have only worsened the situation, and compared to Over the past periods, they began to emit more greenhouse gases, and developed countries (USA, EU) began to pollute the atmosphere less.

Table

Total emissions per capita and historical data for individual countries and regions

	Total GHG emissions in 2023	Change in total GHG emissions, 2022–2023	Per capita GHG emissions in 2023	Historical CO_2 emissions, 1850–2022
	$MtCO_2e$ (% of total)	%	tCO_2e/capita	$GtCO_2$ (% of total)
China	16,000 (30)	+5.2	11	300 (12)
United States of America	5,970 (11)	-1.4	18	527 (20)
India	4,140 (8)	+6.1	2.9	83 (3)
European Union (27 members)	3,230 (6)	-7.5	7.3	301 (12)
Russian Federation	2,660 (5)	+2	19	180 (7)
Brazil	1,300 (2)	+0.1	6.0	119 (5)
African Union (55 members)	3,190 (6)	+0.7	2.2	174 (7)
Least developed countries (45 countries)	1,720 (3)	+1.2	1.5	114 (4)
G20 (excl. African Union)	40,900 (77)	+1.8	8.3	1,990 (77)

What are these trends related to?

The answer lies in the economic benefits of developing countries such as China, who do not want to lose economic growth, because greening, although it promotes innovation and new jobs, is an extremely long process (the environmental policy of the European Union (EU) began in 1973 with the «Environmental Action Program»). It follows from this that countries with still undeveloped markets for environmental benefits, lack of technologies for greening, and a small legal base in the field of environmental production. It is easier for such countries to maintain economic growth through extensive reproduction, such countries are

usually referred to as «red economies». The problem of the transition from the «red economy» to the «green economy».

Countries where economic growth has stabilized and an extensive method is either not possible or not effective, then such countries have to face the problem of switching from outdated policies to new ones, but such a transition has many difficulties, such as:

High initial costs:

The transition requires massive investments in infrastructure, technology, and retraining. For example, upgrading energy systems to use renewable sources in China requires up to $1.7 trillion by 2060. For small and medium-sized businesses (SMEs), these costs become critical due to limited access to financing.

Risks to macroeconomic stability:

Accelerated abandonment of fossil fuels can lead to asset depreciation («stranded assets») and an increase in government debt due to the need to subsidize the transition.

Technological and structural limitations:

Dependence on outdated technologies: Carbon-intensive processes dominate in industry and energy. For example, 60% Energy in China is still generated from coal.

From this, we can conclude that the transition from one type of economy to another will be very difficult in many plans, but it is necessary because without it, the economy will collapse, as shown in Fig. 1.

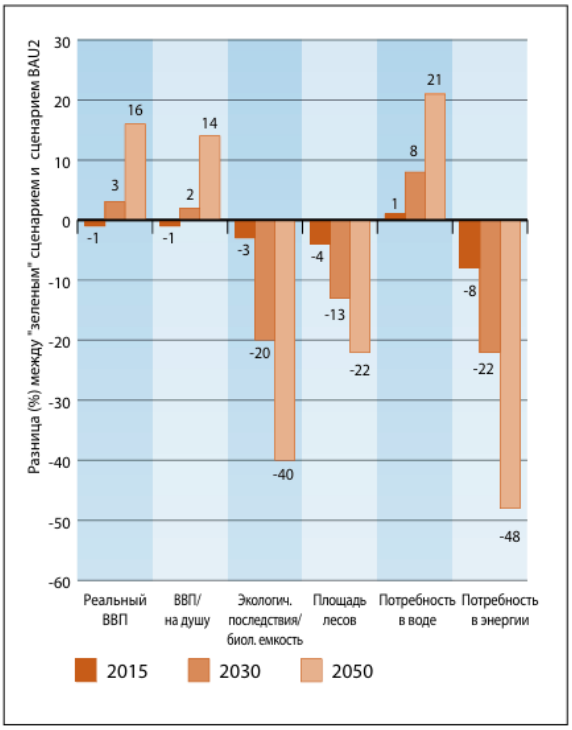


Fig. 1. The difference (in percentages, + / –) between individual indicators in the scenario of «greening» the economy and in the scenario of normal development

From this graph, it can be seen that an attempt to avoid structural changes in production will lead to a decrease in GDP and a deterioration in people's quality

of life. At the moment, many countries, due to the introduction of sustainable development in industry, are trying to prevent the negative scenario shown on the graph, and there are quite a lot of such countries (Fig. 2).

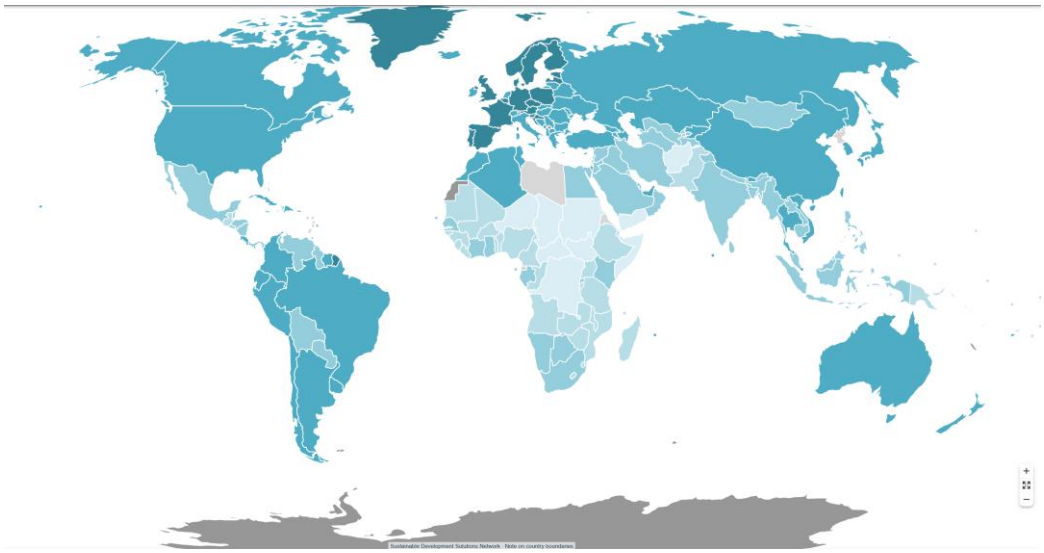


Fig. 2. Map on the level of sustainable development in different countries

This map shows the ranking of countries on sustainable development. It can be noted that developed countries are in the lead, but countries such as China, Russia and Brazil, which are the main developing economies, also have a good rating.

Conclusion

From my report, it can be concluded that although many countries are now using the «red economic model», they are also aware that such a method will not last forever, so they are also trying to invest in the «green economy» and develop sustainable development in production.

References

1. Emissions Gap Report 2024 // URL: https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404 (date of request 31.03.2025)

2. United Nations Environment Programme Annual report 2011 //UNEP Annual Report

3. Бурматова О.П., Экологические аспекты формирования инновационной экономики // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zelenoy-ekonomiki-v-dostizhenii-ustoychivogo-razvitiya/viewer (date of request 31.03.2025)

4. Шнайдер В. В. Роль зеленой экономики в достижении устойчивого развития // URL: https://cyberleninka.ru/article/n/rol-zelenoy-ekonomiki-v-dostizhenii-ustoychivogo-razvitiya/viewer (date of request 31.03.2025)

Chepik F.A.
Student
chepikfedor16062006@gmail.com
*Scientific Advisor**: Oparina O.I.***
Candidate of Filological Sciences, Associate Professor
Lomonosov Moscow State University,
Russia, Moscow
oloparina@yandex.ru

ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN MEDICINE AND ART

Abstract. The idea of mechanizing human thought was originated in the time of Aristotle. As a result of the advent of computers and the development of technologies at the end of the 20th century, one of the most prospective areas of scientific research appeared – artificial intelligence. In this article, I will deal with the achievements of AI in medicine and art. The main goal of the article is to show how this technology has already changed our lives, as well as to talk about the discoveries that will occur in the near future due to the introduction of AI.

Keywords. drop in blood pressure; skin cancer detection; ultrasound examination; symphony reconstruction.

Introduction

Nowadays, the importance of AI is difficult to overestimate. Cancer diagnosis, road network management and banking are just some examples of its use. AI is used everywhere, it becomes the tool that have restructured all areas of human knowledge and has become the catalyst for the development of science.

Medicine

The tasks of modern medicine are complex. Each patient's disease reveals itself in its own way, and therefore there is no single specific algorithm for its treatment and detection. Therefore, the advent of AI in medicine has become a breakthrough in diagnostics and examinations. Now a machine trained on the medical records of tens of thousands of patients compares and analyzes the data, giving an assessment, while the human brain is simply not capable of storing such a volume of information.

Here are some examples of AI applications:

1. Predicting a drop in blood pressure. The researchers used AI that analyzed data from more than 1,300 patients. The algorithm was repeatedly tested on a set of 1,000 patients. The AI was able to correctly predict a sudden drop in blood pressure in 87% of cases.

Skin cancer detection. The machine was provided with more than 100,000 images of harmless moles and life-threatening melanomas and later showed the same photos to professional dermatologists who tried to identify cancer from the images. The machine coped with the task better than the specialists. It correctly recognized malignancies in 95% of cases, while people showed the result only in 86%.

AI in the ultrasound examination of pregnant women: Already today, some British hospitals are using a new method of testing the fetus for pathology. The ScanNav system works on the basis of artificial intelligence, and it contains more than 350 thousand images of embryos with deviations. So far, ScanNav is working in test mode, but in the future it may become much more widespread and will be especially useful for countries experiencing a shortage of Doctors.

ART

The apogee of the development of artificial intelligence in art can be considered an unprecedented international project in 2019 for the complete reconstruction of the 10th Symphony, which was not finished by Beethoven during his lifetime. The program's algorithms were written using artificial intelligence technology developed on the basis of more than 240 compositions from Beethoven's works. The reconstruction team included music historians, musicologists, composers, and computer scientists. Two years later, the project was completed, and the premiere of the complete reconstruction was presented to the public on October 9, 2021 in Bonn. Some listeners were so delighted that they cried during the audition while music experts all over the world agreed that this piece really corresponds to Beethoven's style.

Conclusion

Overall, AI is really an enormous step forward in the development of humanity. The examples, demonstrated in the article, have proved that AI can be of great help for a human being in 2 drastically different spheres such as medicine and music.

References

1. Beethoven’s unfinished Tenth Symphony completed by artificial intelligence – Classic FM // URL: https://www.classicfm.com/ (date of request 02.05.2025)
2. From Cancer to Consumer Tech: A Look Inside IBM's Watson Health Strategy // URL: https://www.healthcarestrategy.com/blog/an-inside-look-at-ibms-watson-health (date of request 03.04.2025)
3. How Artificial Intelligence Completed Beethoven's Unfinished Tenth Symphony | Innovation | Smithsonian Magazine // URL: https://www.smithsonianmag.com/innovation/how-artificial-intelligence-completed-beethovens-unfinished-10th-symphony-180978753 (date of request 02.05.2025)
4. Is artificial intelligence necessary for healthcare system? // URL: https://www.mediasphera.ru/issues/meditsinskie-tekhnologii-otsenka-i-vybor/2024/4/1221906782024041040 (date of request 11.05.2025)

Секция 2
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ПРОИЗВОДСТВА И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Абдивайитов Х.Т.
студент
Научный руководитель: ***Мнацаканян В.У.***
д.т.н., профессор
Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Россия, Москва
huma.official09@gmail.com

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ФУТЕРОВКИ ВАЛКОВ ВАЛКОВЫХ ПРЕССОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Аннотация. Статья посвящена анализу технологических решений и обоснованию локализации ремонта футеровки валков валковых прессов высокого давления на Центральном ремонтно-механическом заводе (ЦРМЗ) в г. Алмалыке (Республика Узбекистан). Цель исследования – определение рациональных методов ремонта для снижения затрат и простоев Алмалыкского горно-металлургического комбината (АГМК) при переработке медно-порфировых руд.

Ключевые слова: валки; износ; восстановление; наплавка; твердосплавные шипы; полимерные покрытия.

Abdivaitov Kh.T.
Student
Scientific Advisor: ***Mnatsakanyan V.U.***
Doctor of Technical Sciences, Professor
National Research Technological University «MISIS»
Russia, Moscow
huma.official09@gmail.com

EFFECTIVE TECHNOLOGIES FOR REPAIRING OF THE ROLLS HIGH-PRESSURE ROLLER PRESSES LINING

Abstract. The article is devoted to the analysis of technological solutions and the justification to the localization of the repair of high-pressure roller presses rolls at the Central Mechanical Repair Plant (CMRP) in Almalyk (Republic of Uzbekistan). The purpose of the study is to determine rational repair methods to reduce costs and downtime of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (AGMK) during the processing of copper porphyry ores.

Keywords: rolls; wear; restoration; surfacing; carbide spikes; polymer coatings.

Введение

Валковые прессы высокого давления *(англ. – High Pressure Grinding Rolls, (HPGR*) представляют собой современное оборудование для измельчения твердых материалов, характеризуются энергоэффективностью и способностью улучшать технологические показатели процесса обогащения. Технология была предложена немецким ученым Клаусом Шёнэртом в 1980-х годах как альтернатива традиционным методам дробления и измельчения, основанным на механическом ударе или истирании [12]. Идея Шёнэрта заключалась в использовании межчастичностного давления для разрушения минералов, что позволило значительно снизить энергозатраты и повысить производительность процесса измельчения руды. С конца 1980-х технология активно внедряется в горнодобывающую промышленность, включая переработку руд цветных металлов, железных руд и алмазоносных пород.

Характеристика валковых прессов высокого давления

Принцип действия HPGR основан на создании высокого давления между двумя вращающимися в противоположных направлениях валками, поверхность которых покрыта износостойкой футеровкой. При этом давление в рабочей зоне достигает 50-250 МПа, что приводит к компрессионному разрушению частиц материала за счет их взаимного сжатия, а не механического воздействия, характерного для щековых дробилок или шаровых мельниц [16].

Типичные HPGR-прессы для переработки руд цветных металлов имеют диаметр валков 2000-3000 мм и ширину 1500-2000 мм, что позволяет обрабатывать до 10 000 тонн руды в час при мощности двигателей 3000-5000 кВт. Такое оборудование обеспечивает крупность продукта в диапазоне 4-10 мм, что идеально подходит для последующих стадий измельчения и обогащения.

Основные преимущества HPGR-прессов:

- Энергоэффективность: энергозатраты на измельчение на 20-50% ниже, чем у традиционных шаровых мельниц [9,10], благодаря тому, что энергия расходуется непосредственно на разрушение частиц, а не на нагрев или износ оборудования.
- Улучшение извлечения металлов: межчастичностное давление создает микротрещины в структуре минералов, что повышает доступность реагентов при флотации [5,7]. Например, при переработке медных руд микротрещины увеличивают извлечение меди на 5-10% [15].
- Компактность: HPGR- прессы занимают меньшую площадь по сравнению с традиционными мельницами, что снижает капитальные затраты на строительство обогатительных фабрик.
- Универсальность: оборудование эффективно для широкого спектра материалов, включая высокопрочные породы с индексом Бонда 15-20

кВт·ч/т, такие как медно-порфировые руды, содержащие значительные количества кварца и пирита.

Внедрение HPGR-прессов на крупных обогатительных фабриках, таких как АГМК, позволяет не только повысить эффективность переработки, но и снизить экологическую нагрузку за счет уменьшения энергопотребления и выбросов углекислого газа. При этом ключевым вопросом остается обеспечение долговечности футеровки валков, что подчеркивает актуальность задачи локализации ремонтных технологий на местных предприятиях, таких как Центральный ремонтно-механический завод (ЦРМЗ), для сокращения зависимости от зарубежных поставщиков и оптимизации затрат.

Футеровка рабочей части валковых прессов

Футеровка валков HPGR является ключевым элементом, определяющим их износостойкость, долговечность и эффективность работы в условиях высоких нагрузок. Основная ее функция – защита поверхности валков от абразивного износа, вызванного контактом с твердым материалом, и обеспечение равномерного распределения давления в рабочей зоне. Конструкция и материалы футеровки подбираются с учетом свойств перерабатываемой руды и интенсивности эксплуатации, что делает их разработку и ремонт важной инженерной задачей [3,13].

Типичная конструкция футеровки включает следующие компоненты:

- *Шипы из твердого сплава* – это основной износостойкий слой, состоящий из цилиндрических или конических шипов диаметром 10-20 мм и высотой 20-25 мм. Шипы изготавливаются из порошкового сплава карбида вольфрама с кобальтом (WC-Co) с микротвердостью 1200-1500 HV, что обеспечивает исключительную устойчивость рабочей поверхности валков к абразивному износу. Плотность установки шипов варьируется от 40 до 60 штук на квадратный дециметр, что позволяет равномерно распределять давление и защищать основание валка. Например, исследования показывают, что шипы из карбида вольфрама выдерживают нагрузки до 250 МПа без значительного разрушения при правильной установке [13].
- *Основание валка* выполняется из высокопрочной легированной стали, такой как 42CrMo4 или аналогичные марки с пределом прочности 900-1100 МПа. Основание обеспечивает механическую устойчивость валка и служит базой для крепления шипов, выдерживая высокие нагрузки и вибрации. Толщина стального слоя обычно составляет 50-100 мм, что позволяет проводить многократный ремонт поверхности без потери прочности.
- *Защитные сегменты или боковые пластины*. В некоторых конструкциях применяются сменные сегменты или боковые пластины, защищающие края валка от износа и перекоса. Эти элементы могут быть покрыты дополнительным слоем карбида вольфрама или износостойкими сплавами,

что повышает общую долговечность футеровки. Например, модульные сегменты позволяют заменять только изношенные участки, что упрощает ремонт и снижает затраты.

Конструкция футеровки варьируется в зависимости от производителя и условий эксплуатации. Некоторые компании используют сплошную шипованную поверхность, где шипы устанавливаются непосредственно в стальное основание с помощью клея или механической фиксации [3,6]. Другие применяют сегментированную футеровку, состоящую из отдельных панелей, которые можно заменять без демонтажа всего валка. Сегменты продлевают срок службы оборудования на 15-20% [4]. В ряде случаев между шипами и основанием наносится промежуточный слой из сварных материалов (например, сплавов хрома), что усиливает защиту стали от эрозии и повышает адгезию шипов [14].

Скорость износа шипов может достигать 0,1-0,5 мм/1000 часов работы, а основание теряет до 1-2 мм за год при интенсивной эксплуатации [4,2].

Срок службы футеровки зависит от множества факторов, включая твердость руды, давление в рабочей зоне и частоту обслуживания. В среднем, при переработке абразивных руд шипы изнашиваются через 4000-6000 часов (6-12 месяцев при круглосуточной работе), тогда как стальное основание может служить 3-5 лет при условии своевременного ремонта [8]. Это подчеркивает необходимость разработки технологий восстановления футеровки, которые позволяли бы оперативно устранять износ без полной замены валков.

Анализ современных методов ремонта футеровки валков

Ремонт футеровки HPGR представляет собой сложный технологический процесс, требующий высокой точности, специализированного оборудования и ремонтного персонала высокой квалификации. На основе анализа мировой практики можно выделить четыре основных метода ремонта, применяемых ведущими производителями и сервисными компаниями для восстановления валков HPGR: замена шипов, наплавка, замена сегментов и использование полимерных покрытий или композитных материалов. Каждый метод имеет свои особенности, преимущества и ограничения, которые необходимо учитывать при разработке решений для локального производства.

1. Замена шипов. Метод заключается в удалении изношенных или поврежденных шипов из карбида вольфрама и установке новых. Процесс включает нагрев участка валка до 180-200°C, их извлечение пневматическими инструментами и установку новых шипов с помощью гидравлических прессов [6,8]. Достоинством метода является минимальное вмешательство в конструкцию валка, низкие затраты на материалы (шипы стоят около 300 рублей за штуку), возможность локального ремонта без полной разборки оборудования. Исследования показывают, что замена шипов продлевает

срок службы футеровки на 20-30% при умеренном износе [6]. К числу недостатков методов можно отнести необходимость обеспечения высокой точности установки (допуск до 0,5 мм), так как отклонения могут привести к неравномерному износу и снижению эффективности HPGR. Также необходимость в запасах шипов, совместимых с конкретной конструкцией футеровки. Метод широко используют для регулярного обслуживания HPGR при переработке руд средней твердости, таких как железные или медные руды с умеренной абразивностью.

2. Наплавка. Технология включает нанесение компенсирующего слоя на изношенные участки валка с последующей установкой новых шипов. Сначала наносится соединительный слой толщиной 3-5 мм из низкоуглеродистой стали, затем устанавливаются шипы в рукава из нержавеющей стали, после чего поверхность покрывается износостойким сплавом (например, на основе хрома или кобальта) с твердостью до 60 HRC [8]. Наплавка выполняется с использованием дуговой или плазменной сварки. Достоинства метода- возможность восстановления больших участков поверхности, включая основание валка, что особенно важно при глубоком износе, при этом восстановленная футеровка может служить до 80% срока новой (около 4800 часов). Метод повышает долговечность и устойчивость к абразивному износу. Недостаток – необходимость приобретения специализированной сварочной установки (стоимостью 3-4 млн рублей), а также контроля термических напряжений для предотвращения деформации или трещин в основании валка [11]. Процесс более трудоемкий и дорогой, чем замена шипов. Эффективен для валков с интенсивным износом, например, при переработке медно-порфировых руд с высоким содержанием кварца.

3. Замена сегментов. Метод предполагает полную замену изношенных сегментов или корпуса валка с использованием подъемного оборудования грузоподъемностью до 140 тонн и станков для механической обработки. Новые сегменты с предварительно установленными шипами монтируются с точностью до 0,1 мм для обеспечения синхронности вращения [1]. Метод обеспечивает высокую надежность и долговечность новых сегментов, упрощение ремонта за счет модульности. В мировой практике сегменты заменяются за 48-72 часа, что минимизирует простои при наличии запасных частей. Существенным недостатком метода является высокая стоимость сегментов (2-3 млн рублей за штуку) и сложность транспортировки, особенно для удаленных регионов. Требуется складское пространство и тяжелая техника, что увеличивает затраты. Используется при критическом износе футеровки, когда локальный ремонт нецелесообразен, например, после 3-5 лет эксплуатации HPGR [17].

4. Полимерные покрытия и композитные материалы. Метод включает нанесение полимерных слоев (например, полиуретана или эпоксидных смол) или композитных материалов на поверхность валка для защиты от коррозии и легкого абразивного износа. Покрытия наносятся распылением или кистью с последующей сушкой. Преимущества: доступная стоимость

материалов (около 5000 рублей за кг), простота нанесения, снижение трения и защита от химической коррозии. Процесс занимает 12-24 часа и не требует сложного оборудования. Недостатки: низкая износостойкость при высоких нагрузках HPGR (срок службы до 1000 часов), что делает метод непригодным для интенсивной эксплуатации. Исследования показывают, что полимеры изнашиваются в 5-10 раз быстрее карбида вольфрама. Применение технологии ограничено вспомогательными задачами, такими как защита краев валка или временное покрытие перед капитальным ремонтом.

Мировой опыт показывает, что замена шипов и наплавка являются наиболее распространенными методами благодаря их гибкости и экономичности. Замена сегментов применяется в случаях, когда износ достигает критического уровня, а полимерные покрытия используются как временная мера. Для локализации ремонта на ЦРМЗ важно выбрать методы, которые можно адаптировать к возможностям завода, минимизируя затраты и сохраняя высокую эффективность HPGR.

Заключение

Из четырех рассмотренных методов наиболее перспективными для локализации на ЦРМЗ являются замена твердосплавных шипов и наплавка компенсирующего слоя. Первый метод эффективен при умеренном износе (20-30% шипов), обеспечивает срок службы 4000 часов, тогда как наплавка подходит для глубокого износа (потеря более 50% шипов и эрозия основания), продлевая срок службы до 4800 часов. Замена сегментов и полимерные покрытия оказались менее приоритетными из-за высоких затрат и низкой износостойкости соответственно.

Список литературы

1. Кузнецов А.М. Обогащение руд: современные подходы. – СПб.: Изд-во ПбГУ, 2019. – 280 с.
2. Широков В.А., Иванов П.С. Технологии измельчения в горной промышленности. – М.: Недра, 2018. – 320 с.
3. Clark I.W. High-pressure grinding rolls: A technology review // Proceedings of the SME Annual Meeting. – Denver, 2007. – P. 1-8.
4. FLSmidth. High Pressure Grinding Rolls: Technical Brochure. – 2023. – 32 p.
5. Klymowsky R., Patzelt N., Knecht J., Burchardt E. An overview of HPGR technology // Proceedings of the International Autogenous and Semiautogenous Grinding Technology Conference. – Vancouver, 2006. – P. 1-15.
6. Köppern GmbH & Co. KG. HPGR Maintenance Manual. – Hattingen, 2020. – 45 p.
7. Maxton D., Van der Meer F.P., Gruendken A. High-pressure grinding rolls in gold ore processing // Proceedings of the Randol Gold Forum. – Perth, 2003. – P. 87-94.
8. Metso Outotec. HPGR Solutions for Mining: Product Catalog. – 2024. – 20.
9. Morrell S. Predicting the specific energy of autogenous mills // Minerals Engineering. – 2004. – Vol. 17. – P. 447-451.
10. Norgate T.E., Weller K.R. Energy use in comminution // Minerals Engineering. – 1994. – Vol. 7. – P. 129-141.
11. Sandvik. Wear Protection for HPGR: Technical Note. – 2025. – 15 p.

12. Schönert K. A first survey of grinding with high-compression roller mills // International Journal of Mineral Processing. – 1988. – Vol. 22. – P. 401-412.
13. SME Mining Engineering Handbook / Ed. by P. Darling. – 3rd ed. – Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, 2011. – Vol. 1. – P. 897-910.
14. TAKRAF GmbH. HPGR Service Guidelines. – Leipzig, 2022. – 28 p.
15. Tavares L.M. Particle breakage in high-pressure grinding rolls // Minerals Engineering. – 2005. – Vol. 18. – P. 651-657.
16. Van der Meer F.P. HPGR in minerals processing // Proceedings of the XXVI International Mineral Processing Congress. – New Delhi, 2012. – P. 123-134.
17. Патент US 7,510,135 B2. High-pressure grinding roll with improved wear resistance / Inventor: J. Knecht. – Issued: March 31, 2009.

Андреев А.А.
студент,
Научный руководитель: ***Чекалова Е.А.***
д.т.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
andreevsasha2016@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНЫХ БИБЛИОТЕК ИНСТРУМЕНТА, КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ТИПОВЫХ ТЕКСТОВ ДЛЯ КОМПАС-3D В УСЛОВИЯХ ПИК ПАО НПО «НАУКА»

Аннотация. В статье рассматривается процесс разработки прикладных библиотек инструментов, конструктивных элементов и типовых текстов для системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D в условиях ПАО НПО «Наука». Автор описывает методику создания и внедрения специализированных библиотек, направленных на оптимизацию проектирования технологической документации. Особое внимание уделяется адаптации инструментов под специфику предприятия, что позволяет сократить временные затраты технолога. Приводятся примеры реализации библиотек, их интеграции в рабочий процесс.

Ключевые слова: КОМПАС-3D; прикладная библиотека; технологическая документация, автоматизированное проектирование.

Andreev A.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Chekalova E.A.***
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
andreevsasha2016@yandex.ru

DEVELOPMENT OF APPLIED LIBRARIES OF TOOLS, STRUCTURAL ELEMENTS AND STANDARD TEXTS FOR COMPASS 3D UNDER PEAK CONDITIONS OF PJSC NPO NAUKA

Abstract. The article examines the process of developing application libraries of tools, structural elements, and standard texts for the KOMPAS-3D computer-aided design system at PJSC Research and Production Association «Nauka.» The author describes the methodology for creating and implementing specialized libraries aimed at optimizing the design of technological documentation. Particular attention is paid to adapting the tools to the specific needs of the enterprise, which helps reduce the time spent by process engineers. Examples of library implementation and their integration into the workflow are provided.

Keywords: KOMPAS-3D; application library; technological documentation; computer-aided design.

Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) играют ключевую роль в машиностроении, авиастроении и других высокотехнологичных отраслях. Одной из наиболее распространенных САПР в России является КОМПАС-3D [1]. Компас применяется не только для создания конструкторской документации, но и для создания эскизов и карт наладок.

ПАО НПО «Наука» – специализирующееся на производстве авиационных и космических систем жизнеобеспечения, активно применяет САПР в своей работе. В современных условиях критически важны не только высокое качество выпускаемой продукции, но и сокращение сроков изготовления изделий. На этапе внедрения новых изделий в производство значительная часть времени тратится на разработку технологической документации и освоение деталей на оборудовании. Для ускорения процессов и минимизации ошибок на предприятии используются специализированные библиотеки инструментов, конструктивных элементов и типовых текстов, созданные на базе КОМПАС-3D.

Целью данной работы является описание методики разработки и внедрения таких библиотек в КОМПАС-3D, а также оценка их эффективности.

Анализ потребностей предприятия

На первом этапе проведен анализ типовых задач, решаемых технологическим бюро предприятия ПАО НПО «Наука». Выявлены наиболее время затратные рутинные операции, выполняемые технологами: заполнение текстов на картах наладок и эскизах.

Создание библиотеки инструмента

Второй этап начался с автоматизации уже имеющегося файла с эскизами инструмента (рис. 1).

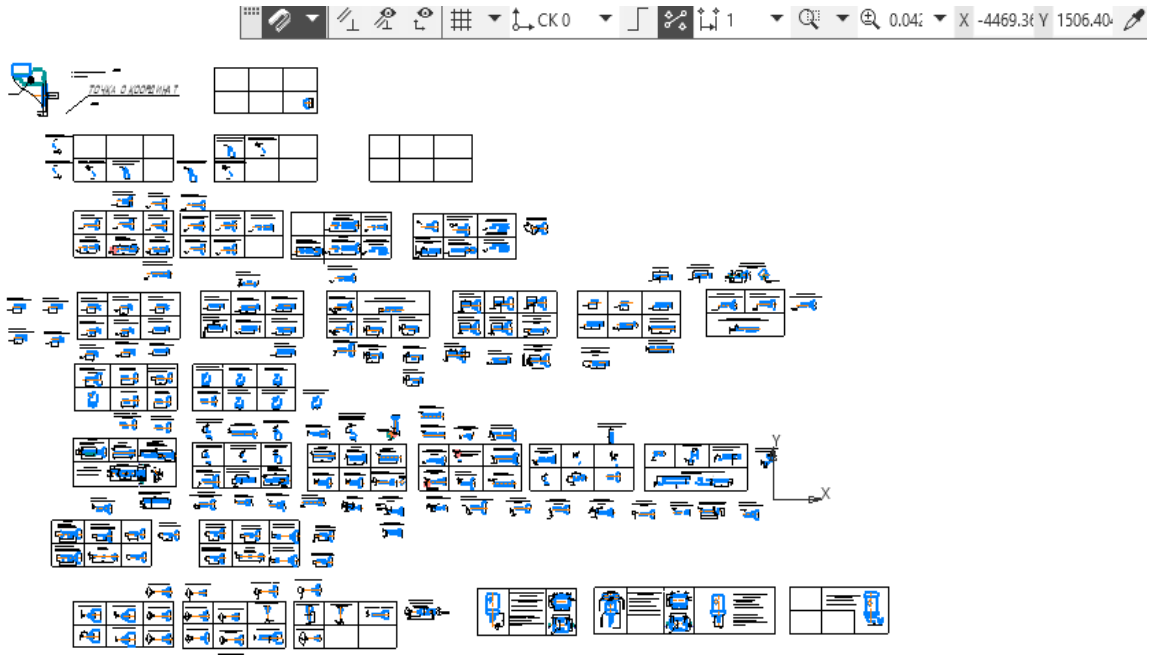


Рис. 1. Изначальный файл с графическим изображениями инструмента

Каждый инструмент был выделен в отдельный макроэлемент с прописанным шифром производителя в свойствах (рис. 2). Это позволило искать инструмент в файле с эскизами при условии, что шифр инструмента был известен технологу.

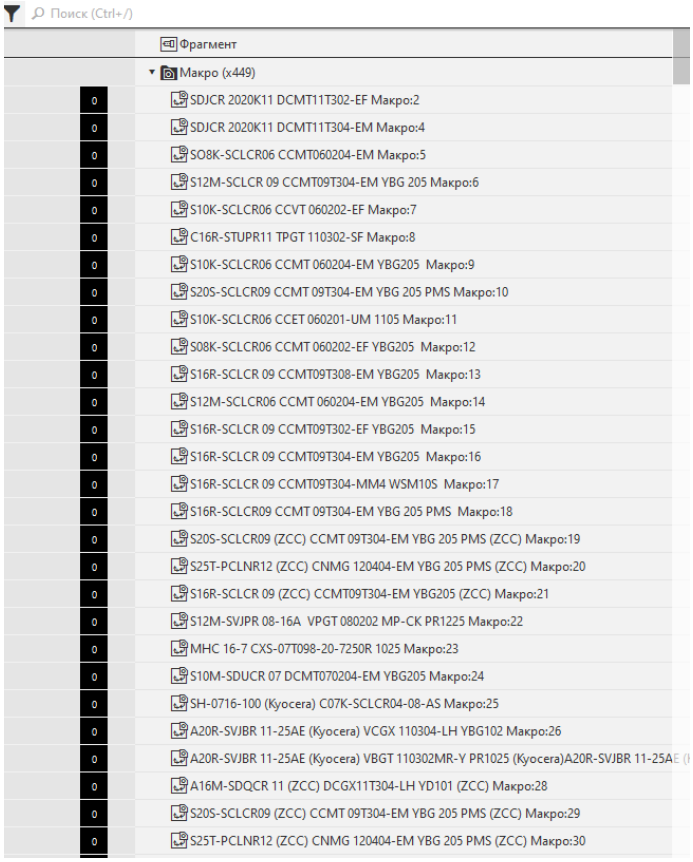


Рис. 2. Макроэлементы добавленные в исходный файл

Главным недостатком такого поиска инструмента было отсутствие всей номенклатуры инструмента предприятия и отсутствия параметров инструмента, что заставляло технологов продолжать использовать каталоги производителей для подбора инструмента. Следующим шагом стало анализ и изучения параметров инструмента нужных технологу для назначения инструмента в процесс обработки детали. На останови полученных данных было разработана структура будущей библиотеки и параметры, которые следует указывать (рис. 3).

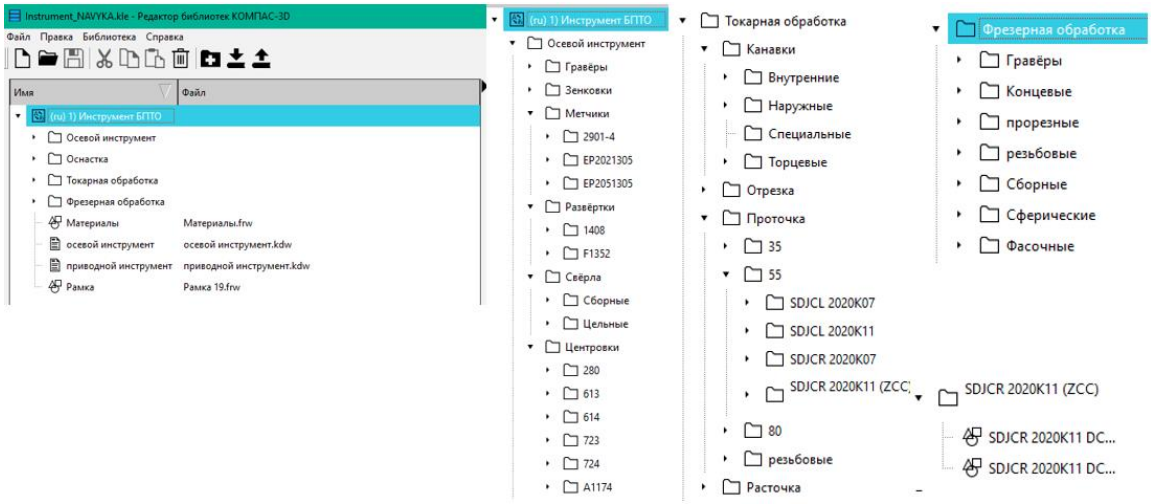


Рис. 3. Структура библиотеки инструмента

Началось создание библиотеки в редакторе библиотек KLibEditor.

Инструмент в библиотеке был разделён по типу инструмента, а затем на выполняемые операции. В операциях инструмент делится по шифру изготовителя инструмента, далее по применяемым в нем режущих пластин для инструмента со сменными пластинками и по типоразмеру для остального инструмента.

Каждая номенклатура инструмента была отрисована графически и добавлена в библиотеку с требуемыми свойствами в библиотеку, что позволило отказаться от использования множества каталогов для уточнения параметров (рис. 4).

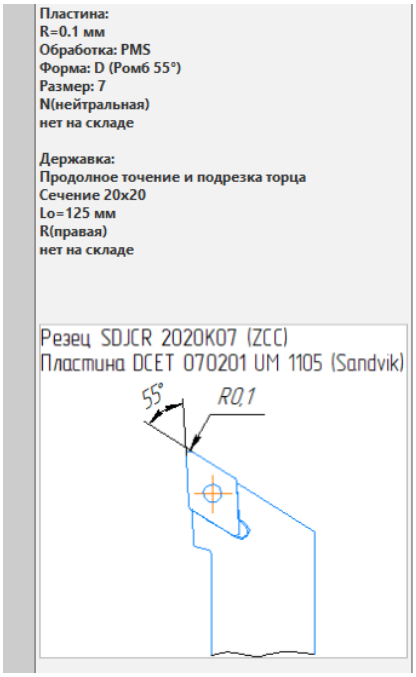


Рис. 4. Структура библиотеки инструмента

Создание типовых текстовых блоков

Тратим этапом стало создание библиотеки типовых текстов. Проанализировав тексты контрольных эскизах (КЭ) и кадрах наладки деталей (КНД), были выявлены типовые фразы. Для сокращения времени на заполнение КЭ и КНД была составлена библиотека текстов (рис. 5).

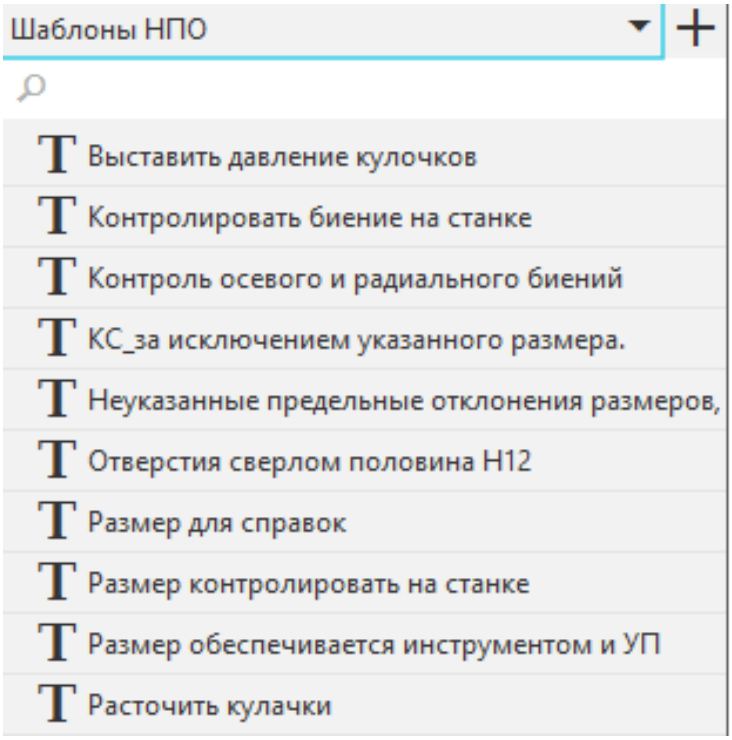


Рис. 5. Библиотека стандартных текстов

Перспективы развития типовых библиотек

На данный момент элементы оснастки включены в библиотеку инструмента, а специальные обозначения такие системы координат, обозначения нулевых точек и другие находятся в виде файла фрагмента для Компас-3D. Следующим шагом, над которым уже идёт работа, это выделение данных элементов в отдельную библиотеку «типовых элементов».

По окончанию создания библиотеки инструмента и включения в неё всей номенклатуры инструмента и работы по исправлению ошибок планируется создание библиотеки инструмента для системы автоматизированного проектирования NX. Что позволит ещё сильнее автоматизировать процесс написания управляющих программ для станков с числовым программным управлением.

Процесс внедрения

Библиотека создавалась как средства упрощения работы и в последствие была поддержана руководством предприятия. Библиотеки находиться на сервере предприятия. Подключения к кампусу происходит без установки библиотеки на персональный компьютер, что обеспечивает единство версий библиотеки и одновременность обновления её у всех пользователей. Обновления библиотек складывается из запросов технологов и добавлением инструмента из перечня, имеющегося на предприятии. На данный момент представлено 800 позиций инструмента включая типоразмеры и расширение библиотек продолжается.

Заключение

Библиотеки значительно сократили затраты технологов на создание технологической документации. Унифицировало карты наладок и позволило вести подбор инструмента централизованно без поиска по множеству каталогов.

Список литературы

1. Аскон. Азбука КОМПАС-3D // KOMPAS.RU: Официальный сайт САПР КОМПАС. URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2020/Азбука%20КОМПАС-3D.pdf (дата обращения: 29.04.2025).

Должиков М.А.
студент
Научный руководитель: ***Палагута К.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва
maxdol2002@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Аннотация. В статье проведено исследование и моделирование процесса рекуперативного торможения в электрических транспортных средствах (ЭТС). Основной целью работы является уменьшение времени процесса торможения ЭТС за счёт оптимизации системы управления рекуперацией. В ходе исследования был выполнен детальный анализ принципов работы и эффективности существующих систем рекуперации у ведущих мировых производителей электромобилей. Рассмотрены основные компоненты и алгоритмы реализации систем управления рекуперацией, выявлены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: рекуперация, электромобиль, тормозная система, MATLAB Simulink, Simcenter Amesim, ПИД-регулятор.

Dolzhikov M.A.
Student
Scientific Advisor: ***Palaguta K.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
maxdol2002@mail.ru

EFFECTIVE TECHNOLOGIES FOR REPAIRING OF THE ROLLS HIGH-PRESSURE ROLLER PRESSES LINING

Abstract. The article studies and simulates the regenerative braking process in electric vehicles (ETS). The main purpose of the work is to reduce the braking time of the ETS by optimizing the recovery control system. In the course of the study, a detailed analysis of the principles of operation and effectiveness of existing recovery systems from the world's leading manufacturers of electric vehicles was carried out. The main components and algorithms for implementing recovery control systems are considered, their advantages and disadvantages are identified.

Keywords: heat recovery, electric vehicle, braking system, MATLAB Simulink, Simcenter Amesim, PID controller.

Введение

Рекуперация, или регенеративное торможение, является важной характеристикой электрических транспортных средств (далее ЭТС), которая позволяет преобразовывать кинетическую энергию обратно в электрическую во

время торможения [1-6]. Система рекуперации увеличивает дальность хода ЭТС, сокращает расход энергии и снижает износ механических тормозов. В связи с растущей популярностью ЭТС и усилиями по снижению углеродного следа от транспортного сектора, эффективное проектирование систем управления рекуперацией становится все более актуальной темой.

Актуальность использования рекуперации в ЭТС неоспорима. По оценкам Международного энергетического агентства (МЭА), в 2023 году было продано более 6,6 миллиона ЭТС, что на 40% больше, чем в 2020 году [7-10, 16]. Этот рост свидетельствует о растущем спросе на экологически чистые транспортные решения (Рис. 1). Рекуперация играет ключевую роль в повышении эффективности ЭТС, позволяя им возвращать часть энергии, которая в противном случае была бы потеряна при использовании традиционных тормозов.



Рис. 1. Прогнозируемая статистика увеличения количества электромобилей в мире

Статистические данные подтверждают широкое использование рекуперации ведущими производителями ЭТС. Например, Tesla, ведущий производитель ЭТС, активно начал внедрение системы рекуперации в своих автомобилях уже в 2015 году. По данным компании, рекуперация может обеспечить до 20% увеличения дальности хода. Другие производители, такие как Nissan, также активно используют рекуперацию в своих моделях. Nissan Leaf, впервые представленный в 2010 году, был одним из первых массовых ЭТС с системой рекуперации. По данным Nissan, рекуперация может обеспечить до 10% увеличения дальности хода.

Кроме того, по данным исследования, проведенного McKinsey & Company, рекуперация была признана одной из ключевых технологий для повышения эффективности ЭТС. Исследование показало, что рекуперация может обеспечить сокращение потребления энергии на 10-20%, что делает ее важным аспектом в проектировании ЭТС [11, 13, 15, 17].

В последние годы наблюдается рост интереса к электромобилям, оснащенным системами рекуперации. Согласно статистике, в России в 2023 году было продано почти 15 тысяч новых легковых электромобилей, что примерно в четыре раза больше, чем в предыдущем году. По данным на 1 января

2024 года, в стране насчитывалось более 39 тысяч электромобилей, что составляет примерно 0,09% от общего автопарка. Ожидается, что к 2030 году количество электромобилей в России достигнет 1,5 млн, или 2,3% от всего автопарка страны.

Среди производителей электромобилей, использующих рекуперацию, можно выделить такие компании, как Nissan, Tesla, BMW, Hyundai/Kia и Volkswagen. Данные автопроизводители отличны тем что привносят множество инноваций для управления данной системой, позволяющих электромобилям их концернов быть более конкурентоспособными, а также удобными для конечного пользователя. Важную роль играет и экологическая составляющая, ведь в наши дни − это достаточно актуальная тема, а система рекуперации позволяет возвращать заряд в батарею, не прибегая к использованию электрических сетей [12, 14].

Описание процесса рекуперации

Анализ данных (рис. 2) показывает, что по целому ряду показателей электрическое транспортное средство превосходит транспортное средство, оборудованное двигателем внутреннего сгорания: рекуперация энергии торможения, экологичность, ускорение, энергетическая эффективность.

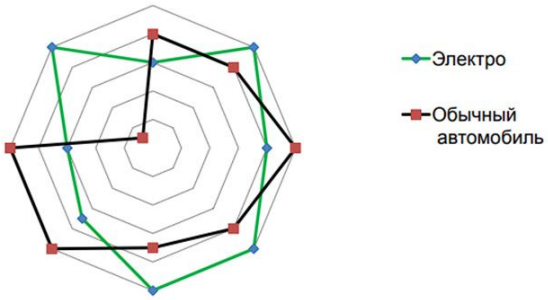


Рис. 2. Диаграмма сравнения потребительских характеристик обычного автомобиля и ЭТС

Рекуперация в электромобиле – это процесс, при котором электрическая энергия, вырабатываемая при торможении или снижении скорости, возвращается обратно в аккумулятор. Когда электромобиль замедляется или тормозит, его двигатель отключается от аккумулятора и переходит в режим генератора, самостоятельно производя энергию (рис. 3, 4). В этом режиме обмотки ротора и статора создают противоположно направленные токи, а на валу электромотора возникает тормозной момент, который замедляет транспортное средство и снижает его скорость.

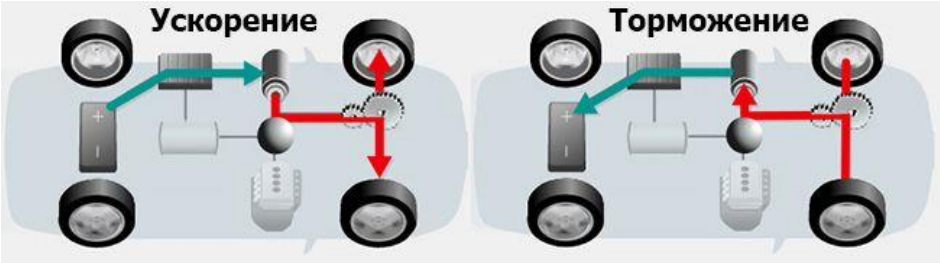


Рис. 3. Принципиальная схема работы рекуперации в ЭТС

Одновременно кинетическая энергия, накопленная в автомобиле, превращается в электрическую энергию и тепло. Электрическая энергия поступает в аккумулятор, увеличивая его заряд.

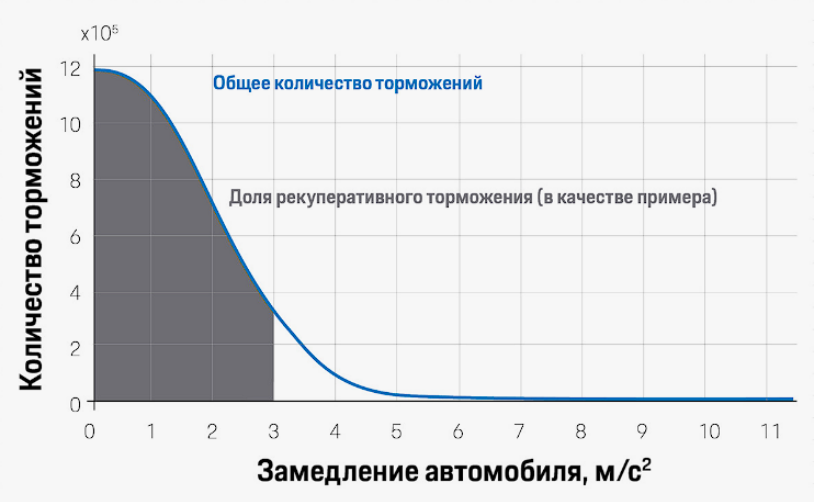


Рис. 4. Анализ использование рекуперации в повседневном режиме вождения

На графике показано общее количество торможений в зависимости от замедления автомобиля, измеряемого в м/с2. По оси ординат откладывается количество торможений, выраженное в сотнях тысяч, а по оси абсцисс − замедление автомобиля.

График начинается с максимального количества торможений при минимальном замедлении (порядка 0–1 м/с2).

Количество торможений резко уменьшается с увеличением замедления, достигнув незначительных значений при замедлениях более 3 м/с2.

Практически отсутствует торможение при замедлении выше 5 м/с2.

Доля рекуперативного торможения:

Заштрихованная область под графиком показывает диапазон замедлений, в которых преимущественно используется рекуперативное торможение.

Эта область охватывает замедления от 0 до 3 м/с2, что подтверждает, что рекуперативное торможение эффективно при низких и средних замедлениях.

Компоненты системы управления рекуперацией

Основные компоненты, участвующие в процессе рекуперации, включают:

1. Двигатель/генератор

В гибридных и электрических автомобилях двигатель может работать как в режиме двигателя, так и в режиме генератора. При торможении или замедлении автомобиля двигатель переключается в режим генератора, вырабатывая электрическую энергию вместо того, чтобы просто рассеивать энергию в виде тепла через тормоза.

2. Аккумуляторная батарея

Вырабатываемая электрическая энергия сохраняется в аккумуляторной батарее для последующего использования. Батарея служит буфером, позволяя двигателю/генератору работать с максимальной эффективностью.

3. Инвертор

Инвертор преобразует постоянный ток (DC) от батареи в переменный ток (AC), который используется двигателем. При рекуперации инвертор работает в обратном направлении, преобразуя переменный ток от генератора в постоянный ток для зарядки батареи.

4. Система управления батареей (BMS)

BMS контролирует состояние батареи, включая уровень заряда, температуру и балансировку ячеек. Во время рекуперации BMS регулирует скорость зарядки, чтобы предотвратить повреждение батареи.

5. Тормозная система

Тормозная система автомобиля интегрирована с системой рекуперации. При нажатии на педаль тормоза часть энергии торможения сначала используется для рекуперации, а затем, если необходимо, для механического торможения.

Моделирование системы управления рекуперацией в среде Simcenter Amesim и MatLab

Следующим этапом работы является создание программного продукта, который позволил бы проводить тестирование эффективности работы рекуперации на базе составленной имитационной модели электрического транспортного средства

Для воссоздания поведения транспортного средства и проверки разработанной математической модели распределения крутящего момента электрических двигателей в целях реализации рекуперативного торможения необходимо собрать и модель транспортного средства, выполненную в среде Simcenter Amesim, учитывающую динамические, статические характеристики и особенности транспортного средства и условий его эксплуатации.

Модель представляет собой замкнутую систему элементов, каждый из которых содержит математическое описание.

Для решения поставленной задачи по созданию запроса отрицательного момента на электродвигатели в различных режимах торможения, была разработана модель электромобиля, имеющего 2 электромотора (на ведущей и ведомой осях) (рис. 5).

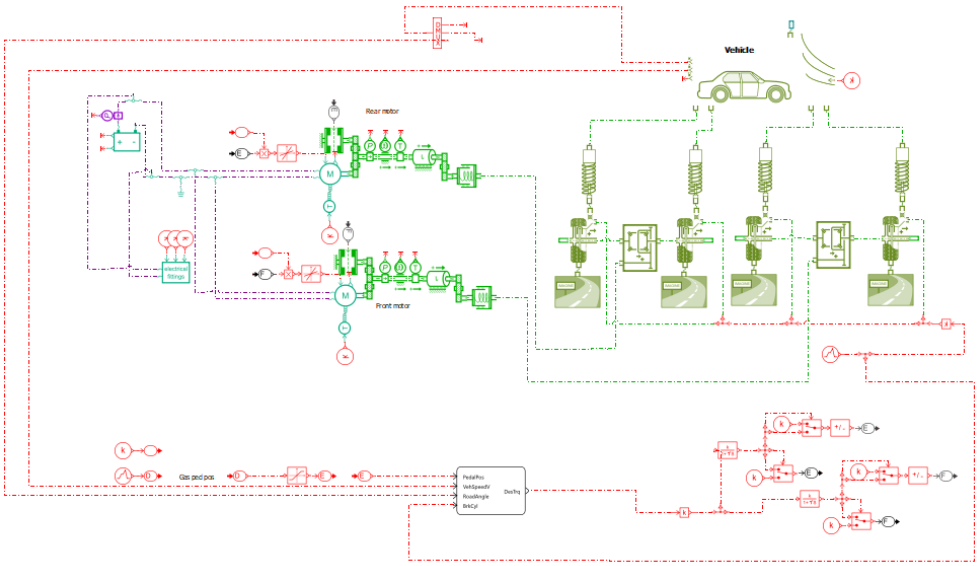


Рис. 5. Схема моделирования ЭТС в ПО Simcenter Amesim

Далее рассмотрим части созданной модели электрического транспортного средства:

В данной части модели (рис. 6) описываются электромоторы ведущей и ведомой осей.

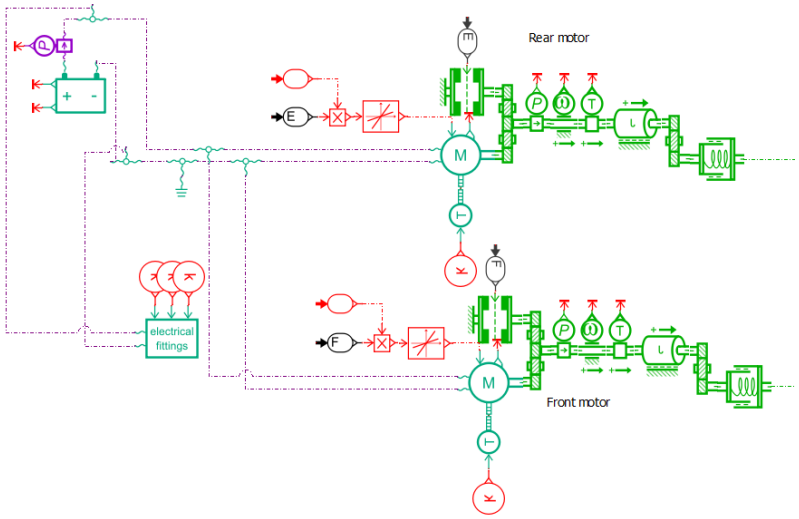


Рис. 6. Схема моделирования электродвигателей, цепи питания необходимой части ходовой системы транспортного средства в ПО Simcenter Amesim

В цепь питания входят такие элементы как аккумулятор и замыкающие клеммы. Электродвигатели подключены к осям через фрикционы, на осях

имеется нагрузка и демпфирующее звено для имитации инерции при движении автомобиля и сопротивления прочих паразитных элементов ходовой части.

В данной части модели (рис. 7) описывается модель кузова транспортного средства, его характеристики.

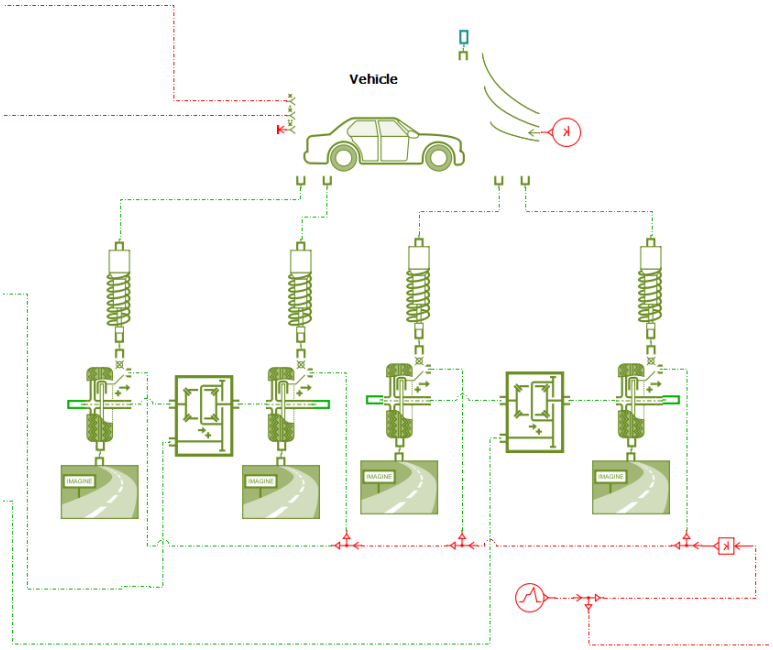


Рис. 7. Модель кузова транспортного средства, колесной базы и системы подвески

Описывается система подвески, включающая дифференциалы на каждую ось, тормозная система для каждого колеса, а также дорожное покрытие под каждым из колес. Учитываются факторы сопротивления воздуха, угла наклона и качество дорожного полотна, сопротивление в дифференциалах, жесткость пружин, вес кузова транспортного средства, аэродинамическое сопротивление кузова.

Блок (рис. 8) предоставляет возможность интегрировать выходы и входы созданной в Amesim имитационной модели в модель системы управления, созданной в MatLab Simulink.

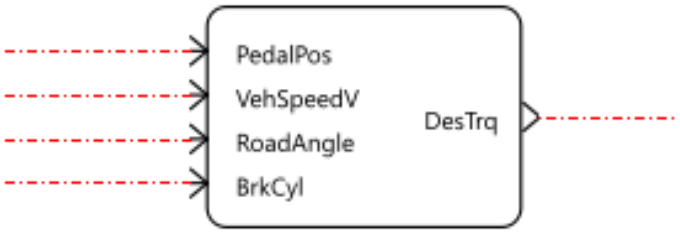


Рис. 8. Блок интерфейса Simulink

Это позволяет протестировать систему управления на имитированном физическом объекте, повторяющим физические и технические характеристики реального автомобиля.

Настройка модели электромобиля в среде Simcenter Amesim

1. Настройка параметров электродвигателей (рис. 9).

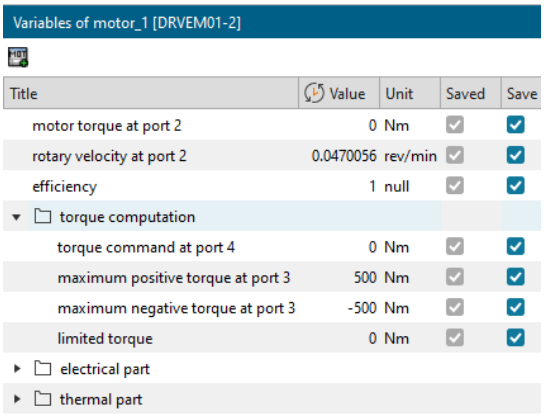


Рис. 9. Параметры электродвигателя

Начальный момент вращения двигателя составляет 0 Нм.

Максимальный и минимальный момент вращения составляет 500Нм и -500Нм соответственно.

Для второго мотора в текущей модели указываются такие же параметры, так как электромобиль полноприводный с равным распределением крутящего момента на двигателях.

2. Настройка параметров кузова электромобиля (рис.10, 11).

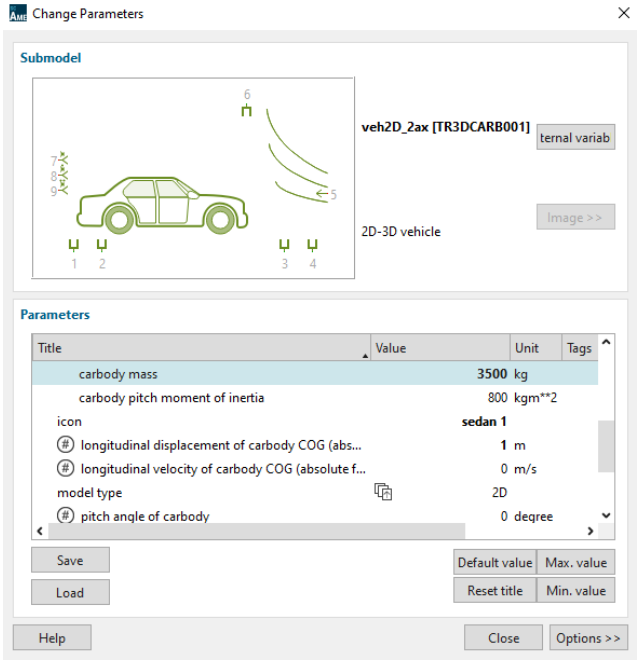


Рис. 10. Параметры кузова электромобиля

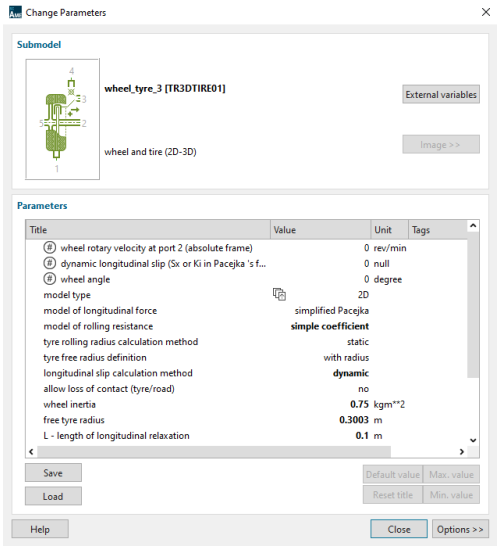


Рис. 11. Начальное состояние и необходимые настройки колеса моделируемого транспортного средства

Масса ЭТС – 3500 кг

Момент инерции – 800 кг2

Начальная скорость – 0 м/с

Начальное перемещение по горизонтальной оси – 1 метр

Начальный угол наклона кузова – 0 градусов

Используемый для моделирования кузов – TR3DCARB001 − это универсальная подмодель кузова автомобиля.

В зависимости от перечисления движение кузова автомобиля моделируется в плоскости (3 степени свободы) или в пространстве (6 степеней свободы).

3. Настройка параметров колесной базы и системы подвески (рис. 12, 13).

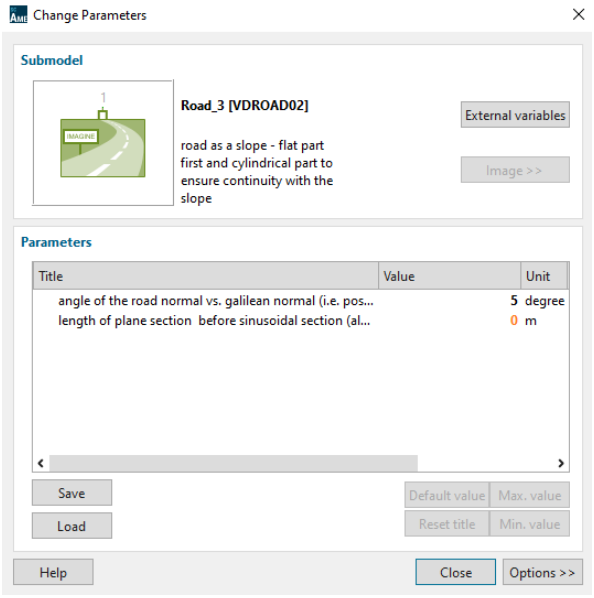


Рис. 12. Настройки дорожного полотна под каждым колесом

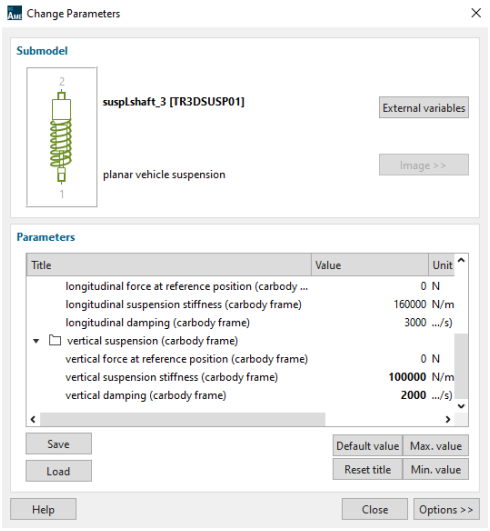


Рис. 13. Настройка жесткости и коэффициентов демпфирования амортизационных стоек моделируемого транспортного средства

Под каждым из четырех колес моделируемого электромобиля дорожное полотно имеет одинаковую настройку, а именно:

Уклон имеет величину 5 градусов – транспортное средство движется на спуск.

Протяженность ровной дороги перед началом спуска 0 метров, соответственно транспортное средство движется сразу под уклоном.

Создание модели системы управления в среде MatLab Simulink

Для взаимодействия с моделью электромобиля с помощью системы управления требуется реализовать функционал в среде MatLab Simulink, суть системы управления заключается в расчете требуемого момента торможения, соблюдая заданное целевое ускорение торможения, а также поддержка различных режимов управления рекуперацией электрического транспортного средства в соответствии с предъявляемыми требованиями (рис. 14).

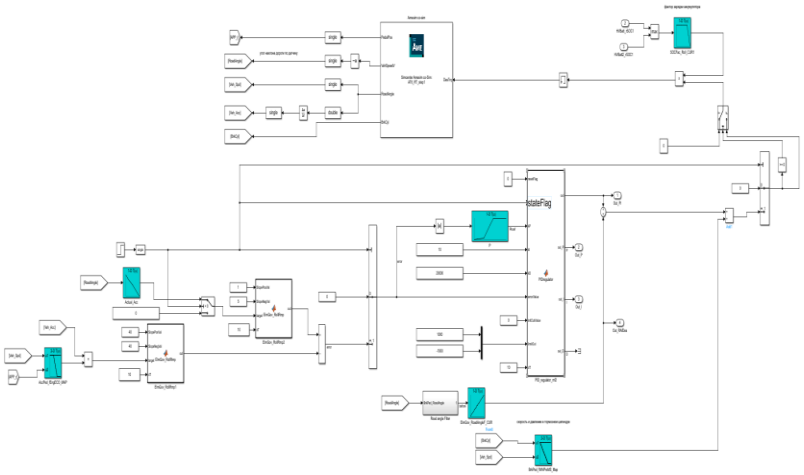


Рис. 14. Общий вид системы управления

Текущая система управления имеет факторы и дополнительную логику, использующую данные полученные с имитационной модели транспортного средства необходимые обработки текущего состояния транспортного средства для наиболее точной корректировки запрашиваемого тормозного момента

Система управления состоит из структур обработки сигналов, показанных на рис. 15.

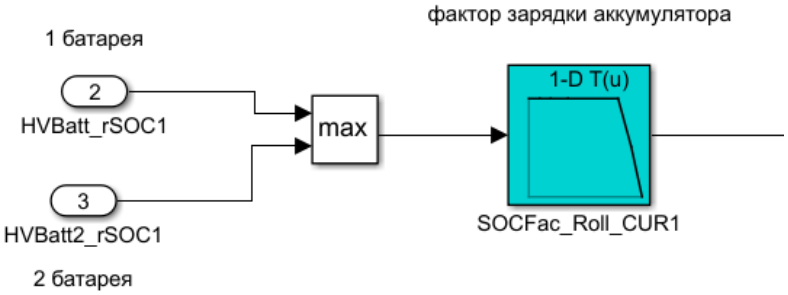


Рис. 15. Фактор заряда аккумуляторов

В системе управления (рис. 16) учитывается текущий заряд аккумуляторной батареи электромобиля, состоящей из двух накопителей для защиты от перезаряда системы аккумуляторов посредством использования рекуперативного торможения.

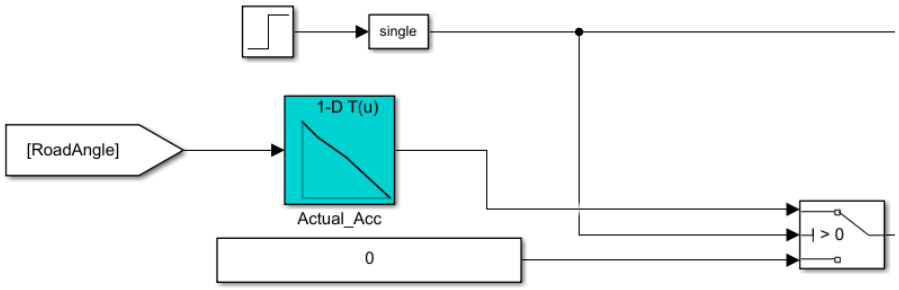


Рис. 16. Расчет целевого ускорения торможения

Целевое ускорение торможения вычисляется автоматически, исходя из данных датчика состояния угла дороги. При больших положительных показателях датчика (движение на спуск), целевое ускорение торможения будет увеличиваться для достижения требуемого времени, затраченного на остановку транспортного средства. Калибровка карты значений Actual_Acc будет производиться исходя из результатов, полученных при моделировании системы, до этого целевое ускорение подбирается исходя из требований, предъявляемых к системе управления, а именно остановка ЭТС при максимальном режиме рекуперации со скорости до 50 м/с не должна превышать 20 секунд, что по расчетам равняется 2,5 м/с^2 (1), учитывая массу автомобиля (3500 кг) и силу инерции (2), этот показатель может быть увеличен (рис. 17).

$$a = \frac{V_0 - V_1}{t}. , \tag{1}$$

$$IF = IM \cdot \frac{V}{t}. , \tag{2}$$

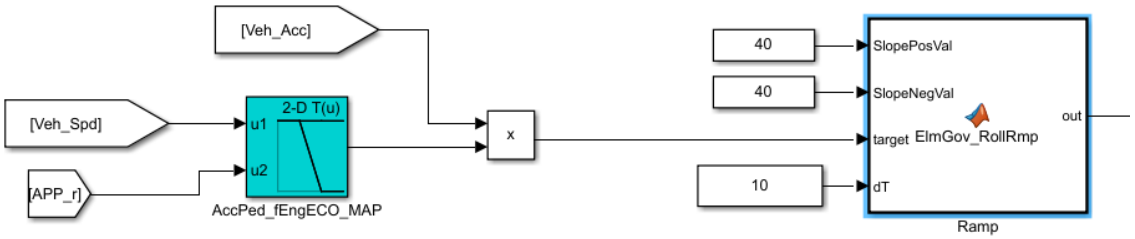


Рис. 17. Расчет текущего ускорения транспортного средства

Расчет производится на основе фактора нажатия на педаль акселератора, расчет ошибки не производится при нажатой педали акселератора, для больших скоростей предусмотрено условие замедления транспортного средства при нажатой педали газа не более чем на 10%.

ПИД регулятор (рис. 18) в данной системе управления используется для корректировки запроса момента торможения электродвигателями с учетом целевого ускорения при текущих ездовых условиях.

Имеет настраиваемые коэффициенты, а также пределы выходной величины, в данном случае ограничивающиеся верхним пределом 0, так как используется только для расчета тормозного момента.

На рисунке 19 регулятор не настроен, коэффициенты интегральной и дифференциальной части являются нулевыми. Настройка регулятора производится в подглаве 3.4.

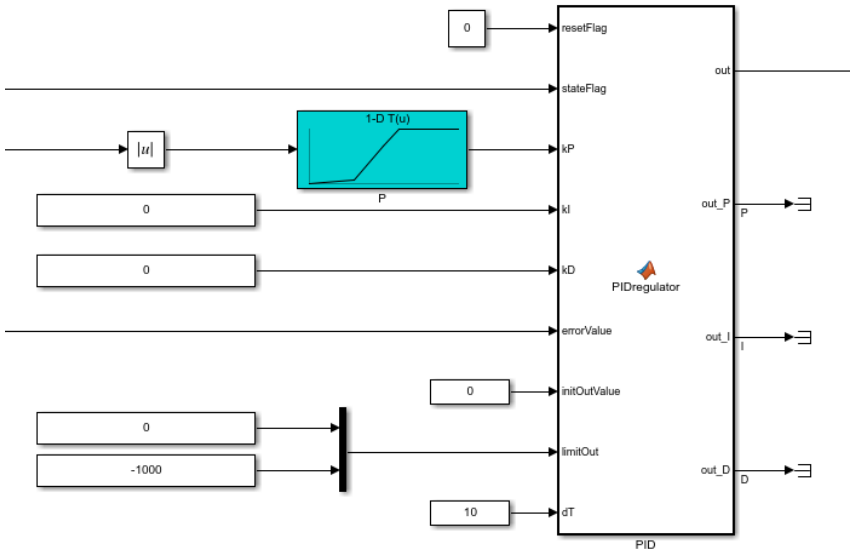


Рис. 18. ПИД регулятор для корректировки запрашиваемого момента торможения электродвигателями



Рис. 19. Расчет дополнительного тормозного момента

Данный регулятор реализован MatLab Function, имеющей С-подобный язык программирования, имеет 9 входов, среди которых 3 коэффициента, корректировка пределов выходного значения, время шага, инициализация выходного значения, флаги сброса и активации и основной вход текущей ошибки.

Расчет дополнительного тормозного момента учитывает давление в тормозном цилиндре и текущую скорость транспортного средства. Дополнительное торможение применяется только в случае нажатия на педаль тормоза и не зависит от состояния рекуперативного торможения. Дополнительный тормозной момент поступает на выход из системы управления суммируясь с запросом рекуперативного торможения.

Настройка коэффициентов ПИД-регулятора.

Регулятор настраивался по нескольким методам, для начала использовался метод Циглера-Никольса, позволяющий получить математически коэффициенты для первичной настройки регулятора. Далее, используя аналитический метод были получены коэффициенты, удовлетворяющие требованиям. Настройка производилась на ровной дороге, используя целевое ускорение – 4 м/с^2

Метод Циглера-Никольса.

Метод заключается в последовательном выполнении следующих операций:

1. Обнулить все коэффициенты регулятора.

2. Задать целевое значение регулируемого параметра. В конкреом случае целевым параметром является ускорение транспортного средства. В текущих требованиях к системе управления не регламентируется фиксированное ускорение, но определены пределы от – 1 до – 10 м/с

3. Постепенно увеличение пропорционального коэффициента (Kp) до появления незатухающих колебаний регулируемой величины (амплитуды).

4. Зафиксировать текущее значение пропорционального коэффициента, а также период колебаний системы.

Из полученных значений рассчитываются коэффициенты регулятора по следующим формулами:

$$Kp = 0.6*K\,, \qquad (3)$$

$$Ki = \frac{2 \cdot Kp}{T} \cdot , \quad (4)$$

$$Kd = \frac{Kp \cdot T}{8}, \quad (5)$$

где K – коэффициент, при котором получены незатухающие колебания

Таким образом, в рассматриваемой системе управления были получены следующие коэффициенты для ПИД-регулятора (рис. 20):

P – 32

I – 0,0064

D – 40000

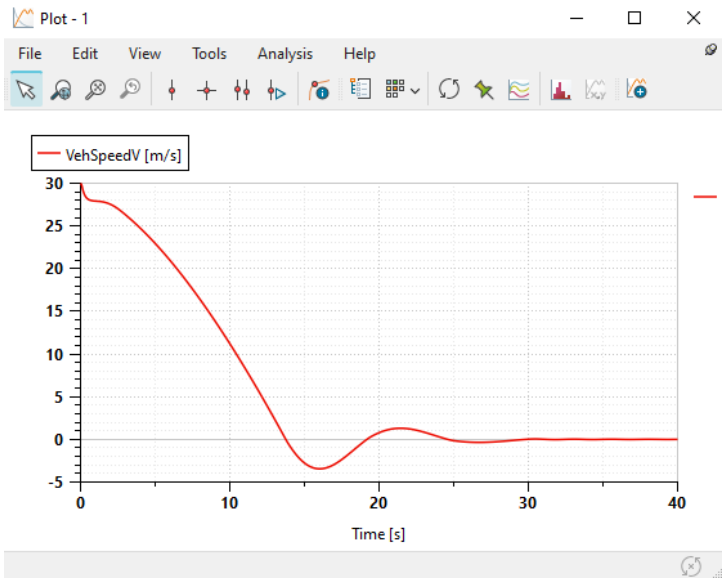


Рис. 20. Результаты моделирования после настройки регулятора методом Циглера-Никольса

Аналитический метод

При использовании аналитического метода (рис. 21) следует учитывать влияние коэффициентов ПИД-регулятора на функционирование системы:

- Увеличение коэффициента усиления пропорциональной составляющей приводит к увеличению быстродействия, но снижению устойчивости системы.
- Интегральная составляющая служит для уменьшения статической ошибки. При увеличении интегральной части компенсация ошибки будет происходить быстрее.
- Увеличение дифференцирующей части позволяет повысить стабильность системы, но слишком большое значение может также стать причиной возникновения колебаний, поэтому, как и для остальных коэффициентов, регулирование нужно выполнять пропорционально.

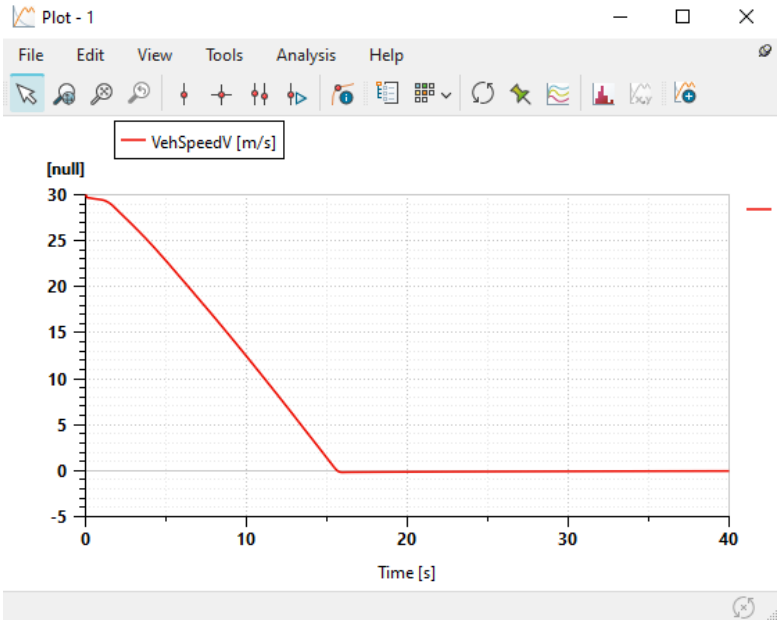


Рис. 21. Аналитическое моделирование

Настройка производилась на ровной дороге, используя целевое ускорение 4 м/с^2.

Таким образом, в рассматриваемой системе управления были получены следующие коэффициенты для ПИД-регулятора:

P – 32

I – 0,00007

D – 70000

Относительно коэффициентов, полученных при вычислении методом Циглера-Никольса была увеличена дифференцирующая часть, так как требовалось повысить только стабильность системы.

Моделирование различных дорожных условий

В данном разделе производится моделирование связки системы управления рекуперацией, реализованной в Matlab Simulink и схемы ЭТС, реализованной в Amesim.

Для вычисления необходимого ускорения замедления моделирование производится на прямой дороге, дороге с положительным и отрицательным уклоном, со сменой начальной скорости – 30, 40 и 50 м/с соответственно. По результатам моделирования будет составлена таблица, позволяющая оценить требуемое целевое замедление для определенных условий.

Ровная дорога, целевое ускорение выбрано – 4 м/с^2, исходя из расчетов и погрешности на инерцию ЭТС, стартовая скорость 30м/с (рис. 22). Исходя из требований считается эталонным достижение состояния покоя (торможение) в пределах 15-20 секунд.

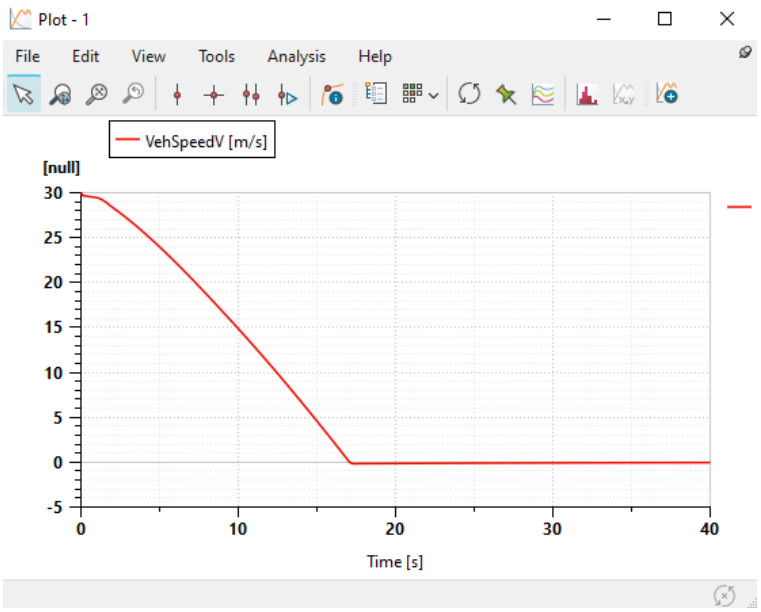


Рис. 22. Время торможения при движении с начальной скоростью 30 м/с

На рисунке 22 видно, что ЭТС достигает состояния покоя на 17 секунде моделирования, это говорит о том, что система управления соответствует заявленным требованиям – скорость достижения состояния покоя не превышает 20 секунд

Ровная дорога, целевое ускорение сохраняется – 4 м/с^2, стартовая скорость 40м/с (рис. 23).

На рисунке 23 сравнивается торможение при движении с начальной скоростью 30 м/с и 40 м/с, видно, что ЭТС достигает состояния покоя более чем за 20 секунд, что говорит о необходимости корректировки целевого ускорения замедления, требуется увеличить этот параметр (рис. 24).

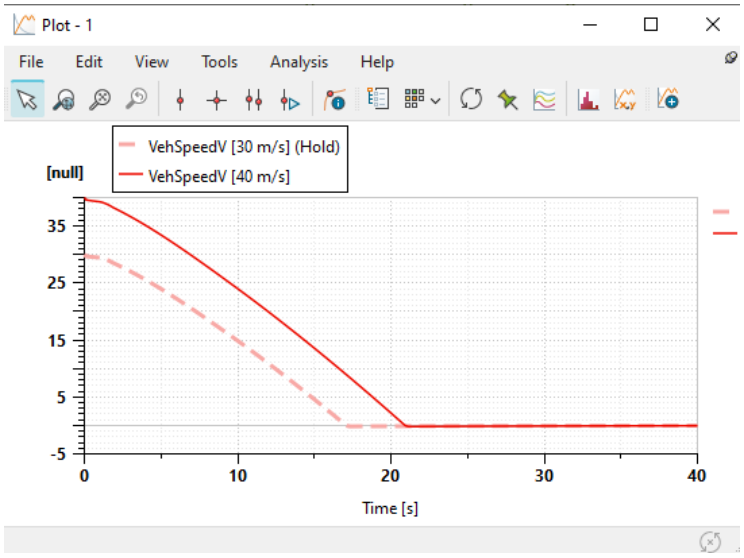


Рис. 23. Время торможения при движении с начальной скоростью 40 м/с

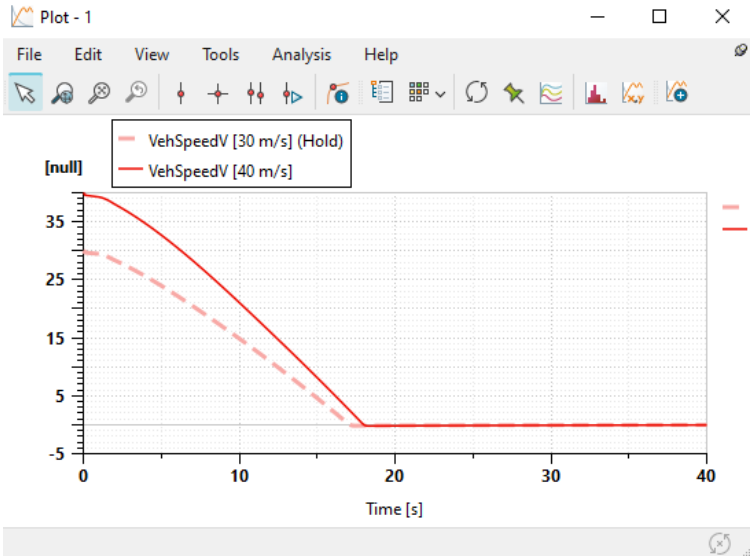


Рис. 24. Время торможения с начальной скорости 40 м/с и корректированным ускорением торможения

Целевое ускорение выбрано – 5 м/с^2, на рисунке видно, что ЭТС с начальной скорости 40 м/с достигло состояния покоя менее чем за 20 секунд, что говорит о том, что требования соблюдаются

Ровная дорога, целевое ускорение – 4 м/с^2, начальная скорость 50 м/с (рис. 25).

На рисунке 25 сравнивается начальная скорость ЭТС 30 м/с и 50 м/с, видно, что со скорости 50 м/с на прямой дороге ЭТС останавливается более чем за 20 секунд, это говорит о том, что требования не соблюдаются и необходимо увеличить параметр целевого ускорения замедления.

На рисунке 26 видно, что ЭТС с начальной скорости 50 м/с достигает состояния покоя менее чем за 20 секунд, целевое ускорение установлено – 6.5. Требования к системе управления соблюдаются.

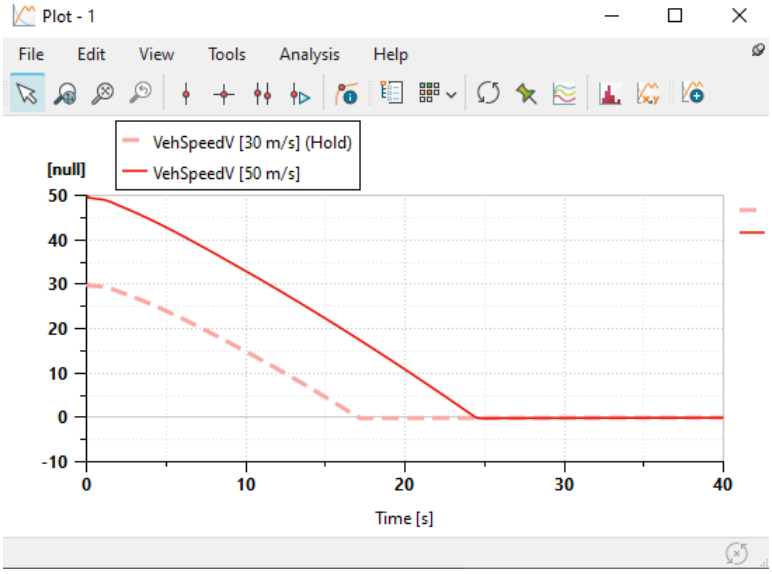


Рис. 25. Время торможения при движении с начальной скоростью 50 м/с

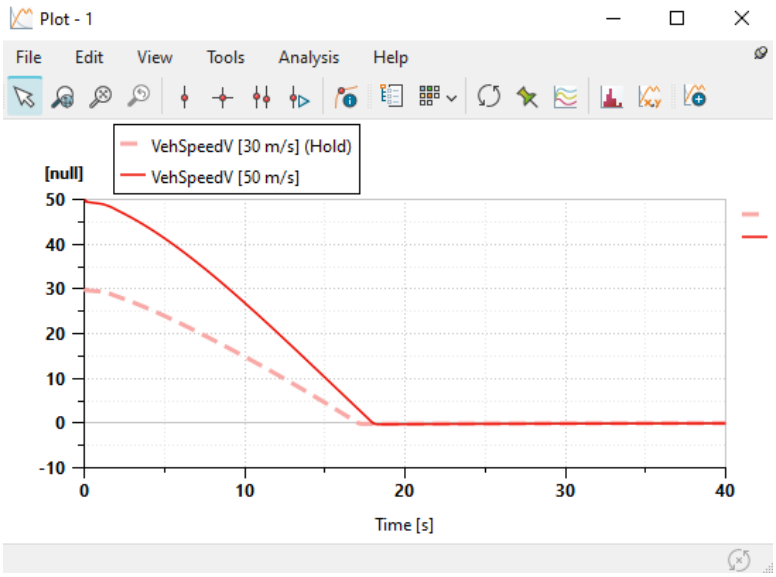


Рис. 26. Время торможения с начальной скорости 50 м/с и корректированным ускорением торможения

Анализ полученных данных

На основе полученных данных составлены следующие таблицы 1-4:

Таблица 1

Время замедления до состояния покоя

Угол	Начальная скорость		
	30	*40*	*50*
0	*17*	*21*	*25*
5	*25*	*27*	*31*
10	*27*	*32*	*36*
-5	*13*	*17*	*19*

В таблице 1 целевое ускорение является расчетным – 4 м/с^2. Целевое ускорение корректируется в соответствии с таблицей расчета целевого ускорения в зависимости от текущего угла дороги в таблице 2.

Таблица 2

Время замедления до состояния покоя

Угол	Начальная скорость		
	30	*40*	*50*
0	*17*	*18*	*17*
5	*16*	*17*	*18*
10	*17*	*19*	*21*
-5	*16*	*17*	*15*

Исходя из полученных данных собрана следующая таблица для корректировки целевого замедления.

Таблица 3

Расчет замедления в м/с^2

Угол дороги	Значение целевого ускорения
-5	*-3*
0	*-4*
5	*-4.5*
10	*-5*

Таблица 4

Множитель целевого ускорения для корректировки по скорости

Текущая скорость	Множитель
30	*1*
40	*1.3*
50	*1.5*

Исходя из этих данных построена система расчета целевого ускорения, внедренная в систему управления рекуперацией ЭТС (рис. 27).

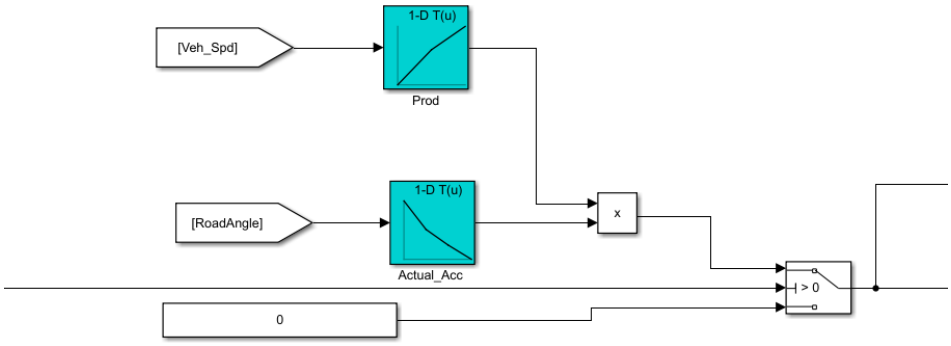


Рис. 27. Система регулирования актуального ускорения торможения

Выводы

В рамках статьи были проведены исследования, направленные на анализ процессов рекуперации энергии в электромобилях, было проведено моделирование, получены результаты. Основными инструментами моделирования выступили программные комплексы Matlab Simulink и Amesim, обеспечившие возможность создания точных и комплексных моделей электромобиля и его агрегатов.

Большинство производителей внедряют многоуровневые системы управления, позволяющие оптимизировать рекуперацию в зависимости от состояния дороги, стиля вождения и уровня заряда аккумулятора.

Результаты моделирования показали, что время замедления ЭТС при использовании рекуперации значительно варьируется в зависимости от угла наклона дороги. Наиболее эффективное применение рекуперативного торможения наблюдается на углах наклона от -5° до 5°, где наблюдается наименьшее время, требуемое для остановки ЭТС с заданной скорости до состояния покоя без перерасчета ускорения замедления.

При углах наклона выше 5°, где требуется больше времени для остановки ЭТС, в связи с чем требуется корректировать целевое замедление для достижения требуемого времени затрачиваемого на остановку ЭТС с заданной скорости до состояния покоя.

Результаты моделирования подтверждают наличие в системе управления ограничений по заряду ТАБ, а также возможность перерасчёта крутящего момента в зависимости от давления в главном тормозном цилиндре.

Результаты проведённого исследования подтверждают важность и перспективность дальнейшего развития систем рекуперации в электромобилях. Основные достижения работы включают:

Разработка модели системы управления рекуперацией, которая может быть использована для дальнейшего улучшения технологий восстановления энергии в электромобилях.

Для продолжения исследования в данной области:

Разработка более сложных моделей учета факторов окружающей среды, таких как погодные условия и состояние дорожного покрытия, для повышения точности прогнозирования эффективности рекуперации.

Интеграция систем рекуперации с интеллектуальными системами управления транспортом, что позволит использовать данные от инфраструктуры для оптимизации процессов рекуперации в реальном времени.

Исследование долговечности и надежности систем рекуперации, чтобы оценить их поведение и эффективность в длительной эксплуатации и при различных эксплуатационных режимах.

Проведённая работа закладывает основу для дальнейших исследований и разработок в области управления рекуперацией энергии в электрических транспортных средствах.

Список литературы

1. Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортнотехнологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник / Л.В. Бархатанов [и др.]. Н. Новгород, 2012. 475 с.

2. Галковский А.В. Выбор частотных характеристик модулятора ABS автомобиля / Галковский А.В.// В книге: Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности. Могилев, 2020. С. 109.

3. Дудко О.Н., Описание антиблокировочной системы (АБС) на основе скользящего режима управления/ Дудко О.Н., Коновалов В.В., Молодорич Л.И., Нелюбина А.Д., Точилкин А.В. // Образование и наука в современных условиях. 2016. № 2-2 (7). С.64-68.

4. Игин С.О. Перспективные способы моделирования динамических процессов на примере модели ABS автомобиля / Игин С.О., Хасанова С.Л.// В сборнике: Математическое моделирование процессов и систем. 2019. С. 181-185.

5. Марковнина А. И. Сущность систем активной безопасности автомобиля / А.И. Марковнина, В.С. Макаров // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «Интеграция науки и практики в современном мире». Уфа, 2019 г., С.97-101.

6. Чижевский К.В. Моделирование тормозного режима качения колеса с использованием ABS / Чижевский К.В., Сидоров В.Н.// В сборнике: Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения). Сборник статей семинара. 2019. С.187-192.

7. Aimo BM, Colombano M, Imarisio M, et al.. Braking method and device with energy recovery in particular for a vehicle equipped with hybrid traction system. Patent US8137235B2, 2012.

8. Chu L, Cai J, Fu Z, et al.. Research on brake energy regeneration evaluation and text method of pure electric vehicle. J Huazhong Univ Sci Technol 2014(1): 18–22.

9. Oliveira ADM, Bertoti E, Eckert JJ, et al.. Evaluation of energy recovery potential through regenerative braking for a hybrid electric vehicle in a real urban drive scenario. SAE technical papers 2016-36-0348, 2016.

10. Wang M, Sun Z, Zhuo G, et al.. Braking energy recovery system for electric vehicle. Trans Chin Soc Agri Mach 2012; 43(2): 6–10.

11. BMW IX3 review // Официальный сайт Electrifying.com. URL: https://www.electrifying.com/reviews/bmw/ix3/review (дата обращения: 29.04.2025)

12. Dont count on EV brake lights to communicate brake regen // Официальный сайт Greencarreports.com. URL: www.greencarreports.com/news/1139956_don-t-count-on-ev-brake-lights-to-communicate-brake-regen (дата обращения: 29.04.2025)

13. N. Dheepika Lakshmi, D. Pooja Kanwar, Sandhyaa. R, S. Lakshmi Priya. «Energy Efficient Electric Vehicle Using Regenerative Braking System.» International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology 3.3 2017 // URL: http://large.stanford.edu/courses/2017/ph240/leis-pretto1/docs/lakshmi.pdf (дата обращения: 29.04.2025)

14. Review: 2025 Volkswagen ID.Buzz tags nostalgia, re-ups minivans // Официальный сайт Greencarreports.com. URL: https://evkx.net/technology/regen/ (дата обращения: 29.04.2025)

15. Tesla Regenerative Braking: Learning the Ins and Outs // Официальный сайт журнала Driven2drive. URL: https://driven2drive.com/blog/the-ins-and-outs-of-tesla-regenerative-braking/ (дата обращения: 29.04.2025)

16. What is ABS? Anti-lock brake systems explained // Официальный сайт журнала Autoexpress. URL: http://www.autoexpress.co.uk/car-news/98072/what-is-absanti-lock-brake-systems-explained. (дата обращения: 29.04.2025)

17. What is Tesla's Regenerative Braking? // Официальный сайт журнала PimpMyEv. URL: https://pimpmyev.com/blogs/speed-style-carbon-fiber/3-reasons-why-tesla-regenerative-braking-not-working-tips-to-resolve (дата обращения: 29.04.2025)

Хакимзянова С.И.
студент
Научный руководитель: ***Никишина Г.В.***
к.т.н., доцент
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ,
Казань, Россия
khakimsiiln04@mail.ru

АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЛОКАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТОВ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ ЗРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ARDUINO NANO И NRF24L01+

Аннотация. В статье приводится описание аппаратной конфигурации, схем подключения, алгоритмов передачи и обработки сигналов, а также особенностей энергосберегающего режима работы системы поиска предметов, улучшающую ориентацию незрячих людей в повседневной жизни. Система включает управляющее устройство и компактные метки, крепящиеся к различным предметам для их локализации.

Ключевые слова: система поиска предметов; незрячие пользователи; Arduino Nano; радиомодуль nRF24L01+; компактные метки; энергосбережение; беспроводная связь.

Khakimzyanova S.I.
Student
Scientific Advisor: ***Nikishina G.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Kazan, Russia
khakimsiiln04@mail.ru

HARDWARE IMPLEMENTATION OF AN OBJECT LOCALIZATION SYSTEM FOR VISUALLY IMPAIRED USERS BASED ON ARDUINO NANO AND NRF24L01+

Abstract. The article describes the hardware configuration, connection schemes, signal transmission and processing algorithms, as well as the features of the energy-saving mode of operation of the object search system, which improves the orientation of blind people in everyday life. The system includes a control device and compact tags attached to various objects for their localization.

Keywords: object search system; blind users; Arduino Nano; radio module nRF24L01+; compact tags; piezoelectric emitter; energy saving; wireless communication.

Введение

Лица с нарушениями зрения сталкиваются с трудностями при поиске различных предметов, таких как ключи, кошельки, телефоны и другие мелкие вещи. В данной статье рассматривается решение этой проблемы с использованием радио технологий и микроконтроллеров. Разработанная си-

стема позволяет пользователю с помощью специального пульта активировать звуковую сигнализацию на метках, прикрепленных к нужным предметам, что значительно упрощает процесс их нахождения.

1. Описание аппаратной части системы

1.1. Структура системы

Система поиска предметов для незрячих пользователей состоит из двух основных частей:

1. Пульт – управляющее устройство, которое передает радиосигнал при нажатии на кнопки для активации меток, закрепленных на предметах.

2. Метки – компактные устройства, которые начинают издавать звуковой сигнал при получении сигнала от пульта.

1.2. Пульт

Пульт (рис. 1) состоит из следующих компонентов:

− Arduino Nano [1] – микроконтроллер, отвечающий за генерацию и передачу сигналов к меткам.

− Радиомодуль nRF24L01+ – обеспечивает беспроводную связь между пультом и метками.

− Набор кнопок – каждая кнопка на пульте отвечает за одну из меток.

− Набор резисторов – для корректной работы кнопок. Конденсатор – для стабилизации питания радиомодуля.

− Батарейный отсек – для питания пульта используются две батарейки CR2032 (3В), что обеспечивает портативность и достаточное время работы устройства.

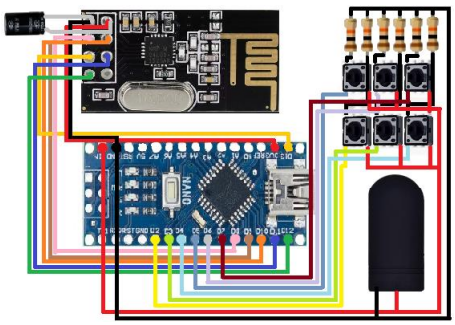


Рис. 1. Схема пульта

1.3. Метки

Метки состоят из следующих компонентов:

– Arduino Nano – отвечает за прием сигнала от пульта и активацию пьезоизлучателя.

– Радиомодуль nRF24L01+ – принимает радиосигнал с пульта и передает его микроконтроллеру для обработки.

– Пьезоизлучатель – звуковой компонент, который издает сигнал при активации метки.

– Конденсатор – для стабилизации питания радиомодуля.

– Батарейный отсек – также использует две батарейки CR2032.

Метки прикрепляются к предметам, которые часто используются, и активируются посредством радиосигнала от пульта, что позволяет быстро определить их местоположение.

2. Схемы подключения и распиновка

2.1. Пульт

В таблице 1 представлена распиновка Arduino Nano, кнопок и модуля nRF24L01+ для пульта.

Таблица 1

Распиновка компонентов пульта

Пин Arduino Nano	Подключение к
D2-D7	Кнопки управления
D9	CE nRF24L01+
D10	CSN nRF24L01+
D11	MOSI nRF24L01+
D12	MISO nRF24L01+
D13	SCK nRF24L01+
GND	GND nRF24L01+,кнопки,питания
3,3 V	VCC nRF24L01+
Vin	+ питания

2.2. Метка

В таблице 2 представлена распиновка компонентов Arduino Nano и модуля nRF24L01+ для метки.

Таблица 2

Распиновка компонентов метки

Пин Arduino Nano	Подключение к
D9	CE nRF24L01+
D10	CSN nRF24L01+
D11	MOSI nRF24L01+
D12	MISO nRF24L01+
D13	SCK nRF24L01+
A7	Пьезоизлучатель
GND	GND nRF24L01+ , питания
3,3 V	VCC nRF24L01+
Vin	+ питания

3. Алгоритм работы системы

3.1. Обработка сигнала на пульте

1. Пользователь нажимает одну из кнопок на пульте, тем самым генерируя уникальный код, соответствующий конкретной метке.

2. Arduino Nano обрабатывает нажатие кнопки и отправляет радиосигнал с уникальным кодом [3] с помощью модуля nRF24L01+.

3. Каждая кнопка на пульте связана с определенной меткой, поэтому каждая метка активируется только при получении своего уникального кода.

3.2. Обработка сигнала на метке

1. Радиомодуль nRF24L01+ метки (рис. 2) принимает сигнал с пульта.

2. Arduino Nano на метке декодирует полученный сигнал.

3. Если полученный сигнал соответствует коду данной метки, микроконтроллер активирует пьезоизлучатель, который начинает издавать звуковой сигнал.

4. Звуковой сигнал продолжается до тех пор, пока пользователь не отключит его на пульте или не истечет заданное время.

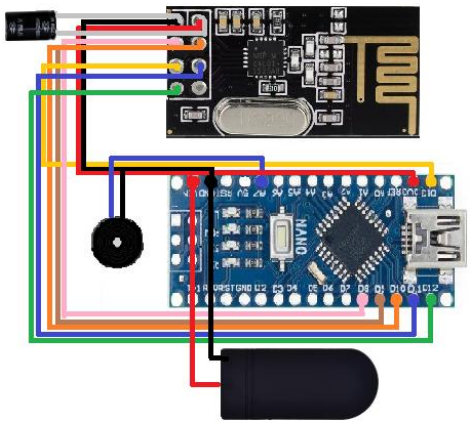


Рис. 2. Схема метки

4. Энергосберегающие меры

Для увеличения времени работы от батареек система использует несколько подходов энергосбережения:

– Режим глубоко сна для Arduino Nano. Микроконтроллер переходит в режим глубокого сна при отсутствии сигнала [4], снижая потребление энергии.

– Периодическая активация радиомодуля. Радиомодуль включается только при приеме сигнала, что позволяет значительно сократить потребление энергии.

– Ограничение времени работы пьезоизлучателя. После активации пьезоизлучатель работает ограниченное время, после чего метка снова переходит в режим ожидания.

Выводы

Предложенная система поиска предметов для незрячих пользователей, построенная на основе Arduino Nano и радиомодулей nRF24L01+, представляет собой эффективное решение для упрощения ориентации в повседневной жизни. Система сочетает доступные аппаратные компоненты, компактный дизайн и простоту использования, что делает её перспективной для массового внедрения. В будущем планируется оптимизация энергопотребления и улучшение стабильности сигнала в условиях городской застройки.

Список литературы

1. Богомолов, С.В. Программирование микроконтроллеров семейства Arduino / С.В. Богомолов. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 352 с.
2. Норман, Д. Дизайн привычных вещей / Д. Норман. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 384 с.
3. Семёнов, П.А. Системы беспроводной передачи данных: технологии, стандарты, системы / П.А. Семёнов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 480 с.
4. Тран, К. Интерфейсы и устройства на Arduino / К. Тран. – СПб.: Питер, 2016. – 416 с.

Семенов К.Р.
студент
semenovkirill781@gmail.com
Научный руководитель: ***Соколова С.С.***
преподаватель
Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
Россия, Санкт-Петербург

БУДУЩЕЕ КОРАБЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ДОЛГОСРОЧНЫЕ ВЫГОДЫ ОТ ИНВЕСТИРОВАНИЯ В АВТОМАТИЗАЦИЮ И РОБОТИЗАЦИЮ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы развития корабельного производства через внедрение автоматизации и роботизации. Анализируются современные тенденции, технологии и их влияние на производственные процессы, а также долгосрочные экономические и социальные выгоды для повышения конкурентоспособности отрасли. Особое внимание уделяется успешным кейсам внедрения технологий в мировом судостроении, а также проблемам, связанным с высокими начальными затратами и необходимостью переобучения персонала. Исследование показывает, что автоматизация становится ключевым фактором устойчивого развития отрасли в условиях глобальной конкуренции.

Ключевые слова: судостроение; автоматизация; роботизация; конкурентоспособность; цифровые технологии; промышленные роботы.

Semenov K.R.
Student,
semenovkirill781@gmail.com
Scientific Advisor: ***Sokolova S.S.***
Lecturer
St. Petersburg State Marine Technical University,
Russia, Saint Petersburg

THE FUTURE OF SHIPBUILDING: LONG-TERM BENEFITS OF INVESTING IN AUTOMATION AND ROBOTICS TO ENHANCE COMPETITIVENESS

Abstract. The article explores the future of shipbuilding production through the implementation of automation and robotics. It analyses current trends, technologies, and their impact on manufacturing processes, as well as the long-term economic and social benefits for enhancing industry competitiveness. Special attention is paid to successful case studies of technology adoption in global shipbuilding and the challenges Associated with high initial costs and workforce retraining. The study demonstrates that automation is becoming a key factor in the sustainable development of the industry amidst global competition.

Keywords: shipbuilding; automation; robotization; competitiveness; digital technologies; industrial robots.

Введение

Современное судостроение переживает эпоху трансформации, вызванную стремительным развитием технологий и ужесточением требований к качеству, экологичности и экономической эффективности производственных процессов. В условиях глобальной конкуренции, роста стоимости рабочей силы и необходимости повышения точности производства компании вынуждены искать новые способы оптимизации своих операций. Одним из ключевых направлений, обеспечивающих долгосрочное развитие отрасли, является внедрение автоматизированных и роботизированных систем.

Автоматизация и роботизация в кораблестроении − это не просто тренд, а стратегическая необходимость для компаний, стремящихся сохранить свои позиции на мировом рынке. Промышленные роботы, цифровые двойники, системы искусственного интеллекта и Интернет вещей (IoT) позволяют значительно повысить эффективность производства, снизить затраты на рабочую силу и минимизировать количество ошибок, связанных с человеческим фактором. Однако внедрение этих технологий сопряжено с рядом вызовов, таких как высокие начальные инвестиции, необходимость переобучения сотрудников и обеспечение кибербезопасности.

Цель данной работы − исследовать долгосрочные выгоды от внедрения автоматизации и роботизации в корабельном производстве, а также оценить их влияние на конкурентоспособность отрасли. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Проанализировать текущее состояние автоматизации в мировом судостроении.
2. Оценить экономические и социальные последствия внедрения данных технологий.
3. Рассмотреть успешные примеры внедрения автоматизации в ведущих судостроительных компаниях.

Актуальность исследования обусловлена тем, что судостроительная отрасль играет ключевую роль в мировой экономике, обеспечивая транспортировку грузов, развитие морской инфраструктуры и создание новых рабочих мест. В то же время, отрасль сталкивается с рядом серьезных вызовов: растущая конкуренция и дефицит квалифицированной рабочей силы. Автоматизация способна стать решением этих проблем, открывая новые горизонты для развития отрасли.

Текущее состояние автоматизации

Судостроительная отрасль традиционно считается одной из самых консервативных с точки зрения внедрения инноваций. Однако за последние десятилетия ситуация начала меняться. Лидеры мирового судостроения, такие как Южная Корея, Япония и Китай, активно инвестируют в автоматизацию производственных процессов. Эти страны уже демонстрируют высокие показатели использования промышленных роботов, цифровых двойников и систем управления жизненным циклом продукции (PLM) [4-6]. Для понимания ситуации можно ознакомиться со статистикой использования промышленных роботов, рисунок 1.

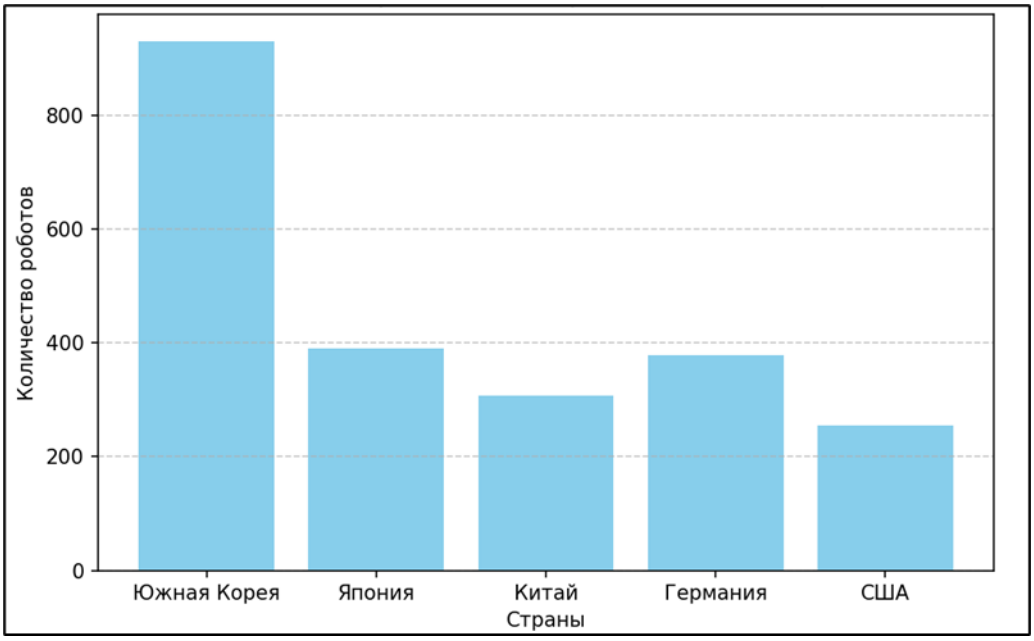


Рис. 1. Статистика использования промышленных роботов (на 10000 рабочих) [4]

Также стоит отметить использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) для прогнозирования отказов оборудования. Например, японская компания Mitsubishi Heavy Industries разработала систему мониторинга, которая анализирует данные с датчиков и предупреждает о потенциальных сбоях [7]. Это не только снижает затраты на ремонт, но и минимизирует простои производства.

Экономические и социальные последствия автоматизации и роботизации

Внедрение автоматизации и роботизации в судостроении имеет как положительные, так и отрицательные последствия. С экономической точки зрения, основным преимуществом является снижение операционных затрат. Автоматизированные системы работают быстрее, точнее и без перерывов, что позволяет значительно сократить время производства. Кроме того, использование роботов уменьшает зависимость от человеческого фактора, что снижает количество ошибок и брака.

Однако высокие начальные инвестиции остаются ключевым препятствием для многих компаний. Стоимость закупки оборудования, его установки и обслуживания может достигать десятков миллионов долларов. Это особенно критично для небольших предприятий, которые не имеют достаточных финансовых ресурсов.

Социальные последствия также требуют внимания. Автоматизация приводит к сокращению рабочих мест, особенно на низкоквалифицированных позициях. Тем не менее, она создает новые возможности для специалистов в области программирования, робототехники и анализа данных. График их взаимосвязи приведён на рисунке 2. Переобучение сотрудников становится важной задачей для компаний, внедряющих новые технологии.

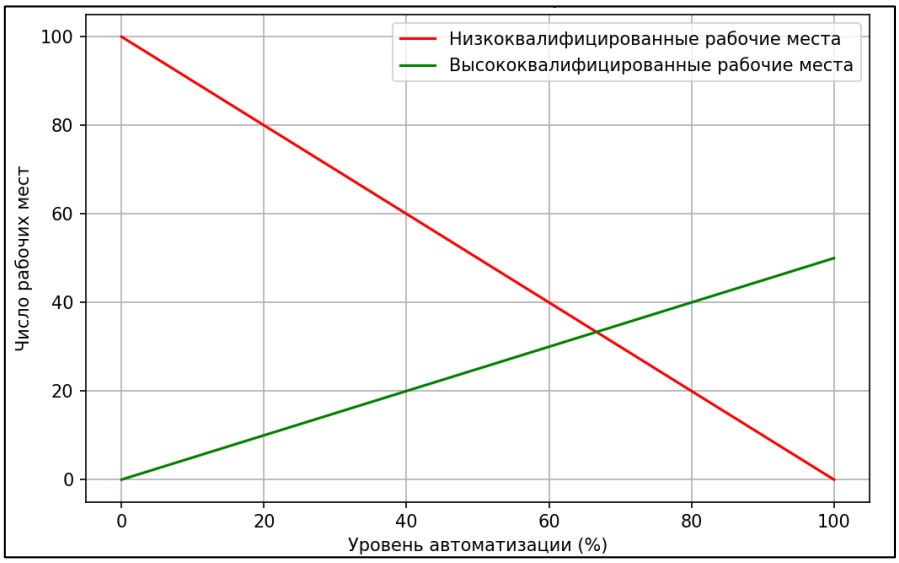


Рис. 2. Влияние автоматизации на рабочие места [5]

Успешные примеры внедрения автоматизации и роботизации

Рассмотрим несколько успешных кейсов внедрения автоматизации в судостроении:

1. Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME): компания внедрила систему цифровых двойников для проектирования и тестирования судов, представлена на рисунке 3. Это позволило сократить время разработки проектов на 25% и снизить затраты на исправление ошибок [2].
2. Fincantieri (Италия): использование IoT и систем мониторинга в реальном времени помогло компании повысить эффективность сборочных линий. [3] Благодаря этому удалось добиться повышения производительности на 15%.
3. Кингисеппский машиностроительный завод «KMZ» (Санкт-Петербург): на предприятии была внедрена автоматизированная система гидроабразивной резки металла с ЧПУ (числовым программным управлением). Новая система позволила оптимизировать процесс раскроя листового материала, что привело к снижению отходов на 25% и сокращению времени обработки деталей на 35%. [1]

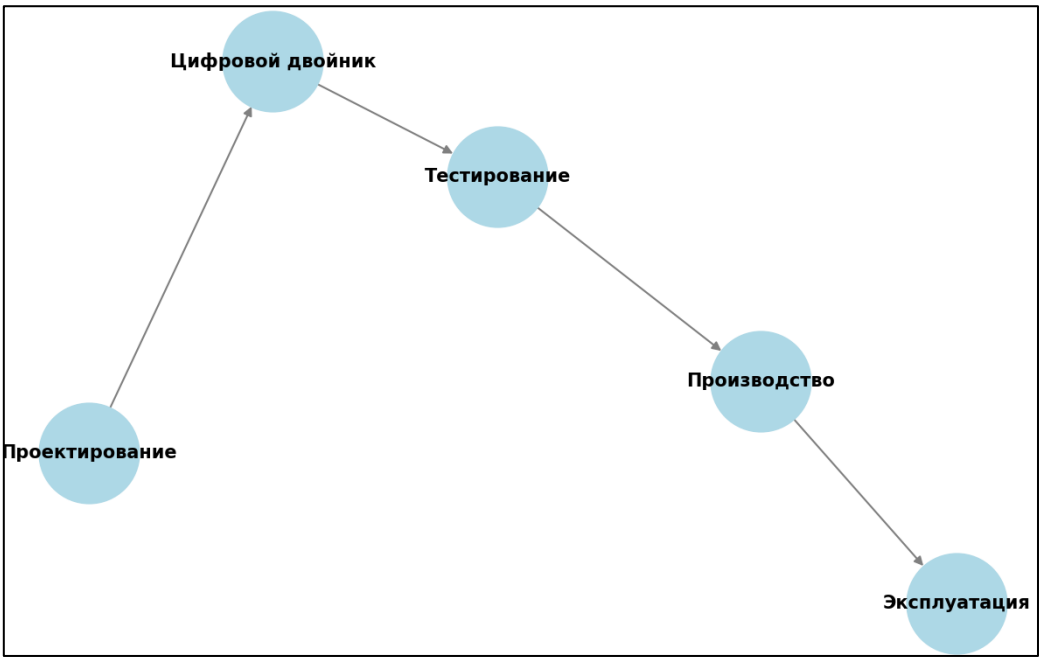


Рис. 3. Система цифрового двойника для проектирования и тестирования судов [1]

Заключение

Автоматизация и роботизация становятся ключевыми факторами устойчивого развития судостроительной отрасли. Несмотря на высокие начальные затраты и сложности внедрения, долгосрочные выгоды перевешивают недостатки. Компании, которые смогут успешно адаптироваться к новым условиям, получат значительное конкурентное преимущество на мировом рынке.

Судостроение вступает в новую эру, где технологии играют центральную роль. Умные верфи, промышленные роботы и цифровые двойники станут стандартом для отрасли, обеспечивая высокую производительность, качество и соответствие экологическим стандартам. В условиях глобальной конкуренции автоматизация − это не просто возможность, а необходимость для выживания и процветания.

Список литературы

1. Кингисеппский машиностроительный завод «KMZ». URL: https://www.kmzspb.ru (дата обращения: 10.02.2025).
2. Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME). Digital Twin Technology in Ship Design and Production. URL: https://www.dsme.co.kr (дата обращения: 10.02.2025).
3. Fincantieri S.p.A. IoT and Real-Time Monitoring in Shipbuilding. URL: https://www.fincantieri.com (дата обращения: 12.02.2025).
4. Hyundai Heavy Industries Co., Ltd. Automation in Shipbuilding: Case Studies and Future Trends. URL: https://www.hhi.co.kr (дата обращения: 10.02.2025).
5. International Federation of Robotics (IFR). https://ifr.org (дата обращения: 10.02.2025).
6. McKinsey Global Institute. URL: https://www.mckinsey.com (дата обращения: 10.02.2025).
7. Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. Implementation of AI-based Monitoring Systems in Shipbuilding. URL: https://www.mhi.com (дата обращения: 10.02.2025).

Удовиченко В.М.
студент
Научный руководитель: ***Чуев А.В.***
к.т.н., доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, Белгород
udovichenkovm98@gmail.com

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Аннотация. В приведенной статье описывается алгоритм создания математического обеспечения для системы мониторинга охлаждения силового трансформатора, основная проблема, заключается в процессе автоматизации задач диагностики, мониторинга и контроля технологических параметров в процессе функционирования системы охлаждения силового трансформатора. В результате нами было разработана математическая модель системы управления охлаждением трансформаторного масла, так же реализовано программное обеспечение, которое выполняет функцию контроля температуры, масли и архивации данных.

Ключевые слова: алгоритм, цифровой двойник, интеграция, автоматизация, данные

Udovichenko V.M.
Student of the Department of Electric Power Engineering and Automation
Scientific Advisor: ***Chuev A.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov
Russia, Belgorod
udovichenkovm98@gmail.com

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL SOFTWARE FOR A POWER TRANSFORMER COOLING MONITORING SYSTEM

Abstract. This article describes an algorithm for creating mathematical software for the cooling monitoring system of a power transformer. The main problem lies in the automation of diagnostic tasks, monitoring and control of technological parameters during the operation of the cooling system of a power transformer. As a result, we have developed a mathematical model of the transformer oil cooling control system, as well as implemented software that performs the function of temperature control, oil and data archiving.

Keywords: algorithm, digital twin, integration, automation, data

Единая цифровая среда технологических данных позволит проводить аналитические исследования в целях принятия оптимальных управленческих решений, а также анализировать информацию о состоянии оборудования, прогнозировать вероятность и последствия отказов для снижения рисков выхода оборудования из строя путем своевременного адресного ремонта или замены [2, с. 9].

Интеграция интеллектуальных энергетических систем приобретает особую значимость в российском энергетическом секторе. Эта отрасль служит основой для обеспечения стабильных и качественных поставок энергии потребителям.

Актуальность исследования обусловлена тем в России преобразование энергетической инфраструктуры посредством внедрения цифровых технологий и решений осуществляется в рамках Указа Президента России от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Цель статьи заключается в описании принципов и технических требований к разработке цифровых двойников оборудования объектов электроэнергетики. Задачами исследования являются: разработка архитектуры цифрового двойника электрической сети; Реализация программного алгоритма для сбора и обработки данных о состоянии электрической сети; Анализ используемого оборудования для диагностики электрической сети.

В нормативной документации компании ПАО «РОССЕТИ» «РОССЕТИ: Концепция цифровая трансформация 2030» сказано о перспективах развития цифровой энергетики. «В рамках цифровой трансформации электрических сетей потребуется организация каналов связи с объектами всех

классов напряжения с использованием широкого спектра телекоммуникационных технологий. Внедрение программно-аппаратных комплексов технологического управления и корпоративных информационных систем управления предприятием предполагает использование значительных вычислительных мощностей, требующих наличия специально подготовленных серверных помещений» [2, с. 10].

Так же автор статьи «Семантическое моделирование при построении цифровых двойников энергетических объектов и систем» Л.В. Массель делает заключение что «Для управления энергетическими объектами достаточно использовать традиционные ЦД». При этом в статье рассматривает возможность применения технологии умного цифрового двойника, но только для управления ТЭК «Для стратегического управления развитием ТЭК предлагается реализация УЦД, ядром которого является программный комплекс (ПК)» [3, с. 47].

В этой работе мы будем разрабатывать математическую модель УЦД для управления электросетью.

Сейчас наиболее важными (ключевыми) и основными подходами к формированию единой цифровой среды являются: создание единой цифровой модели сети (CIM); – интеграция и объединение различных ИТ-систем на различных иерархических уровнях (SCADA, ГИС, ОЖУР, OMS, DMS, AMI и др.), сквозная передача данных в технологические и корпоративные информационные системы и обратно на базе CIM-модели; – интеграция сетевых информационных (технологических и корпоративных) систем, обеспечивающая обмен данными между сетевыми компаниями, удаленными друг от друга объектами и всеми заинтересованными участниками взаимодействия, связанными технологическими процессами с использованием платформенных решений; – разработка цифровых моделей прогнозов и планирования, предназначенных для принятия и оценки сложных решений в отношении производства, процессов и проектирования (цифровой двойник, массивы данных (Big Data), искусственный интеллект (Artificial Intelligence), машинное обучение (Machine Learning)).

В области энергетики выделяются три уровня управления: управление объектами (гарантия эффективной работы отдельных объектов), системное управление (координация действий целых систем) и управление развитием топливно-энергетического комплекса (стратегический уровень), которое является наиболее сложным [3, с. 46].

Каждый уровень решает разные управленческие задачи, поэтому для проведения расчетов сети, диспетчеризации, управления активами, в системе учета и т.д. нужна качественная работа на системном уровне

Несоответствия данных модели в разных подразделениях могут приводить к неточностям в представлении сети, неоптимальной производительности системы и чрезмерному ручному труду по актуализации данных моделей.

Цифровой двойник электроэнергетической системы включает в себя три основных компонента: проективное обслуживание – математический анализ поведения объекта управления при различных внешних воздействиях; Трехмерное моделирование – создание 3D- модели объекта управления в системе автоматизированного проектирования (САПР); интерактивные электронные технические руководства – разработка нормативной документации для ОУ; Имитационная модель электрической сети – разработка имитационной модели электрической сети с целью выявления граничных условий эксплуатации оборудования.

Алгоритм функционирования «Цифрового двойника» представлен функциональной схемой, приведенной на рисунке 1.



Рис. 1. Функциональная схема Цифрового двойника

Таким образом, согласно функциональной схеме, оператор взаимодействует с базой данных, база данных в свою очередь привязана к общему серверу и системе интеллектуального мониторинга, интегрированную в него. Эта система в свою очередь следит за текущем состоянием электросети, затем на основе данных о текущем состоянии происходит анализ возможного развития ситуации, и отражение состояния ОУ на имитационной модели [1].

На рисунке 2 приведена функциональная схема системы сбора и мониторинга информации, которая в свою очередь является базовой частью математического обеспечения цифрового двойника.

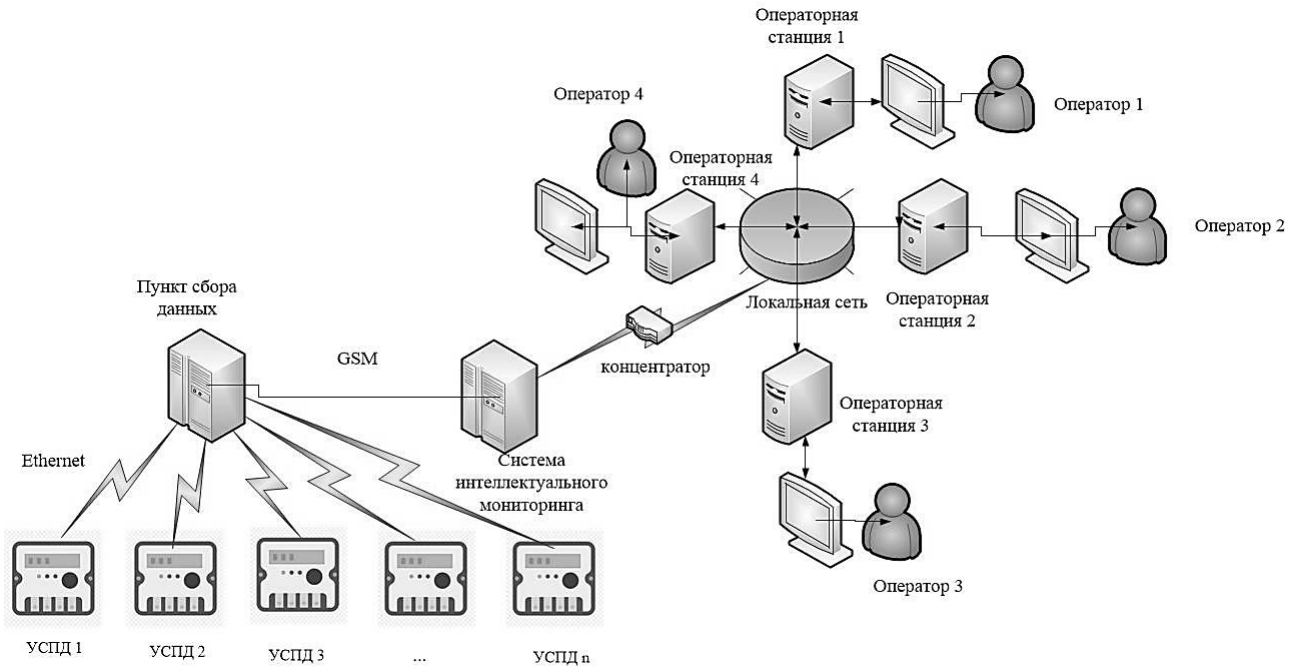


Рис. 2. Автоматизированная система сбора и мониторинга информации

В системе, представленной на рисунке 2, оператор анализирует выходные параметры работы системы. Система интеллектуального мониторинга анализирует корректность данных о состоянии всех объектов управления, УСПД в свою очередь собирают данные об объекте управления в процессе выполнения производственной задачи.

Разработанное нами математическое обеспечение системы охлаждения силового трансформатора содержит в себе математическую модель, программный алгоритм, который анализирует выходные параметры системы.

Математическая модель системы управления и объекта управления приведены на рисунках 3, 4.

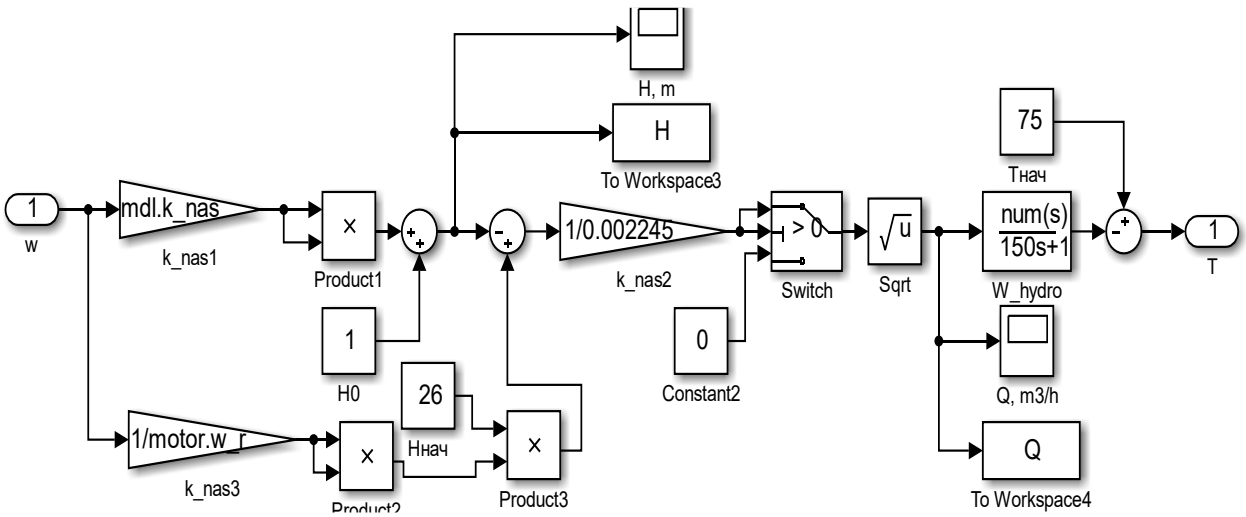


Рис. 3. Математическая модель системы управления насосом

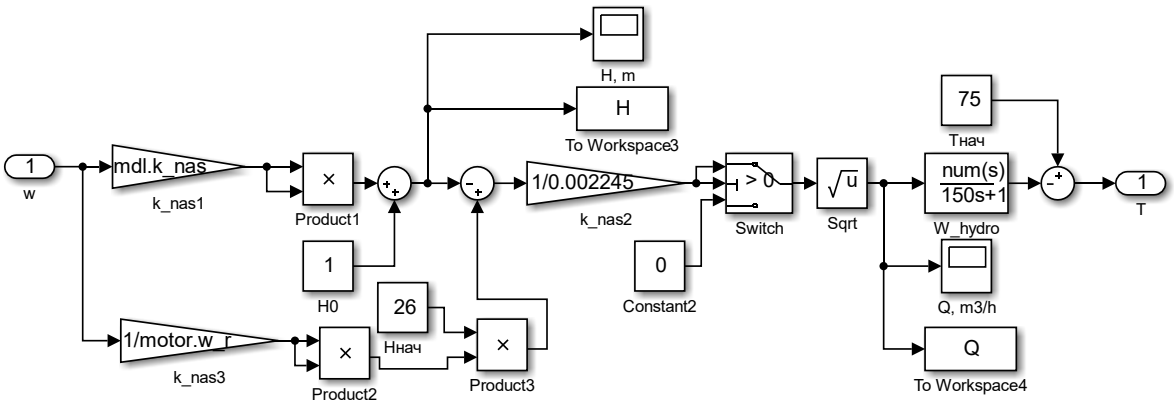


Рис. 4. Математическая модель объекта управления

Выходной характеристикой системы является изменение температуры трансформаторного масла. График выходной характеристики приведен на рисунке 5.

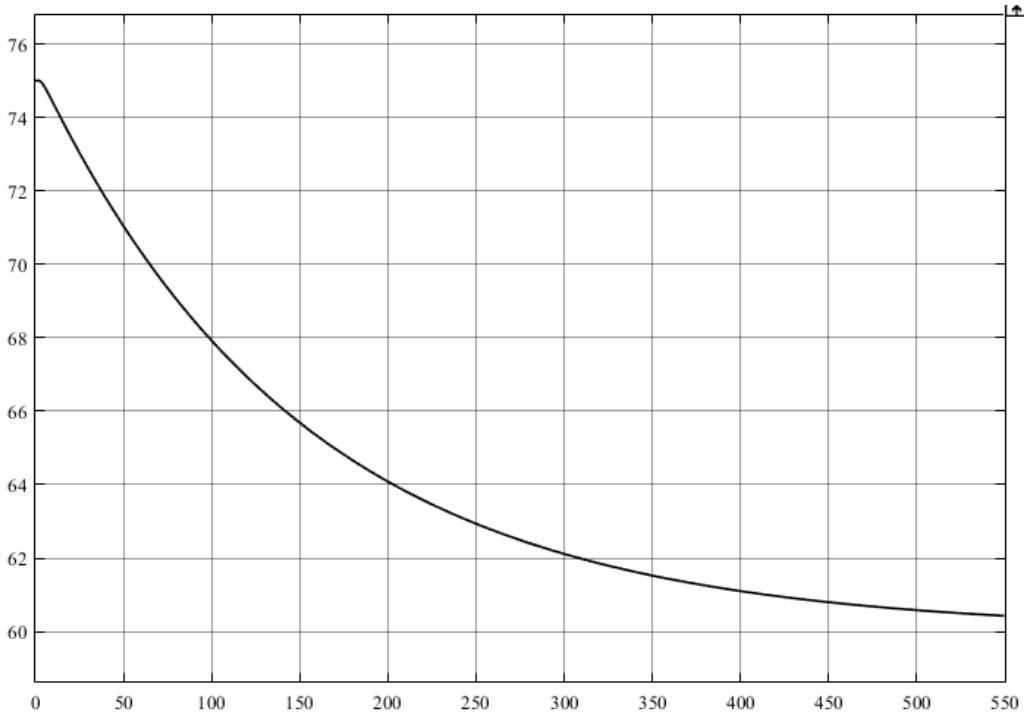


Рис. 5. График изменения температуры масла

Программное обеспечение выполняет задачу анализа выходных данных, так же информирует пользователя о текущем состоянии объекта управления посредствам вывода на экран данных. Интенсивность работы системы охлаждения трансформатора изменяется в течении суток согласно графику загрузки трансформатора. На рисунке 6 представлена работа программного обеспечения, которое анализирует температуру масла с течением времени.

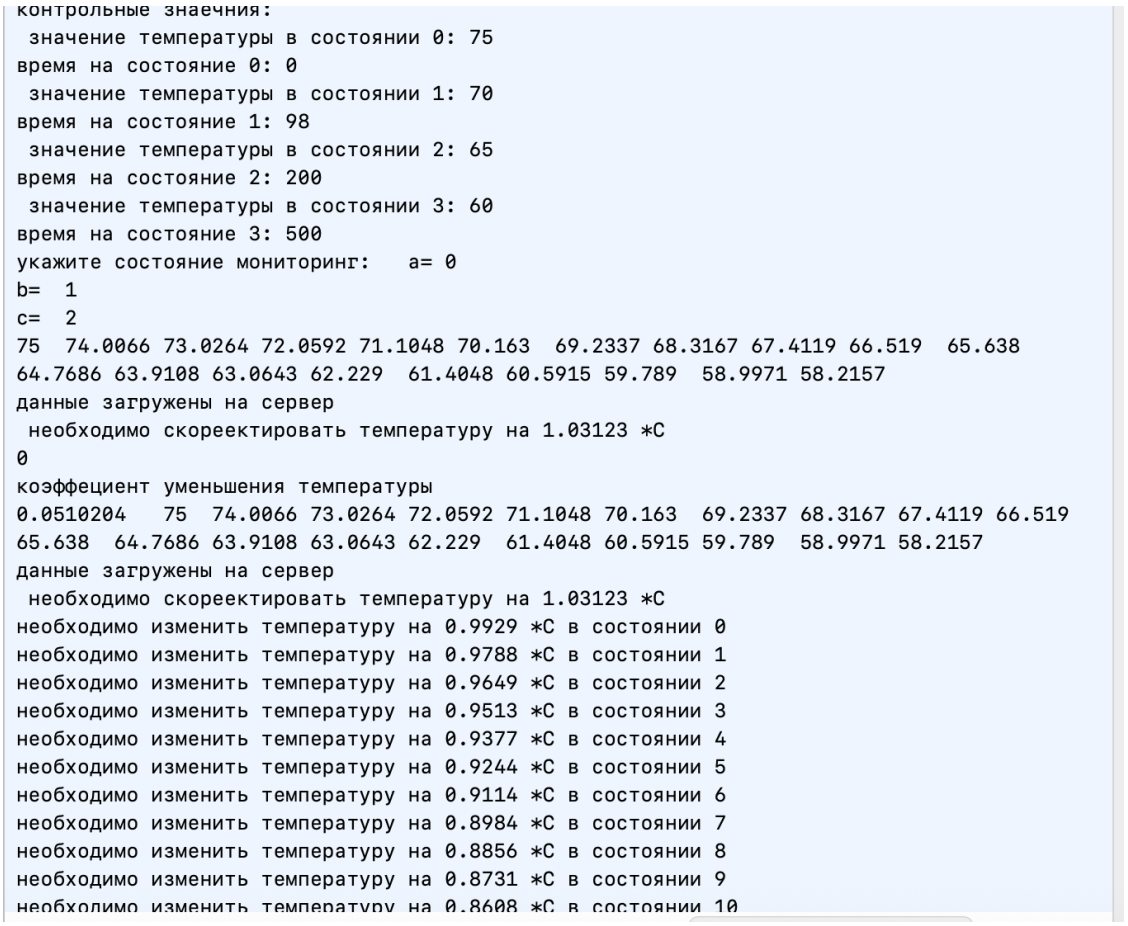


Рис. 6. Результат работы программного обеспечения

Таким образом, создание математического обеспечения для цифрового двойника системы охлаждения силового трансформатора представляет собой значительный шаг вперед в обеспечении стабильной и эффективной работы электросетевого комплекса. Внедрение технологий цифровых двойников закладывает основу для развития интеллектуальных систем управления и прогнозного анализа, что в свою очередь позволяет значительно увеличить срок службы оборудования и оптимизировать затраты на его техническое обслуживание.

Список литературы

1. Программа научных исследований «цифровая энергетика» // Национальный исследовательский университет МЭИ

2. Россети: концепция цифровой трансформации 2030

3. Л.В. Массель, А.Г. Массель Семантическое моделирование при построении цифровых двойников энергетических объектов и систем // Онтологии проектирования: Институт систем энергетики им. Мелентьева (ИСЭМ) СО РАН, Иркутск, Россия 2023 – 44-52 с.

Секция 3
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОТЕХНОЛОГИИ, БИОИНЖЕНЕРИИ И ХИМИИ

Савельева Е.М.
студент,
Московский политехнический университет,
лаборант-исследователь,
БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт»,
Россия, Москва
Фролов С.В.
студент,
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
лаборант-исследователь,
БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт»,
Россия, Москва
Научные руководители: ***Синеокий С.П.***
д.б.н., профессор, руководитель,
Андреева Н.И.
младший научный сотрудник,
БРЦ ВКПМ НИЦ «Курчатовский институт»,
Россия, Москва
Горшина Е.С.
к.б.н., доцент,
Московский политехнический университет
Россия, Москва

АНАЛИЗ СПОСОБНОСТИ ШТАММОВ *YARROWIA LIPOLYTICA* СИНТЕЗИРОВАТЬ РЕКОМБИНАНТНЫЕ ЛИПАЗЫ

Аннотация. Липазы широко используются в различных отраслях промышленности и при очистке окружающей среды. Дрожжи *Yarrowia lipolytica* обладают рядом свойств, позволяющих использовать их как платформу для экспрессии белков. В данной работе изучена активность липаз LIP2, TTL, RML и CalB и уровня их секреции рекомбинантными штаммами *Y. lipolytica*. Продемонстрировано, какие из изучаемых штаммов способны к секреции липаз, также определена активность этих липаз. Удельная активность липазы LIP2 составила 914,15 ед/мг, липазы CalB – 1520,54 ед/мл, липазы TLL – 1347,93 ед/мг.

Ключевые слова: Yarrowia lipolytica; липаза LIP2; липаза TTL; липаза RML; липаза CalB; синтез белка; липолитическая активность.

Saveleva E.M.
Student,

Moscow Polytechnic University,
Research Assistant,
Bioresource Center Russian National Collection of Industrial Microorganisms (BRC VKPM),
Russia, Moscow
Frolov S.V.
Student,
Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH),
Research Assistant,
Bioresource Center Russian National Collection of Industrial Microorganisms (BRC VKPM),
Russia, Moscow
Scientific Advisers: ***Sineoky S.P.***
Doctor of Biological sciences, Professor, Director,
Andreeva N.I.
Junior researcher,
Bioresource Center Russian National Collection of Industrial Microorganisms (BRC VKPM),
Russia, Moscow
Gorshina E.S.
Candidate of Biological sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

ANALYSIS OF THE ABILITY OF *YARROWIA LIPOLYTICA* STRAINS FOR THE SYNTHESIS OF RECOMBINANT LIPASES

Abstract. Lipases are widely used in various industries and in environmental cleanup. The yeast *Yarrowia lipolytica* possesses a number of properties that allow its usage as a platform for protein expression. In this work, the activity of LIP2, TTL, RML and CalB lipases and their secretion levels by recombinant strains of *Y. lipolytica* were studied. This work provides a demonstration of which of the strains studied are capable of lipase secretion, as well as the determination activity of these lipases. The specific activity of lipase LIP2 was 914.15 U/mg, lipase CalB – 1520.54 U/mL, lipase TLL – 1347.93 U/mg.

Keywords: Yarrowia lipolytica; lipase LIP2; lipase TTL; lipase RML; lipase Call; protein synthesis; lipolytic activity.

Липазы из микроорганизмов считаются более ценными с точки зрения стабильности, доступности и стоимости по сравнению с липазами животного и растительного происхождения, из-за чего широко используются в различных отраслях промышленности: начиная от пищевой и производством моющих средств и заканчивая биоэнергетикой. Помимо этого, липазы активно применяются при очистке окружающей среды, а именно в очистке сточных вод, биоремедиации почв, биодеградации масляных отходов и полимеров [5]. В связи с этим, возрастает потребность в данных ферментах, имеющих высокую активность, для увеличения эффективности того или иного производства.

Дрожжи *Y. lipolytica* обладают рядом преимуществ, позволяющих применять их в качестве платформы для экспрессии белков. Во-первых, разработан широкий спектр инструментов генетической инженерии и фрагментов ДНК, позволяющих модифицировать их для экспрессии необходимых белков. Во-вторых, клетки дрожжей содержат полный набор молекулярных механизмов для правильного фолдинга белка. В-третьих, они способны поддерживать функциональную экспрессию мембранных белков [1]. Наконец, они осуществляют котрансляционную транслокацию новообразующегося белка в эндоплазматическом ретикулуме, благодаря чему способны эффективно синтезировать как собственные, так и гетерологичные белки, в частности липазы [3, 4].

Целью данного исследования являлось изучение активности липаз LIP2, TTL, RML и CalB и уровня их секреции рекомбинантными штаммами *Y. lipolytica*.

Материалы и методы

Объекты исследования. В качестве объектов исследования использовали рекомбинантные штаммы *Y. lipolytica*, перечисленные в таблице. Штамм *Y. lipolytica* Y-P1L2 является контрольным штаммом без способности к синтезу внеклеточных белков, остальные – продуцентами исследуемых липаз.

Таблица

Штаммы Y. lipolytica, использованные в данной работе

Наименование штамма	Генотип	Синтезируемая липаза
Y-P1L2	Po1fLeu2	-
Y-ELIP2	w29dEYD1:EYK3ABp-Lip2-Txpr-URAlox	LIP2
Y-hTLL	W29: hp4d-TLL-uno	TLL
Y-tTLL	Po1fLeu2: pTEFin-TLL-multi	TLL
Y-tRML	Po1fLeu2: pTEFin-RML-multi	RML
Y-hCalB	W29: hp4d-CalB-uno	CalB
Y-tCalB-2	Po1fLeu2: pTEFin-CalB-multi	CalB
Y-tCalB-1	Po1fLeu2: pTEFin-CalB-uno	CalB

Питательные среды. В работе применяли питательные среды YP (дрожжевой экстракт – 10 г/л, бактопептон – 20 г/л) и YNB ($MgSO_4$ – 1 г/л, $(NH_4)_2SO_4$ – 3,5 г/л, NaCl – 0,1 г/л, $CaCl_2$ – 0,1 г/л, KH_2PO_4 – 0,85 г/л, $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ – 0,2 г/л). В качестве источника углерода применяли глюкозу с конечной концентрацией в питательной среде 2 %.

Для предотвращения бактериальной контаминации в питательную среду вносили смесь антибиотиков для *Y. lipolytica*, содержащую ампициллин, хлорамфеникол и тетрациклин с концентрацией стокового раствора 25 мг/мл, 1,02 мг/мл и 2,5 мг/мл, соответственно.

1× буферный раствор для измерения липолитической активности. Готовили 200 мл 0,1 М раствора $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ и 100 мл 0,1 М $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$. Навеску NaCl массой 1,16 г растворили в 100 мл раствора 1 М Na_2HPO_4. К полученной смеси доливали 50 мл раствора 0,1 М NaH_2PO_4, постепенно, перемешивая и контролируя pH. Конечный pH доводили до значения 7,2 обоими растворами, добавляя до 200 мл.

Культивирование дрожжей *Y. lipolytica*. Инокулят рекомбинантных штаммов получали культивированием в стеклянных пробирках на жидкой среде YP объёмом 5 мл в течение суток при 30 °C и 240 об/мин. Далее инокулят рекомбинантных штаммов объёмом 10 мкл вносили в стеклянные пробирки с 10 мл питательной среды следующего состава: YNB 2x (50 об. %), глюкоза (5 об. %), суспензия оливкового масла (5 об. %), 1 М калий-фосфатный буфер (3 об. %), смесь антибиотиков (0,1 об. %), состоящая из ампициллина (25 мг/мл), хлорамфеникола (1,02 мг/мл) и тетрациклина (2,5 мг/мл). Культивировали в течение 5 суток при 30 °C и 240 об/мин.

Анализ содержания белков в культуральной жидкости. Содержание белков в культуральной жидкости анализировали с помощью электрофореза в полиакриламидном геле как описано ранее в [2]. Концентрацию белка рассчитывали по интенсивности пятен на электрофореграмме.

Определение липолитической активности. Липолитическую активность определяли спектрофотометрическим методом по гидролизу синтетического субстрата пара-нитрофенилбутирата (pNPB), катализируемому липазой, с выделением пара-нитрофенола (pNP). Интенсивность желтой окраски реакционной смеси пропорциональна количеству образовавшегося пара-нитрофенола.

За единицу липолитической активности принимали количество фермента, которое гидролизует 1 мкмоль pNPB с выделением эквимолярного количества pNP за 1 мин при pH 7,2 и температуре 25 °C. Выражали в активность липазы в ед/мл.

Для анализа 300 мкл культуры центрифугировали 1 мин при 13 000 об/мин с целью осадить биомассу. Выполняли разведение надосадочной жидкости в 1× буфере для измерения липолитической активности в 1000 и 10 000 раз с предварительной активацией липазы оливковым маслом.

Активность липазы измеряли в 96-луночном планшете. Готовили реакционную смесь исходя из того, что на одно измерение требуется 175,7 мкл 1×буфера для измерения липолитической активности и 4,29 мкл pNPB (0,05 М). К реакционной смеси добавляли 30 мкл пробы разведения, в качестве контроля вносили 30 мкл 1×буфера для измерения липолитической активности вместо пробы. Непосредственно после этого измеряли оптическую плотность при длине волны 405 нм.

Липазную активность рассчитывали по формуле 1.

$$ЛА = \left(OD_{\text{опыт}} - OD_{\text{контроль}}\right) \cdot 33 \cdot \frac{N}{f \cdot t}. \quad (1)$$

где 33 – коэффициент перевода 30 мкл пробы на 1 мл,

OD – оптическая плотность,

N – разведение,

f – коэффициент зависимости OD от концентрации pNP, получаемый при построении калибровочной прямой, равный 36,487,

t – время реакции, мин.

Удельную липолитическую активность рассчитывали по формуле 2.

$$ЛА_{\text{уд.}} = \frac{ЛА}{C_{\text{липазы}}} \quad (2)$$

где $C_{\text{липазы}}$ – концентрация липазы в культуральной жидкости, мг/мл.

Результаты и обсуждения

Для проверки содержания липаз и расчёта их концентрации в культуральной жидкости рекомбинантных штаммов *Y. lipolytica* проводили электрофорез в полиакриламидном геле, при этом ожидаемый размер белка LIP2 составлял 38,5 кДа, TTL – 38,6 кДа, RML – 46,7 кДа, CalB – 40,5 кДа (рисунок 1). В качестве контроля использовали питательную среду без добавления культуры клеток и культуральную жидкость рекомбинантного штамма Y-P1L2 без способности к синтезу внеклеточных белков.

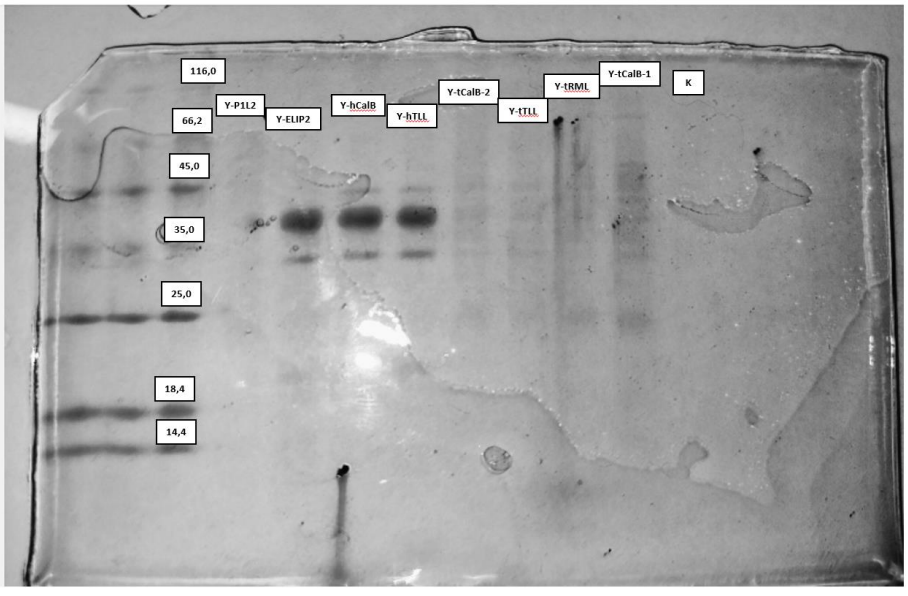


Рис. 1. Электрофореграмма липаз из культуральной жидкости рекомбинантных штаммов Y. lipolytica в ПААГ. К – питательная среда без добавления культуры клеток

Обнаружено, что образцы культуральной жидкости штаммов Y-ELIP2, Y-hCalB и Y-hTLL содержат белки, соответствующие ожидаемым размерам исследуемых липаз, с концентрациями 1,02 мг/мл, 0,59 мг/мл и 0,54 мг/мл,

соответственно. В образцах культуральной жидкости остальных рекомбинантных штаммов наблюдается концентрация исследуемых липаз меньше 1 мг/мл, также присутствуют побочные белки. Для дальнейшей работы выбрали штаммы Y-ELIP2, Y-hCalB и Y-hTLL.

Липолитическую активность секретируемой липазы определяли на 3, 4 и 5 сутки культивирования методом спектрофотометрии по гидролизу паранитрофенилбутирата (pNPB). Результаты спектрофотометрического анализа культуральной жидкости рекомбинантных штаммов *Y. lipolytica* представлены на рисунке 2.

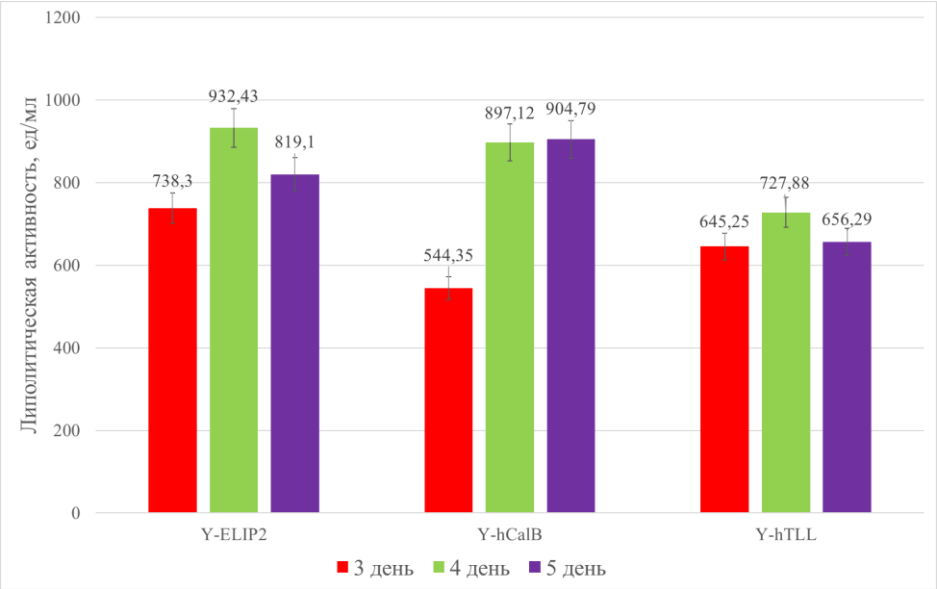


Рис. 2. Липолитическая активность секретируемых липаз из рекомбинантных штаммов Y. lipolytica в культуральной жидкости

Согласно полученным данным, наибольшие значения липолитической активности наблюдали на 4 сутки у штамма Y-ELIP2 и Y-hTLL. Причинами снижения активности на 5 сутки культивирования могут быть денатурация белка при заданных условиях культивирования, колебания температуры и pH и другие. В случае со штаммом Y-hCalB наибольшие активности наблюдались как на 4, так и на 5 сутки с разницей в 7,67 ед/мл.

Далее, получив значения активности липаз и их концентрации, рассчитывали удельную активность липаз LIP2 штамма Y-ELIP2, CalB штамма Y-hCalB и TLL штамма Y-hTLL. Таким образом, удельная липолитическая активность LIP2 составила 914,15 ед/мг, CalB – 1520,54 ед/мг, TLL– 1347,93 ед/мг.

Заключение

Таким образом, продемонстрировано, что способностью к секреции липазы с высокой активностью обладают штаммы *Y. lipolytica* Y-ELIP2, Y-hCalB и Y-hTLL. Это позволяет утверждать, что дрожжи *Y. lipolytica* подходят в качестве платформы для секреции данных рекомбинантных белков. В дальнейшем предстоит оптимизировать условия ферментации и увеличить

число копий генов рекомбинантных липаз, что позволит расширить потенциал применения дрожжей *Y. lipolytica* в научных и промышленных целях.

Работа проведена в рамках выполнения Государственного задания НИЦ «Курчатовский институт».

Список литературы

1. Маркина Н.М., Котлобай А.А., Царькова А.С. Гетерологические метаболические пути: стратегии оптимизации экспрессии в эукариотических хозяевах // Acta Naturae (русскоязычная версия). 2020. Т. 12. № 2 (45). С. 28–39.

2. Laemmli U. K. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4 // Nature. 1970. Vol. 227. №. 5259. P. 680-685.

3. Madzak C. Yarrowia lipolytica Strains and Their Biotechnological Applications: How Natural Biodiversity and Metabolic Engineering Could Contribute to Cell Factories Improvement // J. Fungi. 2021. Vol. 7. № 7. 548 p.

4. Mamaev D., Zvyagilskaya R. Yarrowia lipolytica: a multitalented yeast species of ecological significance // FEMS Yeast Research. 2021. Vol. 21. № 2. 18 p.

5. Microbial lipases and their industrial applications: a comprehensive review / Chandra P., Enespa, Singh R. [et al.]. // Microbial cell factories. 2020. Vol. 19. P. 1–42.

Шалина Н.А.
студент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
nattie.shalina@gmail.com
Научные руководители: ***Громовых Т.И.***
д.б.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
Архарова Н.А.
к.ф.-м.н., ведущтй научный сотрудник
НИЦ «Курчатовский институт»
Россия, Москва

МИКРОСТРУКТУРА ГЕЛЬ-ПЛЕНОК БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ GLUCONACETOBACTER HANSENII GH-1/2008 НА РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКАХ УГЛЕРОДА

Аннотация. Бактериальная целлюлоза (БЦ) – биополимер, синтезируемый аэробными микроорганизмами, и обладающий уникальным архитектурным строением, что обеспечивает возможность его широкого применения в различных сферах производства. Известно, что при статическом культивировании продуцента БЦ формируется гель-пленка с неоднородной внутренней структурой. В работе рассмотрена иерархическая архитектура гель-пленок БЦ, синтезируемых на средах с глюкозой, маннитом или сорбитом. Определены морфологические особенности гель-пленок в зависимости от источника углерода, изучена кристаллическая структура синтезируемых микрофибрилл.

Ключевые слова: бактериальная целлюлоза; *Gluconacetobacter hansenii* GH-1/2008; источник углерода; морфология; структура; анизотропия.

Shalina N.A.
Student,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
nattie.shalina@gmail.com
Scientific Advisers: ***Gromovykh T.I.***
Doctor of Biological Science, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
Arkharova N.A.
Candidate of Physics and Mathematics Sciences, Leading Researcher
NRC «Kurchatov Institute»,
Russia, Moscow

MICROSTRUCTURE OF GEL FILMS OF BACTERIAL CELLULOSE GLUCONACETOBACTER HANSENII GH-1/2008 ON DIFFERENT CARBON SOURCES

Abstract. Bacterial cellulose (BC) is a biopolymer synthesized by aerobic microorganisms, characterized by a unique architectural structure that enables its wide application in various production fields. It is known that during static cultivation of BC producers, a gel-film with a non-uniform internal structure is formed. The study examines the hierarchical architecture of BC gel-films synthesized on media containing glucose, mannitol, or sorbitol. The morphological features of the gel-films depending on the carbon source have been determined, and the crystalline structure of the synthesized microfibrils has been investigated.

Keywords: Bacterial cellulose; *Gluconacetobacter hansenii* GH-1/2008; carbon source; morphology; structure; anisotropy.

Введение

Бактериальная целлюлоза (БЦ) – уникальный биополимер, синтезируемый аэробными микроорганизмами, который по структуре напоминает растительную целлюлозу, но отличается высокой чистотой (отсутствие лигнина, пектина и гемицеллюлозы), прочностью, влагоудержанием, кристалличностью, биосовместимостью, биоразлагаемостью и гипоаллергенностью [6]. Макромолекулы БЦ состоят из D-глюкозы, соединённой β-1,4-гликозидными связями в линейные цепи, которые формируют микрофибриллы диаметром 1,5–2 нм и длиной 50–100 мкм [12]. Эти свойства БЦ открывают перспективы для применения в медицине, биотехнологии, электронике и других областях.

Известно, что глюкоза служит мономером для синтеза БЦ, которая под действием энзимов микроорганизмов преобразуется в нанофибриллы, самоорганизующиеся в трёхмерные сети и образующие гель-пленки. Физико-химические свойства БЦ, включая водоудерживающую способность (98-99%)

и сорбционную активность, зависят от степени кристалличности и микроструктуры [5]. Влажная БЦ представляет собой гидрогель, где лишь 10-15% воды является свободной [9].

Структура БЦ может быть управляемой за счёт изменения условий культивирования, таких как источники углерода (глюкоза, маннит, сорбит), температура, количество кислорода и pH среды. Например, при статическом культивировании на среде Хестрина-Шрамма образуется слоистая анизотропная структура с плотным верхним слоем и рыхлым нижним [1].

Однако, процесс формирования гель-пленок БЦ и образования в них анизотропных или изотропных областей до конца не изучен из-за сложности визуализации процесса. Электронная микроскопия позволяет анализировать структуру на наноуровне, но требует специальной подготовки образцов. Воздушная сушка приводит к схлопыванию структуры, тогда как лиофильная сушка или сушка в критической точке сохраняют её [2; 8; 13]. Криозаморозка в жидком этане предотвращает образование льда, сохраняя структуру водосодержащего образца [7; 11].

Данная работа направлена на исследование структурных особенностей гель-пленок БЦ, синтезируемых штаммом *Gluconacetobacter hansenii* GH-1/2008 на среде Хестрина-Шрамма с различными источниками углерода: глюкозой, маннитом или сорбитом, с акцентом на формировании иерархической архитектуры – анизотропных и изотропных областей.

Объектами исследования служили штамм *Gluconacetobacter hansenii* GH 1/2008 (ВКПМ B-10547) [4] и пленки бактериальной целлюлозы, синтезируемые этим штаммом путем стационарного жидкофазного культивирования. Синтез осуществляли на модифицированной питательной среде Хестрина–Шрамма (HS) с различными источниками углерода: глюкоза, маннит и сорбит.

Состав питательной среды HS (мас. %):

сахар – 2,0;

$(NH_4)_2SO_4$ – 0,3;

K_2HPO_4 – 0,2;

Na_2HPO_4 – 0,27;

моногидрат лимонной кислоты – 0.115;

дрожжевой экстракт – 0.5.

Культивирование проходило при температуре 27-30 °C, pH = 5,0 в течение 5 суток.

После завершения подготовки посевного материала и синтеза биополимера, пленки бактериальной целлюлозы (БЦ) высушивали двумя методами. Первый метод – конвекционная сушка, при которой пленки находились в термостате при температуре 60 °C в течение 2 суток до достижения постоянной массы. В процессе конвекционного высушивания образцы равномерно нагревали и обдували сухим потоком воздуха, что способствует испарению влаги. У пленок, высушенных данным методом, изучали морфологию поверхностей.

Второй метод включал использование лиофильной установки (Labconco FreeZone 1). Для анализа морфологии поверхности и внутренней структуры гель-пленок методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) использовали криогенную пробоподготовку: образцы замораживали в жидком этане при – 88 °С, сублимировали в установке при – 50 °С и 2 Па, после чего скалывали в жидком азоте (-196 °С). Кристаллическую структуру изучали с помощью рентгенофазового анализа на дифрактометре Rigaku MiniFlex 600, регистрируя дифрактограммы в диапазоне углов 2θ от 3 до 60°. Степень кристалличности пленок X (%) рассчитывали по формуле Сегала [10]:

$$X = \frac{I_{200} - I_{am}}{I_{200}} \cdot 100 \quad (1),$$

где I_{200} – суммарная интенсивность рефлекса 200 при $2\theta \approx 22.9°$, I_{am} – интенсивность фонового сигнала при $2\theta \approx 18°$.

1. Продуктивность штамма

Продуктивность является ключевым показателем эффективности штамма, что дает возможность оценить адекватность выбранных условий для улучшения процесса биосинтеза полимера (таблица).

Таблица

Масса и толщина гель-пленок бактериальной целлюлозы, синтезируемой штаммом Gluconacetobacter hansenii GH-1/2008 в процессе культивирования

Источник углерода	Масса до сушки, г	Толщина до сушки, мм	Масса после сушки, г	Толщина после сушки, мкм	Масса влаги, %
Глюкоза	7,99 ± 0,2	1,2-1,5	0,064 ± 0,001	21,42 ± 0,17	99,2
Маннит	3,55 ± 0,2	3,01-3,1	0,16 ± 0,002	21,38 ± 0,2	95,58
Сорбит	1,34 ± 0,15	0,93-1	0,0098 ± 0,001	11,52 ± 0,13	99,26

Данные таблицы 1 показывают, что при культивировании на глюкозе штамм синтезирует пленки с наибольшей массой до сушки (7,99 г) и высокой влагосодержащей способностью (99,2%), хотя их толщина меньше (1,2-1,5 мм), чем у пленок, полученных на манните (3,01-3,1 мм).

Из данных таблицы видно, что синтезируемая на глюкозе пленка содержит больше влаги, так как после высушивания масса абсолютно сухого веса достоверно не различается от такового показателя у пленки, выращенной на манните. В то же время при культивировании на сорбите формируются тонкие пленки (0,93-1 мм) с минимальной массой (после сушки 0,0098 г).

2. Морфология поверхности пленок

Результаты анализа морфологии поверхностей пленок бактериальной целлюлозы, полученные на основе РЭМ-изображений и их зависимости от времени культивирования продуцента БЦ на питательной среде с глюкозой (рис. 1).

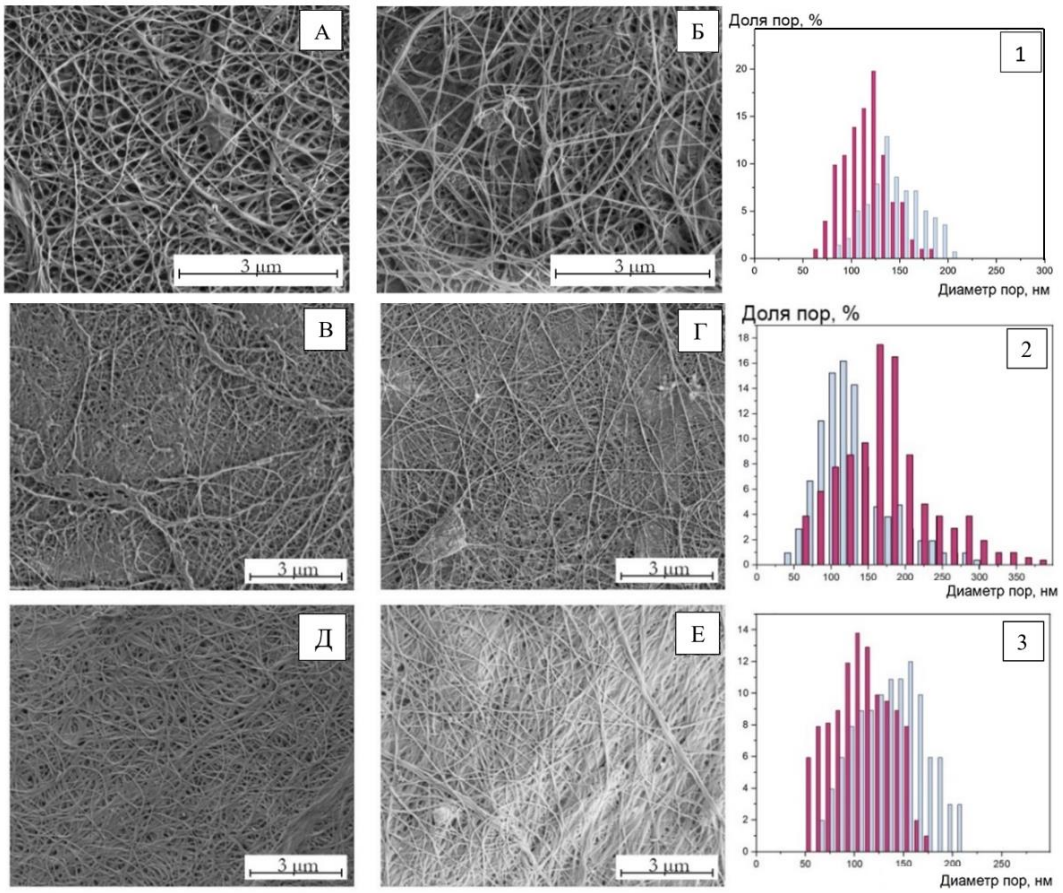


Рис. 1. РЭМ-изображения морфологии поверхности гель-пленок БЦ на 5 сутки культивирования, синтезированных на разных субстратах:
А – верхняя, Б – нижняя поверхности гель пленки на глюкозе;
В – верхняя, Г – нижняя поверхности гель пленки на манните;
Д – верхняя, Е, – нижняя поверхности гель пленки на сорбите;
– диаметр пор на верхней поверхности пленки БЦ;
– диаметр пор на нижней поверхности пленки БЦ.

Диаметры пор в поверхностном слое матрицы бактериальной целлюлозы определяют важные свойства полимера, например, его способность сорбировать и удерживать молекулярные комплексы как внутри приповерхностного слоя, так и на самой поверхности. Гель-пленка имеет сложную трехмерную структуру, состоящую из переплетающихся фибрилл, которые формируются в процессе синтеза. Нижняя поверхность пленки, которая формировалась в питательной среде, обладает более рыхлой структурой по сравнению с верхней поверхностью. Это подтвердилось анализом РЭМ-изображений морфологии гель-пленок БЦ, синтезированных при различных

параметрах культивирования штамма-продуцента и с использованием различных источников углерода в питательных средах. Данные результаты были подтверждены и другими исследованиями [3].

У гель-пленок БЦ, синтезируемых продуцентом на глюкозе, на 5-е сутки средний диаметр пор на верхней поверхности пленки составляет около 120-125 нм. Для пленок на многоатомных спиртах, средний диаметр на манните составляет около 170-175 нм, на сорбите – 105-110 нм.

В то же время размеры пор на нижней поверхности пленок варьируются от нескольких нанометров до 250 нм, иногда достигая 400 нм.

Культивирование штамма-продуцента *G. hansenii* GH-1/2008 на различных источниках углерода показало, что наибольший диаметр пор отмечается на гель-пленках, синтезированных на манните. Эти пленки имеют крупные поры (170-175 нм), и общее количество пор с меньшим диаметром у них больше по сравнению с пленками, синтезируемыми на глюкозе или сорбите. Кроме того, структура пленок, выращенных на манните, более плотная. Пленки, синтезированные на глюкозе, имеют диаметр пор 125 нм, обладают выраженной структурой, при этом число пор меньше, чем у пленок, синтезируемых на манните. Пленки, синтезируемые на сорбите, имеют средний диаметр пор (105-110 нм).

3. Морфология сколов пленок

Гелевая пленка обладает сложной иерархической структурой и складывается из двух различимых слоев почти одинаковой толщины. Фотографии среза гель-пленок БЦ на 5 сутки культивирования (рис. 2).

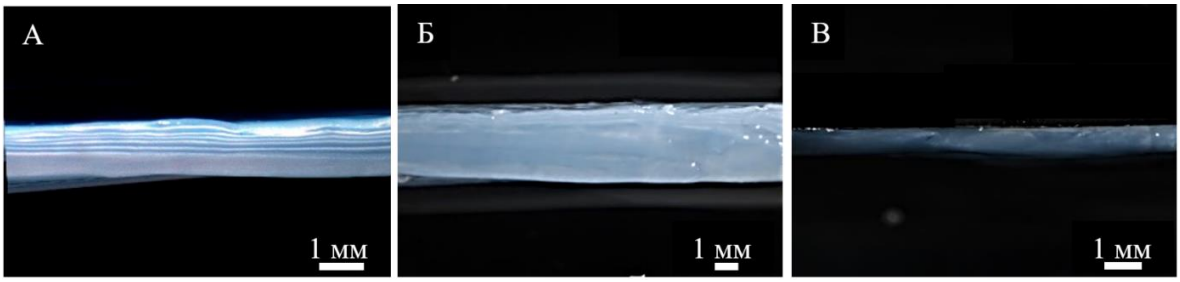


Рис. 2. Фотография среза гель-пленок бактериальной целлюлозы, синтезируемой Gluconacetobacter hansenii GH-1/2008 в течение 5 суток на среде: А – с глюкозой; Б – маннитом; В – сорбитом

На изображениях среза пленок, синтезированных на манните, преобладает изотропный слой, при этом хорошо видно сходство с пленками, синтезированными на глюкозе. В то же время, пленки, синтезированные на сорбите, демонстрируют совсем иную структурную архитектуру: они полностью прозрачны и не имеют выраженного разделения на анизотропные и изотропные слои.

Для более детального анализа были получены и исследованы лиофильно высушенные сколы БЦ с помощью низковольтной сканирующей

электронной микроскопии без нанесения проводящего покрытия с целью сохранения исходной иерархической структуры (рис. 3).

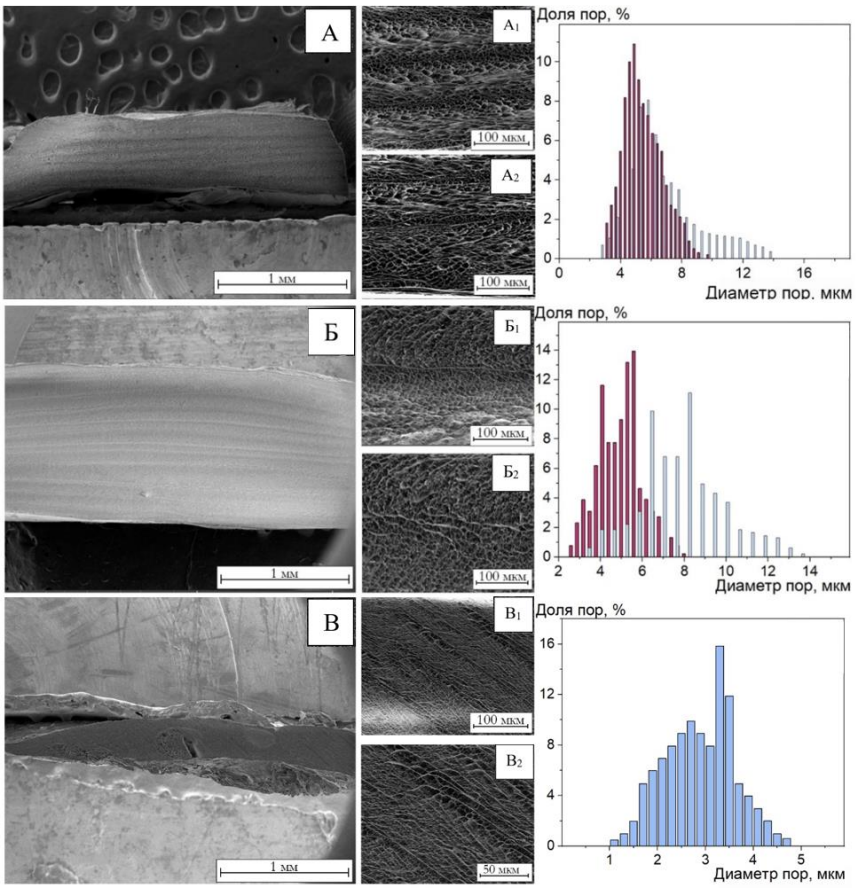


Рис. 3. РЭМ изображения лиофильно высушенных сколов БЦ на 5-е сутки культивирования при разных увеличениях:
А, $А_1$,$А_2$ – на глюкозе; Б, $Б_1$,$Б_2$ – манните; В, $В_1$,$В_2$ – сорбите;
– диаметр пор на верхней поверхности пленки БЦ;
– диаметр пор на нижней поверхности пленки БЦ;
– диаметр пор на пленке, выращенной на сорбите;

Как видно из рисунка 3, в процессе культивирования формируются два вида структуры: верхняя – «слоевая», состоящая из плотных слоистых структур (рис. 3, А–$А_1$; Б–$Б_1$), соединённых областями с интерстициальными фибриллами, образующими тоннели, и нижняя – пористая, состоящая из «ячеек» (рис. 3, $А_2$; $Б_2$; $В_1$–$В_2$).

На микрофотографии скола гель-пленки БЦ, синтезированной продуцентом на глюкозе, наблюдается четко выраженная укладка слоев, расположенных эквидистантно на расстоянии 100 мкм.

На микрофотографиях сколов пленок, синтезированных продуцентом на манните, наблюдается иерархическая структура, схожая со структурой пленок на глюкозе: верхняя часть пленки имеет четко выраженную слоевую укладку, нижняя – ячеистое строение.

Обнаружено, что средний диаметр пор у пленок на глюкозе и манните практически не отличается и составляет 5-6 мкм. Видно, что в нижней области пленок отсутствуют четкие слоевые структуры, присущие верхней области (рис. 3, $А_2$, $Б_2$). Однако внутренняя архитектура пленок, синтезируемых продуцентом на сорбите, уникальна и отличается от пленок, выращенных на глюкозе и манните. Наблюдается однородная структура без чётко выраженных слоев, со средним размером пор 2,8 – 3,3 мкм.

Средний диаметр пор пленок в анизотропной части составляет примерно 5,7 мкм. Примечательно, что образцы пленок, синтезируемые продуцентом на манните, показывают сходные результаты, что может доказывать подобие структуры БЦ для двух субстратов.

Пленки, синтезируемые продуцентом на сорбите, демонстрируют уникальную ячеистую архитектуру без четких слоев, со средним размером пор 2,75–3,3 мкм, что указывает на значительное влияние типа углеродного источника питания на формирование продуцентом микроструктуры пленок БЦ.

4. Рентгенофазовый анализ

На рис. 4 показаны дифрактограммы пленок, выращенных на трех различных источниках углерода в течение 5 суток.

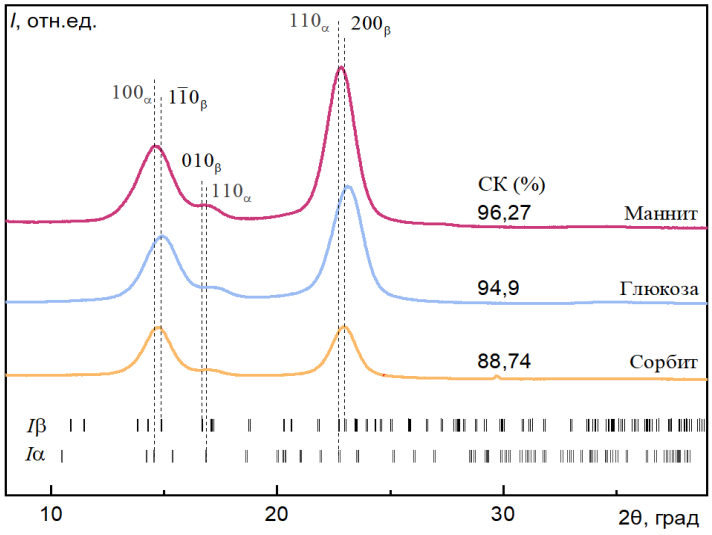


Рис. 4. Рентгеновские дифрактограммы гель-пленок бактериальной целлюлозы на различных источниках углерода. СК (%) – степень кристалличности

Видно, что кристаллическая структура всех трех гель-пленок стабильна, соответствует типу Целлюлозы I и не зависит от типа углеродного источника.

На дифрактограммах присутствуют три интенсивных дифракционных пика при $2\theta \sim 14{,}5°$, 16,6°, 22,6°, которые можно отнести к отражениям от кристаллографических плоскостей (100), (010), (110) целлюлозы 1α и/или плоскости (1$\underline{1}$0), (110) и (200) целлюлозы типа 1β. Поскольку пики двух

полиморфов нативной Целлюлозы I близки друг другу, то, основываясь только на положениях пиков на дифрактограммах, различить две эти фазы не представляется возможным.

Степень кристалличности, рассчитанная с использование формулы (1), измерена для пленок, синтезируемых продуцентом на глюкозе, манните и сорбите. Эти измерения подтвердили, что использование альтернативных источников углерода (сорбита или маннита) не влияет на способность продукта формировать бактериальную целлюлозу с высококристаллической структурой. Однако степень кристалличности пленок на сорбите составила только 88,74%, что существенно ниже, чем у маннита (96,27%) и глюкозы (94,9%). Такое несоответствие может объясняться тем, что у молекулярной структуры пленок, синтезируемых на сорбите, имеются особенности, которые препятствуют формированию высокоорганизованных кристаллических решеток.

Для получения наиболее стабильных и кристаллических пленок предпочтительны для культивирования продуцента маннит и глюкоза, хотя кристалличность пленок, полученных на глюкозе немного ниже.

Заключение

Полученные результаты исследования представляют значительную научную и практическую ценность. Впервые удалось выявить, что микроструктура пленок бактериальной целлюлозы (БЦ), синтезированных штаммом *Gluconacetobacter hansenii* GH-1/2008, характеризуется слоистой архитектурой в верхней части и изотропной ячеистой структурой в нижней.

Показано, что использование глюкозы или маннита в питательной среде приводит к формированию двухслойной структуры пленок, включающей как анизотропные, так и изотропные участки, в то время как сорбит способствует образованию изотропной структуры без четких слоев.

Рентгенофазовый анализ полученных пленок показал, что кристаллическая структура БЦ соответствует Целлюлозе I и не зависит от типа используемого углеродного источника для культивирования. Однако степень кристалличности зависит от источника углерода для культивирования продуцента: кристалличность на сорбите – 88,74%, глюкозе – 94,9% и манните – 96,27%.

Полученные результаты подчеркивают значимость выбора углеродного субстрата для культивирования продуцента с целью контроля формирования морфологии и структуры пленок БЦ, а также продуктивности штамма. Это может быть важно для производства БЦ с заданными свойствами для биомедицинских приложений и разработки фильтров на их основе.

Список литературы

1. Влияние растворов электролитов на механические свойства бактериальной целлюлозы / Скворцова З.Н. [и др.] // Коллоидный журнал. 2020. Т. 82, № 4. С. 517–520.

2. Изучение структурных параметров целлюлозы Acetobacter xylinum в процессе сушки гель-пленок / Баклагина Ю. Г. //Журнал прикладной химии. 2003. Т. 76. №. 6. С. 1017-1024.

3. Микроструктура гель-пленок бактериальной целлюлозы, синтезируемой в статических условиях культивирования штамма Gluconacetobacter hansenii GH-1/2008 на питательных средах с различными источниками углерода / Болгова А.Л. [и др.] // Кристаллография. 2023. Т. 68., № 4. С. 607–614.

4. Патент № 2464307, Российская федерация, МПК C12N 1/20, C12P 19/04, C12R 1/01. Штамм бактерий *Gluconacetobacteer hansenii* GH-1/2008 – продуцент бактериальной целлюлозы / Т.И. Громовых, Ф.М. Хань, Т.Н. Данильчук; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет пищевых производства». № 2011121841/10; заявл. 31.05.2011; опубл. 20.10.2012, Бюл. № 29.

5. Физико-химическая механика бактериальной целлюлозы / Скворцова З.Н. [и др.] // Коллоидный журнал. 2019. Т. 81, № 4. С. 441–452.

6. Evaluation of the biocompatibility of regenerated cellulose hydrogels with high strength and transparency for ocular applications / Patchan M. W. [et al.] // Journal of Biomaterials Applications. 2016. Т. 30. №. 7. С. 1049-1059.

7. Evaluation of the impact of freezing preparation techniques on the characterisation of alginate hydrogels by cryo-SEM / Aston R. [et al.] // European Polymer Journal. 2016. Т. 82. С. 1-15.

8. Illa M. P., Sharma C. S., Khandelwal M. Tuning the physiochemical properties of bacterial cellulose: effect of drying conditions // Journal of Materials Science. 2019. Т. 54. №. 18. С. 12024-12035.

9. Mohite B. V., Koli S. H., Patil S. V. Bacterial cellulose-based hydrogels: Synthesis, Properties, and Applications // Cellulose-Based Superabsorbent Hydrogels. Polymers and Polymeric Composites: A Reference Series. Springer, Cham. 2019. С. 1255-1276.

10. Morphology and structure characterization of bacterial celluloses produced by different strains in agitated culture / Bi J. C. [et al.] // Journal of applied microbiology. 2014. Т. 117. №. 5. С. 1305-1311.

11. Plunge freezing for electron cryomicroscopy / Dobro M. J. [et al.] // Methods in enzymology. 2010. Т. 481. С. 63-82.

12. Steinbüchel A., Marchessault R. H. Biopolymers for Medical and Pharmaceutical Applications, Vols. 1–2 // MRS BULLETIN. 2006. Т. 31. С. 351.

13. Zeng M., Laromaine A., Roig A. Bacterial cellulose films: influence of bacterial strain and drying route on film properties // Cellulose. 2014. Т. 21. С. 4455-4469.

Зворыгин Е.Д.
студент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
zvorygin_e_d028@mail.ru
Научный руководитель: ***Летарова М.А.***
м.н.с.,
ФИЦ Биотехнологии РАН
Россия, Москва
sulfatreduction@gmail.com

КОЭВОЛЮЦИОНИРУЮЩАЯ СИСТЕМА – ПЕРЕВИВАЕМЫЕ АССОЦИАЦИИ ФАГА PH515A1 И STAPHYLOCOCCUS AUREUS A515

Аннотация. Перевиваемые ассоциации (далее ПА) – это система ассоциированных вместе фаговых частиц и клеток штамма-хозяина. Бактериофаг *ph515A*1 является вирулентным, поэтому вправе ожидать, что за небольшое число пассажей все клетки штамма-хозяина приобретут устойчивость к нему, однако наши эксперименты показали, что эти объекты долгое время сосуществуют как двухкомпонентная, неразделяемая система, приобретающая новые свойства в череде поколений, например, изменение отношений «фаг-хозяин».

Ключевые слова: Staphylococcus aureus; бактериофаг; кривая адсорбции; кривая единичного выхода фага; коэволюция; система «фаг-хозяин».

Zvorygin E.D.
Student,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
zvorygin_e_d028@mail.ru
Scientific Adviser: ***Letarova M.A.***
Junior researcher,
Fundamental Researching Center of Biotechnology
Russian Academy of Sciences (FRC Biotechnology RAS)
Russia, Moscow
sulfatreduction@gmail.com

COEVOLUTIONARY SYSTEM – TRANSFERABLE ASSOCIATION OF PHAGE PH515A1 AND STAPHYLOCOCCUS AUREUS A515

Abstract. Transferable associations (TA) are a system of phage particles and host strain cells Associated together. The *ph515A1* bacteriophage is virulent, so it is reasonable to expect that in a small number of passages all cells of the host strain will acquire resistance to it, however, our experiments have shown that these objects coexist for a long time as a two-component, inseparable system that acquires new properties over a series of generations, for example, a change in the «phage-host» relationship.

Keywords: Staphylococcus aureus; bacteriophage adsorption; single burst size; coevolution; «phage-host» system.

Введение

Бактериофаги – это вирусы, специфически заражающие бактерий. Бактериофаги имеют широкое распространение также, как и их хозяева. В некоторых экотопах может число клеток штамма-хозяина отставать от численности бактериофагов в несколько раз. Роль фагов в природе имеет внушительное значение. Бактериофаги участвуют в регуляции численности бактериальных сообществ, осуществляют фаговую трансдукцию, способны влиять на морфологию колоний и на способность бактерий-хозяев образовывать биопленки [1].

Бактерии и вирусы, хотя и описываются в литературе как «враги», тем не менее получают множество преимуществ от взаимодействия. Фаги получают способность к существованию, а бактерии-хозяева в свою очередь получают множество возможностей, позволяющих увеличить свое экологическое преимущество среди других микроорганизмов.

Благодаря своим особенностям, бактериофаги нашли широкое применение в медицине, а именно в фаговой терапии. Фаговая терапия представляет собой лечение бактериальных инфекций при помощи бактериофагов, препараты которых могут быть выполнены в виде монофагов или в виде фаговых коктейлей. Высокая специфичность бактериофагов по отношению к бактериям-хозяевам играет важную роль в использовании фаговых препаратов, имеющих название фаговый коктейль [1]. Важной особенностью данного метода лечения является безопасность вирусов бактерий для человеческого организма, что является важнейшим преимуществом фаговой терапии по отношению к общеиспользуемому способу лечения инфекционных заболеваний – лечением антибиотиками [4].

Исследование микроэволюции бактериофага и клеток-хозяев позволяет понять, по какой траектории происходит приспособление клеток к фаговой инфекции для конкретной системы и какое «обучение» происходит внутри системы фаг-хозяин. Была выбрана система, включающая фага *ph515A1* и его хозяина *Staphylococcus aureus A515*.

Объекты исследования

В работе использовался клинический изолят *Staphylococcus aureus* штамм *A515* и бактериофаг *ph515A1*, выделенный из фагового коктейля производства «Микроген». По результатам секвенирования бактериофаг относится к миовирусам [4].

Методы исследования

Титрование бактериофагов методом «двойного агара»

В другую пробирку помещали 5 мл мягкого агара. В мягкий агар добавляли 100 мкл суспензии клеток. После чего заливали газон на чашку.

Фаговый лизат разводили в пробирках с шагом в 100 раз. Разведения доводили до 1 к 10^{-8}.

На застывший газон наносили по 5 мкл из разведений и исходного фагового лизата.

Чашки с посевами инкубировали в термостате при 37 ℃ в течение 24 часов. Затем подсчитывали количество бляшкообразующих единиц, далее бляшек. Учет проводили в том разведении, где их количество не превышало 30 [14].

Получение перевиваемых ассоциаций

Для получения перевиваемых ассоциаций клеток-хозяев *S. aureus A515* и *ph515A1* рассеяли фага до отдельных негативных колоний. Для этого фаговый лизат последовательно развели в 10000 раз и рассеяли методом двойного агара на чашку Петри.

Чашку инкубировали в термостате при 37 ℃ в течение 24 часов. С помощью стерильной микробиологической иглы перенесли материал из 16 случайно выбранных бляшек в 5 повторностях на твердый агар, и тут же на чашку с газоном клеток-хозяев и инкубировали при 37 ℃ и в течение 24 часов.

Так было получено 1 поколение перевиваемых ассоциаций (ПА). На рисунке вторым и третьим шагом, последовательно, указаны соответствующие шаги. На рисунке кружочками обозначены негативные колонии. После пассирование ПА производилось параллельным переколом каждой ассоциации с помощью новой стерильной микробиологической иглой. В данном случае под пассирование подразумевается пассаж нового поколения ПА на новую чашку с твердым агаром. На каждой чашке одной «клеточке, начерченной маркером» соответствует одна пассируемая ассоциация. Процедура повторялась до тех пор, пока не было получено 15 поколений, то есть 15 итераций ПА.

Рассев перевиваемых ассоциаций до отдельных колоний – субклонов ассоциаций.

Для проведения анализа субклонов было выбрано несколько ПА, которые демонстрировали наибольшее количество зон лизиса, то есть зон просветления в бактериальном газоне. В данном случае субклонами называются колонии, полученные в результате рассева ПА до отдельных колоний. Для анализа отобрали ПА из 5 поколений, а именно 4, 6, 8, 12 и 15.

Отдельные псевдолизогенные ассоциации ресуспезировали в одном миллилитре жидкой среды, дважды последовательно развели в сто раз и данные разведения рассеяли до отдельных колоний шпателем Дригальского. Все чашки с посевами инкубировали в термостате в течение 24 часов при температуре 37 ℃.

Проверка способности субклонов ассоциаций вызвать лизис на исходном штамме-хозяине

Методом «двойного агара» был получен газон клеток исходного штамма-хозяина. 30 колоний, демонстрирующих набольшее количество зон лизиса, суспензировали в микробиологическом планшете в 100 мкл жидкой среды. После этой же микробиологической иглой были высеяны 5 уколов на чашке с газоном. Все чашки инкубировались в течение 24 часов при температуре 37 ℃.

Проверка субклонов ассоциаций на способность расти на LB

Суспензии субклонов ассоциаций, полученные ранее в микробиологическом планшете, рассеяли микробиологической петлей на чашки с твердым агаром. Все чашки с посевами инкубировали в течение 24 часов при температуре 37 ℃.

Проверка субклонов ассоциаций образовывать самостоятельные газоны и демонстрировать лизис исходной суспензией бактериофага

К суспензиям субклонов ПА в микробиологическом планшете добавили по 100 мкл мягкого LB. После полученную суспензию нанесли на пластинку твердой среды, получив, таким образом, несколько небольших газонов соответствующих субклонов на одной чашке. На каждый газон нанесли по 10 мкл лизата исходного фага, то есть фага *ph515A1*.

Для положительного контроля выступал газон, исходного штамм, на который наносили 10 мкл исходного фагового лизата, для отрицательного – 10 мкл мягкого агара.

Выделение субклонов бактериофагов

Из всех полученных субклонов ассоциаций были выбраны пять, демонстрирующих лизис газона исходного штамма-хозяина и имеющих прерывистый штрих. Прерывистый штрих – это штрих, состоящий из микроколоний различимых невооруженным глазом. Выбранные субклоны ассоциаций рассеяли штрихом с помощью микробиологической петли на другую чашку с твердым агаром и инкубировали в течение 24 часов при 37 ℃.

В пробирки с 5 мл жидкой среды суспензировали субклона ассоциации и добавили 100 мкл суспензии клеток исходного штамма-хозяина. Все пробирки поместили на качалку на 24 часа при температуре 37 ℃ и 250 g.

После полученные накопительные культуры осветлили на центрифуге при 7300 об/мин в течение 20 минут. Супернатант был перенесены в новые пробирки.

Построение кривой адсорбции

Предварительно готовим однодневную культуру клеток. Суспензируем клетки в 14 мл LB liquid, таким образом, чтобы примерное светопоглощение суспензии составляло 0,15 при 660 нм, что соответствует концентрации клеток в пределах 10^7-10^8 КОЕ/мл. Биологический титр фагового препарата должен составлять 10^5 БОЕ/мл, поэтому при необходимости разводили его в жидкой LB.

Для подсчёта точного количества клеток рассеивали шпателем по 50 мкл суспензии клеток в трех повторностях, предварительно разведя их в 10^6 раз.

После добавили 1 мл фага в суспензию клеток-хозяев. Этот момент соответствует нулевой точке отсчета. После отбирали по 10 мкл в следующие промежутки времени: 0 минут, 1 минута, 3 минуты, 5 минут, 10 минут, 15 минут, 20 минут, 30 минут, и добавляли в 990 мкл жидкой LB для остановки адсорбции. Разбавленную таким образом пробу центрифугировали 5 минут при 140 g и рассеивали супернатант до отдельных бляшек в 3х повторностях [3].

Все чашки инкубировали в течение 24 часов при 37 °С и подсчитывали количество КОЕ и БОЕ, где КОЕ – колонеобразующие единицы, а БОЕ – бляшкообразующие единицы. Значение константы адсорбции расчитывали по формуле 1:

$$k = \frac{-\lg\left(\frac{P_1}{P_0}\right)}{\frac{B}{t}} (1),$$

где k – константа адсорбции, B – количество КОЕ/мл, t – промежуток времени, P_1 – количество БОЕ/мл в данный промежуток времени, P_0 –количество БОЕ/мл в данный в точке 0 минут [3].

Определение времени выхода фага из клетки

Предварительно готовим однодневную культуру клеток. Суспензируем клетки в 14 мл LB liquid, таким образом, чтобы примерное светопоглощение суспензии составляло 0,15 при 660 нм, что соответствует концентрации клеток в пределах 10^7-10^8 КОЕ/мл. Биологический титр фагового препарата должен составлять 10^5 БОЕ/мл, поэтому при необходимости разводили его в жидкой среде.

Для подсчёта точного количества клеток рассеивали шпателем по 50 мкл суспензии клеток в трех повторностях, предварительно разведя их в 10^6 раз.

После добавили 1 мл фага в суспензию клеток-хозяев. Этот момент соответствует нулевой точке отсчета. После отбирали по 10 мкл в промежутки времени от 0 до 120 минут с шагом в 10 минут, и добавляли в 990 мкл жидкой LB для остановки адсорбции. Разбавленную таким образом пробу центрифугировали 5 минут при 140 g и рассеивали супернатант до отдельных бляшек в 3х повторностях [3].

Все посевы инкубировали в течение 24 часов при 37 °С иодсчитывали количество КОЕ и БОЕ, где КОЕ – колонеобразующие единицы, а БОЕ – бляшкообразующие единицы., но замеры проводили. По графику определяли время выхода фага и количество фага, которое вышло в данный промежуток времени по формуле 2:

$$n = \frac{P_m}{P_0}, \quad (1)$$

где P_m. – количество БОЕ/мл в момент выхода фага, P_0 –количество БОЕ/мл в данный в точке 0 минут.

Результаты и обсуждения

После соотнесения ПА с таким признаком, как, способность ПА демонстрировать лизис на исходном штамме, рассеяли несколько ассоциаций до отдельных субклонов. Субклоны внешне выглядят как бактериальные колонии, но в их состав помимо бактерий входит еще бактериофаг, что делает ассоциацию сложной, динамически развивающейся системой. Проанализировали ПА на способность вызывать лизис на исходном штамме-хозяине, демонстрировать рост на твердом агаре, способность к лизису исходной суспензией бактериофага и возможность образовывать самостоятельные газоны [1].

Затем отобрали субклоны ПА, которые образовывали наибольшее количество зон лизиса, и очевидно были хорошо ассоциированы с бактериофагом. Условно субклонов фагов из ассоциаций, субклонов бактериофагов, можно разделить на две группы: способные давать больший титр при культивировании на субклоне штамма-хозяина, и тоже самое на исходном штамме *S. aureus A515* [1].

Ярким представителем фагов, демонстрирующих больший титр на исходном штамме-хозяине является фаг *ph8/26*, поэтому выбрали его для сравнения с бактериофагом *ph515A1*. Принадлежность к одному виду доказывали ПЦР, результаты которого представлены на рисунке 1.

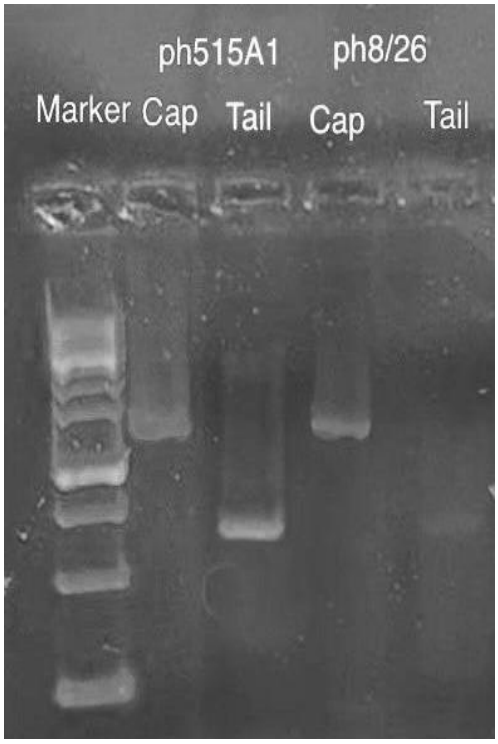


Рис. 1. Электрофореграмма, доказывающая принадлежность фагов к одному виду

На рисунке под Cap подразумевается ген, кодирующий главный капсидный белок, а под Tail – ген, кодирующий белок хвоста.

Сравнили кривые адсорбции и нашли единичный выход фага для данных субклонов. Также определили максимально возможный биологический титр, который удается получить в накопительной культуре для данных фагов [3].

В ходе микроэволюции фага *ph515A1* и его хозяина *S. aureus A515* изменяется хозяйский спектр штамма-хозяина, хозяйский спектр фага. Полученный нами фаг *ph8/26* имеет большие темпы роста и большую константу адсорбции. Значение константы адсорбции на 1 порядок выше, чем у фага *ph515A1.* Единичный выход фага *ph8/26* превышает выход *ph515A1* почти в 3 раза. Выход фага составляет 1650 %. Результаты представлены на рисунках 2-5.

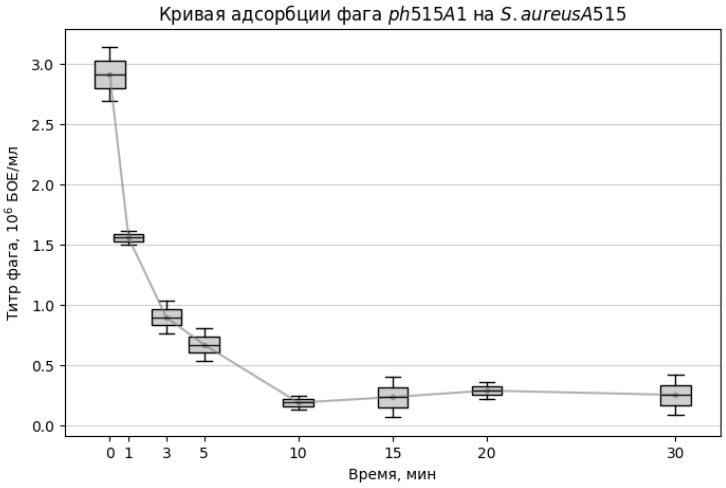


Рис. 2. Кривая адсорбции фага ph 515A1 на S. aureus A515

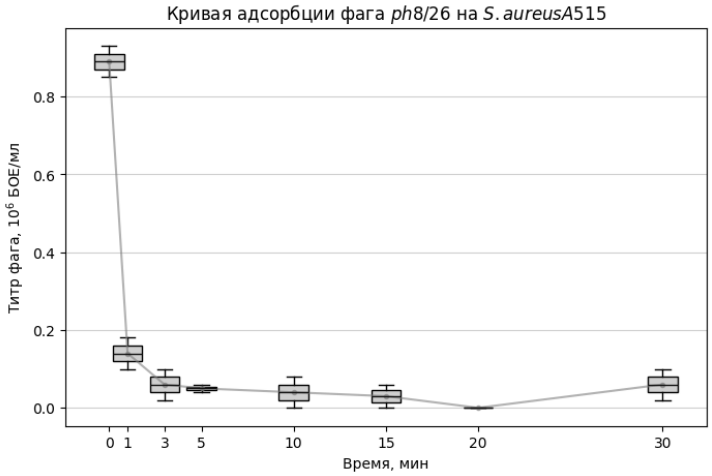


Рис. 3. Кривая адсорбции фага ph 8/26 на S. aureus A515

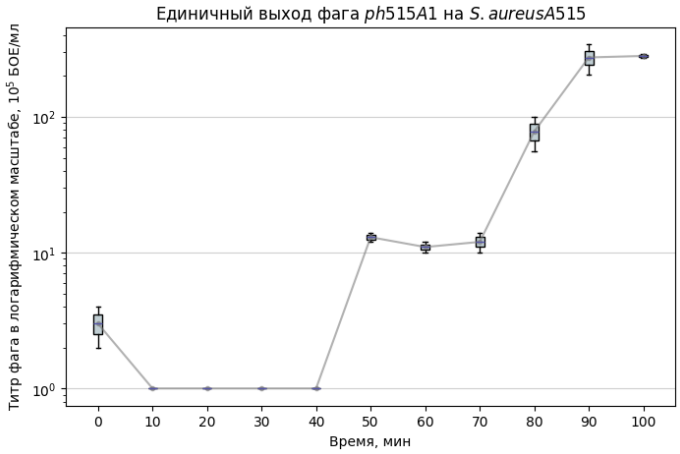


Рис. 4. Кривая единичного выхода фага ph 515A1 на S. aureus A515

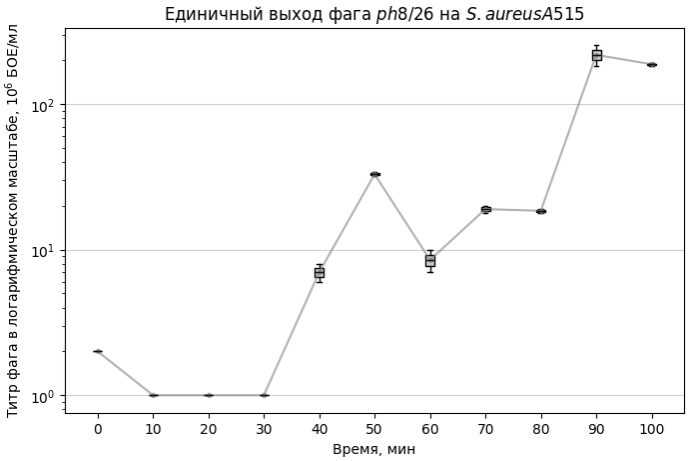


Рис. 5. Кривая единичного выхода фага ph 8/26 на S. aureus A515

Также данный субклон способен дорастать до большего биологического титра в накопительной культуре, максимально возможный титр составляет примерно 10^{13} БОЕ/мл. Фаг также остается вирулентным, что позволяет, в перспективе и в дальнейших исследованиях, предложить данный фаг как новый препарат для фаговой терапии.

Список литературы

1. *Летаров А.В.* Современные концепции биологии бактериофагов. − М.: ДеЛи, 2019. С. 11-23.

2. Стабильно перевиваемые псевдолизогенные ассоциации вирулентных колифагов G7C 9G и из бактерий-хозяев / М.А. Летарова, А.К. Голомидова, Е.Е. Куликов, А.В. Летаров. Материалы III Санкт-Петербургского международного экологического формума, 2014. №71. С. 94.

3. Bacteriophages : Methods and Protocols. Vol. 2. Molecular and Applied Aspects / M. R. J. Clokie, A. M. Kropinski (eds.). Totowa: Humana Press, 2009. P. 255-292.

4. Transcriptional Landscape of Staphylococcus aureus Kayvirus Bacteriophage vB_SauM-515A1 / M. Kornienko, N. Kuptsov, R. Gorodnichev (eds.). Viruses, 2020. V. 12. P. 1320–1335.

Каххарова А.М., Боситхонов К.К.
студенты,
akidakahhar@icloud.com, kamronbekbosithonov@gmail.com
Научныt руководители: ***Зупаров М.А.***
к.б.н., профессор
Ташкентский государственный аграрный университет,
agrobiotechinfo@yandex.ru
Хакимов А.А.
PhD, доцент
Ташкентский государственный аграрный университет,
Узбекистан, Ташкент
alp.lentinus@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОФУНГИЦИДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. Как известно, фитопатогенные микроорганизмы наносят серьёзный ущерб сельскохозяйственным культурам, снижая их урожайность и товарное качество. В данной статье приведён обзор литературных данных о механизме действия, преимуществах и недостатках биофунгицидов, применяемых для защиты растений от болезней. Кроме того, рассмотрены актуальные проблемы и нерешённые вопросы, связанные с применением биофунгицидов в борьбе с болезнями растений.

Ключевые слова: болезни растений, биофунгициды, антагонистические микроорганизмы, *Trichoderma*.

Kakharova A.M., Bosithonov K.K.
Students,
akidakahhar@icloud.com, kamronbekbosithonov@gmail.com
Scientific Advisors: ***Zuparov M.A.***
Candidate of Biological Sciences, Professor,
agrobiotechinfo@yandex.ru
Khakimov A.A.
PhD, Associate Professor,
Tashkent State Agrarian University,
Tashkent, Uzbekistan
alp.lentinus@yandex.ru

PERSPECTIVES ON THE USE OF BIOFUNGICIDES IN AGRICULTURE

Abstract. It is well known that phytopathogenic microorganisms cause significant damage to agricultural crops by reducing their yield and diminishing their market quality. This article reviews literature-based findings on the mechanisms of action, advantages, and limitations of biofungicides used against plant diseases. Additionally, it highlights existing challenges and unresolved issues related to the application of biofungicides in plant protection.

Keywords: plant diseases, biofungicides, antagonist microorganisms, *Trichoderma*.

Введение

Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), 80% питания человека обеспечивается продукцией растительного происхождения, а годовой объем мировой торговли сельскохозяйственной продукцией составляет 1,6 трлн долларов США, из которых 82% приходится на продукты питания [4].

На мероприятии, проведённом в 2018 году, Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ФАО) объявила 2020 год «Международным годом здоровья растений». Цель этой инициативы − привлечь внимание мирового сообщества к значению охраны здоровья растений в борьбе с голодом, сокращением бедности, защиты здоровья человека и окружающей среды, а также для содействия экономическому развитию [2].

Растения постоянно подвергаются серьёзной и устойчивой угрозе со стороны вредителей и болезней. По данным Секретариата Международной конвенции по защите растений (МКЗРП) при ФАО, отсутствие своевременных мер против вредоносных организмов может привести к катастрофическим и трудно устранимым последствиям.

В настоящее время из-за вредителей и болезней теряется от 20% до 40% урожая [3], причём ущерб от болезней растений составляет 14,1%, что эквивалентно 220 млрд долларов США в год в пересчёте на объем торговли сельскохозяйственной продукцией [8].

В истории сельского хозяйства существует множество сведений о катастрофических последствиях массового заражения сельскохозяйственных культур болезнями. Благодаря наличию современных и более надёжных методов защиты растений от массового развития болезней на определённых площадях (эпифитотий), подобные разрушительные последствия в наше время наблюдаются гораздо реже. Однако болезни растений и сегодня наносят значительный ущерб сельскому хозяйству. Например, в результате развития фитофтороза может быть потеряна половина, а то и большая часть урожая картофеля, а томаты могут вовсе не дать урожая. Из-за ржавчинных заболеваний пшеницы и других зерновых культур зачастую теряется 30–40% урожая, а из-за мучнистой росы – 10-15%. Значительные потери также наблюдаются среди овощной продукции. Ущерб от фитопатогенных организмов может быть как прямым, так и косвенным. Прямой и косвенный ущерб, вызванный фитопатогенами и выражающийся в потерях урожая, измеряется не только снижением доходов от продажи продукции. Существуют такие болезни растений, при заражении которыми полученная продукция становится опасной для человека и сельскохозяйственных животных. Например, некоторые грибы рода Fusarium, развивающиеся на зёрнах колосовых культур, могут делать муку и выпеченный из неё хлеб токсичными. Заболевания, такие как спорынья, фузариоз и некоторые другие, могут вызвать отравления у животных [6].

В последние годы всё большее внимание уделяется экологически безопасным биологическим методам борьбы с болезнями растений как альтернатива традиционным химическим фунгицидам. Биологический метод защиты растений от патогенных микроорганизмов основан на использовании антагонистических микроорганизмов.

Механизм действия биофунгицидов

Эффективность биофунгицидов в борьбе с болезнями растений привлекла значительное внимание в устойчивом сельском хозяйстве. Биофунгициды определяются как биопестициды, использующие природные микроорганизмы или их метаболиты для подавления фитопатогенов, предлагая альтернативу традиционным химическим фунгицидам. В то время как традиционные химические фунгициды действуют преимущественно за счёт токсического воздействия, которое ингибирует рост и размножение патогенов, биофунгициды вовлекаются в более сложные взаимодействия как с растением, так и с окружающей средой. Исследования показывают, что биофунгициды, особенно полученные из видов рода *Trichoderma*, используют несколько механизмов подавления болезней, включая конкуренцию за питательные вещества и пространство, антибиоз посредством продукции вторичных метаболитов, а также индукцию системной устойчивости у растения-хозяина [1, 5, 9, 16].

Механизм конкуренции заключается в том, что биофунгициды занимают экологические ниши, которые могли бы быть использованы патогенами, тем самым ограничивая их рост. Например, известно, что представители рода *Trichoderma* быстро колонизируют корни растений, эффективно вытесняя такие патогены, как *Fusarium* и *Rhizoctonia*, в борьбе за ресурсы [15].

Антибиоз, другой важный механизм, включает в себя секрецию различных противогрибных соединений, которые способны напрямую ингибировать рост патогенов. Такой многофакторный подход не только способствует подавлению заболеваний, но и поддерживает микробное разнообразие почвы, улучшая общее состояние почвенной экосистемы [11].

Помимо многостороннего механизма действия, биофунгициды обладают значительными преимуществами с точки зрения экологической устойчивости. Как правило, они характеризуются более низким уровнем токсичности по сравнению с традиционными химическими средствами, которые нередко вызывают экологические нарушения, такие как уничтожение полезной микрофлоры и развитие устойчивых штаммов патогенов [23]. Такое снижение воздействия на окружающую среду имеет решающее значение для устойчивых сельскохозяйственных систем, в которых приоритет отдается экологическому балансу и сокращению зависимости от химических препаратов.

Преимущества и ограничений применение биофунгицидов

Несмотря на очевидные преимущества, биофунгициды также имеют ограничения, которые могут повлиять на их эффективность в определённых условиях. Одной из основных проблем является нестабильность их действия, которая может зависеть от различных факторов окружающей среды, таких как температура, влажность и тип почвы [17].

Кроме того, биофунгициды зачастую требуют более глубокого понимания сроков применения и оптимизации дозировки, чтобы достичь желаемого защитного эффекта. В отличие от них, традиционные химические фунгициды, как правило, обеспечивают более предсказуемые результаты благодаря хорошо изученным механизмам действия и чётко установленным рекомендациям по применению.

Потенциально более низкие риски для окружающей среды и здоровья, связанные с применением биофунгицидов, подтверждают целесообразность их использования в рамках устойчивого сельского хозяйства. Однако, чтобы биофунгициды стали полноценной альтернативой традиционным фунгицидам, необходимо проведение дополнительных исследований, направленных на оптимизацию формуляций, повышение эффективности в различных климатических условиях, а также разработку интегрированных стратегий управления вредными организмами, сочетающих биологические и химические методы [23]. Такой интегрированный подход может стать ключом к устойчивому контролю заболеваний с одновременным снижением негативного воздействия химических фунгицидов.

При оценке преимуществ биофунгицидов ряд исследований подтверждает их способность эффективно бороться с различными болезнями растений. Например, M.A.Baraka et al. [10] провели комплексное исследование по применению растительных экстрактов и биофунгицидов, в частности для контроля корневых гнилей у финиковых пальм. Их результаты подчёркивают потенциал биофунгицидов в снижении воздействия патогенных грибов, демонстрируя, что природные средства могут служить жизнеспособной альтернативой химическим препаратам на определённых культурах.

Кроме того, эффективность биофунгицидов распространяется и на различные культуры. I.Pertot et al. [23] отметили многообещающие результаты применения микробных агентов, эффективно подавляющих как корневые, так и листовые патогены. Эти данные свидетельствуют о том, что биофунгициды могут бороться с множественными возбудителями заболеваний, тем самым повышая устойчивость культур и снижая зависимость от синтетических фунгицидов. Их гибкость и универсальность делают биофунгициды особенно ценными в устойчивом земледелии, предлагая стратегию обеспечения продовольственной безопасности при минимальном воздействии на окружающую среду.

В дополнение к самостоятельной эффективности, исследования показывают, что сочетание биофунгицидов с химическими средствами может

дополнительно повысить эффективность борьбы с заболеваниями. L.Ons et al. [21] изучили различные схемы совместного применения и пришли к выводу, что интеграция биофунгицидов с традиционными фунгицидами может улучшить общий контроль заболеваний, одновременно сокращая общий объём применяемой химии. J.A.Abbey et al. [7] подтвердили эти данные, показав, что синергия между биологическими и химическими средствами может помочь предотвратить развитие резистентности у патогенов. Такой прогрессивный подход поддерживает аргументы в пользу интегрированной защиты растений (IPM), сочетающей сильные стороны обеих систем.

Несмотря на вышеуказанные преимущества, стабильная эффективность биофунгицидов в различных агроэкологических условиях остаётся проблемой. M.Mollah, N.Hasan [19] подчёркивают, что на эффективность биофунгицидов могут влиять такие факторы, как тип почвы, климат и биологические взаимодействия внутри агроэкосистем. Различия, наблюдаемые в полевых испытаниях, указывают на то, что, хотя биофунгициды могут давать отличные результаты в контролируемых лабораторных условиях, их надёжность в полевых условиях менее предсказуема. Такая нестабильность остаётся серьёзным барьером для широкого внедрения, особенно среди фермеров, которые склонны отдавать предпочтение более надёжным и быстрым результатам, обеспечиваемым традиционными химическими средствами.

Несмотря на широкий спектр преимуществ − таких как снижение уровня химических остатков, улучшение здоровья почвы и меньшая вероятность развития устойчивости у патогенов − биофунгициды имеют определённые ограничения, которые требуют тщательного анализа. Для их эффективной интеграции в системы устойчивого сельского хозяйства необходимо продолжать научные исследования, направленные на уточнение механизмов действия, оптимизацию методов применения и оценку эффективности в различных агроэкологических условиях и на различных культурах [23]. Такое постоянное изучение является ключом к признанию биофунгицидов в качестве основного инструмента устойчивой системы защиты растений.

Хотя биофунгициды обладают рядом преимуществ, по сравнению с традиционными фунгицидами они не лишены недостатков. Основная проблема − переменная эффективность, которая может значительно зависеть от климатических условий, микробных взаимодействий и методов применения [13, 14]. Например, некоторые биофунгициды демонстрируют высокую эффективность в лабораторных условиях, но в полевых условиях их действие часто ослабевает из-за влияния как биотических, так и абиотических факторов. В частности, исследования показывают, что в естественной микробной среде почвы введённые агенты биоконтроля могут быть вытеснены конкурирующими организмами [24]. Это подчёркивает сложность динамики биофунгицидов в природных экосистемах, где их эффективность напрямую зависит от множества факторов окружающей среды.

Кроме того, временной аспект действия биофунгицидов также представляет собой ограничение. Медленный запуск действия может быть критическим фактором, особенно при вспышках заболеваний, требующих быстрого реагирования. Ранее было показано, что химические фунгициды обеспечивают быстрый и эффективный контроль, в то время как биофунгициды нуждаются в более длительной фазе для достижения полной эффективности [25]. Такое запаздывание может привести к значительному ущербу урожаю, особенно в интенсивных системах земледелия.

Формулировка и методы применения биофунгицидов − ещё одна область беспокойства. Устойчивость и жизнеспособность микробных инокулянтов могут сильно зависеть от условий хранения и внешних воздействий, таких как перепады температуры и УФ-излучение [26]. Эти факторы способны снизить эффективность препарата ещё до его попадания на растение. Кроме того, биофунгициды демонстрируют различную эффективность в зависимости от вида культуры, что требует разработки индивидуальных стратегий применения, тогда как стандартизированные методы не всегда учитывают специфику конкретных агроэкосистем.

Тем не менее, достижения в технологиях и формулировке препаратов открывают новые возможности. Современные подходы, такие как инкапсуляция и использование адъювантов, могут значительно повысить устойчивость и стабильность биофунгицидов в полевых условиях [26]. Также перспективным направлением является исследование синергии биофунгицидов с другими методами защиты растений, включая химические и агротехнические.

В конечном счёте, биофунгициды являются перспективной альтернативой традиционным фунгицидам, особенно в рамках устойчивого сельского хозяйства. Однако для максимально эффективного применения крайне важно глубоко понимать их ограничения и условия использования. Современные исследования сосредоточены на определении тех конкретных условий и контекстов, в которых биофунгициды работают наилучшим образом, чтобы включить их в интегрированные системы защиты растений.

Применение биофунгицидов в устойчивом сельском хозяйстве требует комплексного понимания их механизмов действия, преимуществ и ограничений − и это стало важной темой научных обсуждений. Ряд исследований посвящён расшифровке антифунгальной активности биофунгицидов, включая механизмы конкуренции за ресурсы, продукции антимикробных метаболитов и индукции защитных реакций у растений [18, 22]. Эти механизмы могут быть строго специфичны для определённых штаммов и патогенов, что подчёркивает необходимость точного подбора штаммов на основе их взаимодействия с культурой-хозяином.

Преимущества биофунгицидов многогранны. Прежде всего, они способствуют снижению использования химических пестицидов, что уменьшает загрязнение окружающей среды и улучшает состояние почвы [20]. Кроме того, биофунгициды считаются более безопасными для полезных ор-

ганизмов, таких как насекомые-опылители и микрофлора почвы, поддерживая биобаланс агроэкосистем. Их применение способствует устойчивости агросистем, благодаря повышению биоразнообразия микробных сообществ.

Тем не менее, их ограничения игнорировать нельзя. Эффективность может варьироваться в зависимости от таких факторов, как температура почвы, уровень влажности, кислотность и другие экологические параметры [12]. К тому же, относительно медленное действие по сравнению с химическими фунгицидами − существенный недостаток в условиях, требующих срочного реагирования.

Поэтому всё большее количество исследований поддерживает комбинированный подход, включающий применение биофунгицидов наряду с другими методами защиты − севооборот, устойчивые сорта, агротехнические мероприятия и т.д. Такой интегрированный подход помогает компенсировать недостатки биофунгицидов и обеспечивать более надёжный контроль над заболеваниями.

Переход к устойчивому сельскому хозяйству требует сотрудничества между учёными, аграриями и отраслевыми структурами. Такие партнёрства важны для внедрения биофунгицидов, распространения передового опыта и создания нормативных условий, обеспечивающих их эффективность и безопасность. Интеграция теоретических знаний и практических решений может сыграть ключевую роль в том, чтобы сделать биофунгициды основным элементом устойчивых аграрных систем будущего.

Список литературы

1. Утаганов С.Б., Омонликов А.У., Хусенова Н.Н., Хакимов А.А. Тестирование местных изолятов триходермы в вегетационных опытах против болезней томата и сладкого перца // Актуальные проблемы современной науки. – 2024. –№ 3. – С.81-86.
2. ФАО положила официальное начало Международному году охраны здоровья растений 2020. http://www.fao.org/news/story/en/item/1253551/icode/ (2 December 2024).
3. ФАО отмечает 60-летнюю годовщину подписания Международной конвенции по карантину и защите растений. http://www.fao.org/news/story/ru/item/132027/icode/ (3 April 2024).
4. ФАО. За последние два десятилетия мировая торговля продовольственными и сельскохозяйственными товарами увеличилась более чем в два раза. http://www.fao.org/news/story/en/item/1309369/icode/ (Assessed 23 September 2024).
5. Хакимов А.А., Омонлиқов А.У., Утаганов С.Б. Trichoderma туркумига мансуб бўлган маҳаллий антагонистлар скрининги // Agro Kimyo Himoya va O'simliklar Karantini. – 2024. . –№ 2. – С.1-6.
6. Хасанов Б.О. Қишлоқ хўжалик экинларининг касалликлари ва уларга қарши кураш чоралари. Магистратура талабалари учун ўқув қўлланма. ТошДАУ нашр таҳририяти бўлими, 2010, 153 б.
7. Abbey J. A., Percival D., Abbey Lю, Asiedu S. K., Prithiviraj B., Schilder A. Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*) – prospects and challenges // Biocontrol Science and Technology. – 2018. –№ 29(3), –P. 207–228. https://doi.org/10.1080/09583157.2018.1548574.
8. Agrios, G. N. Plant pathology. San Diego: Academic Press. 2005, 952 p.

9. Asad S. A. Mechanisms of action and biocontrol potential of Trichoderma against fungal plant diseases – A review // Ecological Complexity. – 2022. – №49. – Art. ID. 100978. https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2021.100978.

10. Baraka M. A., Fatma M. R., Shaban W. I., Arafat K. H. Efficiency of some plant extracts, natural oils, biofungicides and fungicides against root rot disease of date palm // Journal of Biological Chemistry and Environmental Science. – 2011. – № 6(2). –P. 405–429.

11. De Cal A., Larena I., Guijarro B., Melgarejo P. Use of biofungicides for controlling plant diseases to improve food availability // Agriculture. – 2012. – №2. – P. 109-124. https://doi.org/10.3390/agriculture2020109.

12. Deresa E. M., Diriba T. F. Phytochemicals as alternative fungicides for controlling plant diseases: A comprehensive review // Heliyon. – 2023. –№ 9(3). – Art. ID. e13810. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13810

13. Ezeorba T. P. C. et al. Biofungicides: Classification, Applications and Limitations // In.: Biofungicides: Eco-Safety and Future Trends. Eds.: Kamel A. Abd-Elsalam, Mousa A. Alghuthaymi. – CRC Press, 2023. – P. 12–39. https://doi.org/10.1201/9781003287575.

14. Fenta L., Mekonnen H. Microbial biofungicides as a substitute for chemical fungicides in the control of phytopathogens: current perspectives and research directions // Scientifica. – 2024. – № 2024 (1). – Art. ID. 5322696. https://doi.org/10.1155/2024/5322696.

15. Harman G.E., Howell C.R., Viterbo A., Chet I., Lorito M. Trichoderma species – opportunistic, avirulent plant symbionts // Nature Reviews Microbiology. – 2004. – №2. – P.43-56. https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01030.

16. Khakimov A. A., Omonlikov A. U., Utaganov S. B. U. Current status and prospects of the use of biofungicides against plant diseases // GSC Biological and Pharmaceutical Sciences. – 2020. –№13 (3). – P. 119–126. https://doi.org/10.30574/gscbps.2020.13.3.0403.

17. Lazarovits G., Goettel M. S., Vincent C. Adventures in biocontrol // Biological control: a global perspective / Eds. C. Vincent, M. S. Goettel, G. Lazarovits. – Wallingford: CABI, 2007. – Chap. 1. – P. 1–6. https://doi.org/10.1079/9781845932657.000.

18. Mancini V., Romanazzi G. Seed treatments to control seedborne fungal pathogens of vegetable crops // Pest Management Science. – 2014. – № 70 (6). – P. 860–868. https://doi.org/10.1002/ps.3693.

19. Mollah M. M. I., Hassan N. Efficacy of *Trichoderma harzianum* as a biological fungicide against fungal diseases of potato, late blight and early blight // Journal of Natural Pesticide Research. – 2023. – № 5. – Art. ID. 100047. https://doi.org/10.1016/j.napere.2023.100047.

20. Neupane S., Baysal-Gurel F. Comparative performance of fungicides, biofungicides, host-plant defense inducers, and fertilizer in management of Phytophthora root rot on boxwood // HortScience. – 2022. – № 57(8). – P. 864–871. https://doi.org/10.1094/PDIS-09-18-1597-RE.

21. Ons L., Bylemans D., Thevissen K., Cammue B. P. Combining biocontrol agents with chemical fungicides for integrated plant fungal disease control // Microorganisms. – 2020. – № 8 (12). – Art. ID. 1930. https://doi.org/10.3390/microorganisms8121930.

22. Palmieri D., Ianiri G., Del Grosso C., Barone G., De Curtis F., Castoria R., Lima G. Advances and perspectives in the use of biocontrol agents against fungal plant diseases // Horticulturae. – 2022. – №8 (7). – Art. ID. 577. https://doi.org/10.3390/horticulturae8070577.

23. Pertot I., Puopolo G., Giovanni O., Angeli D., Sicher C., Perazzolli M. Advantages and limitations involved in the use of microbial biofungicides for the control of root and foliar phytopathogens of fruit crops // Italus Hortus. – 2016. – №23 (3). – C. 3-12.

24. Rezvyakova S., Eremin L., Matveychuk P., Mitina E. The influence of biofungicide and chemical fungicides on the manifestation of diseases and the yield of soybeans // E3S Web of Conferences. – 2021. – T. 247. – Art. ID. 01046. – DOI: 10.1051/e3sconf/202124701046.

25. Sharma P. Bio fungicides: their role in plant disease management // WINTER SCHOOL. – 2015. – P. 113.

26. Sosa M. C., Lutz M. C., Lódolo X., Basso C. N. In vitro and in vivo activity of chemical fungicides and a biofungicide for the control of wood diseases caused by botryosphaeriales fungi in apple and pear // International Journal of Pest Management. – 2022. – № 68(4). – P. 328–338.

Яцкевич К.А., Козел И.Н., Вин Хтут Лвин
студенты
Научный руководитель: ***Леонтьев В.Н.***
к.х.н., доцент
Белорусский государственный технологический университет,
Беларусь, Минск
leontiev@belstu.by

ВЫДЕЛЕНИЕ ГИПЕРИЦИНОВОЙ И ФЛАВОНОИДНОЙ ФРАКЦИЙ ИЗ ВОДНО-АЦЕТОНОВОГО ЭКСТРАКТА ТРАВЫ ЗВЕРОБОЯ ПРОДЫРЯВЛЕННОГО

Аннотация. Работа посвящена разделению водно-ацетонового экстракта травы зверобоя продырявленного (*Hypericum perforatum* L.) на фракции и идентификации биологически активных веществ хроматографическими методами.

Ключевые слова: трава зверобоя продырявленного; водно-ацетоновый экстракт; колоночная хроматография; Sephadex LH-20; тонкослойная хроматография.

Yatskevich K.A., Kozel I.N., Win Htut Lwin
Students
Scientific Advisor: Leontiev V.N.
Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor
Belarusian State Technological University,
Belarus, Minsk
leontiev@belstu.by

EXTRACTION OF HYPERICIN AND FLAVONOID FRACTIONS FROM WATER-ACETONE EXTRACT OF ST. JOHN'S WORT HERB

Abstract. The work is devoted to the separation of the water-acetone extract of the herb St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.) into fractions and the identification of biologically active substances by chromatographic methods.

Keywords: St. John's wort herb; water-acetone extract; column chromatography; Sephadex LH-20; thin-layer chromatography.

Наиболее распространенным лекарственным растением, произрастающим в Республике Беларусь и Российской Федерации, является зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.). Трава зверобоя содержит различные биологически активные соединения (БАВ), важнейшими из которых

являются флавоноиды (1,5–5%), нафтодиантроны, флороглюцины, дубильные вещества (10–13%), эфирное масло (0,1–0,33%). Среди флавоноидов преобладают гиперозид, рутин, кверцитрин, изокверцитрин, кверцетин, антоцианы. Из нафтодиантронов обнаружены гиперицин (до 0,4%) и псевдогиперицин (до 0,1%).

Богатый химический состав зверобоя является основой его терапевтического действия на организм человека. Экстракты из травы зверобоя обладают противовоспалительной, антимикробной, кровоостанавливающей, антидепрессивной, противовирусной и антиоксидантной активностью [1].

Цель настоящей работы – выделение гиперициновой и флавоноидной фракций из водно-ацетонового экстракта травы зверобоя продырявленного с помощью Sephadex LH-20.

Экстракцию БАВ из травы зверобоя (ООО «Падис'С», Республика Беларусь) массой 2,4 г проводили 70%-ным водным ацетоном объемом 100 мл при периодическом перемешивании в течение 1 ч в темноте при комнатной температуре. Полученный экстракт упаривали досуха на роторном испарителе RV 8 (IKA) при температуре 35°C. Осадок сушили в эксикаторе над KOH. Затем сухой остаток растворяли в 10 мл 70%-ного водного ацетона. Раствор фильтровали через шприцевой мембранный фильтр (размер пор 0,2 мкм; Agilent). Отбирали 5 мл фильтрата и наносили на хроматографическую колонку размером 2,4×7,0 см, заполненную Sephadex LH-20 и уравновешенную 70%-ным водным ацетоном. Проводили элюирование и собирали фракции объемом 2,4 мл (рис. 1). Для каждой фракции регистрировали электронные спектры поглощения на спектрофотометре Specord 200 Plus (Analytik Jena) в диапазоне длин волн 330–750 нм. Строили профили элюирования (рис. 2) по значениям оптической плотности при длинах волн 450 нм, 590 нм и 665 нм, характерных для флавоноидов [3], гиперицина и хлорофилла [2].



Рис. 1. Хроматографическая система

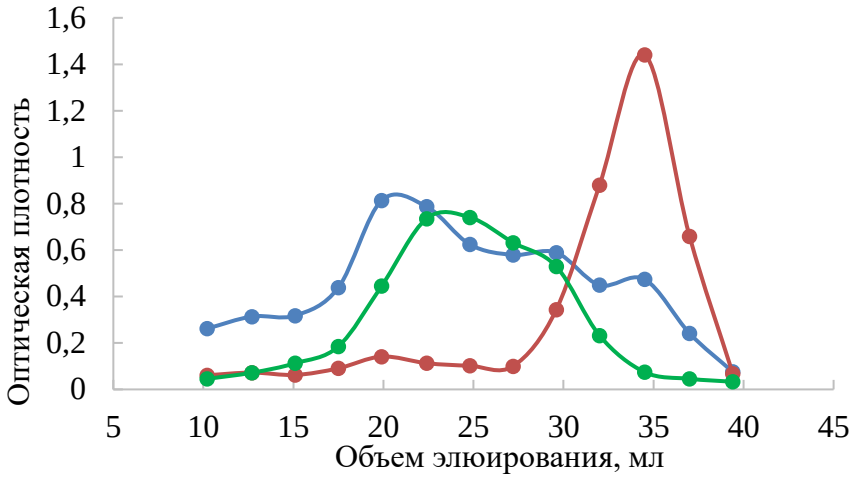


Рис. 2. Профили элюирования флавоноидной (1), гиперициновой (2) и хлорофилловой (3) фракций

Как видно из рис. 2, использование Sephadex LH-20 позволяет разделить экстракт травы зверобоя на флавоноидную и гиперициновую фракции. При этом следует отметить, что во флавоноидной фракции присутствует хлорофилл.

Для идентификации компонентов полученных фракций использовали метод тонкослойной хроматографии (ТСХ). Разделение проводили на пластинках TLC Silica gel 60 (Merck) в элюирующей системе этилацетат – муравьиная кислота. Установлено, что флавоноидная фракция представлена главным образом рутином, гиперозидом, кверцетином и изокверцитрином, в гиперициновой фракции преобладает гиперицин, а хлорофилловая фракция содержит преимущественно хлорофилл (рис. 3).

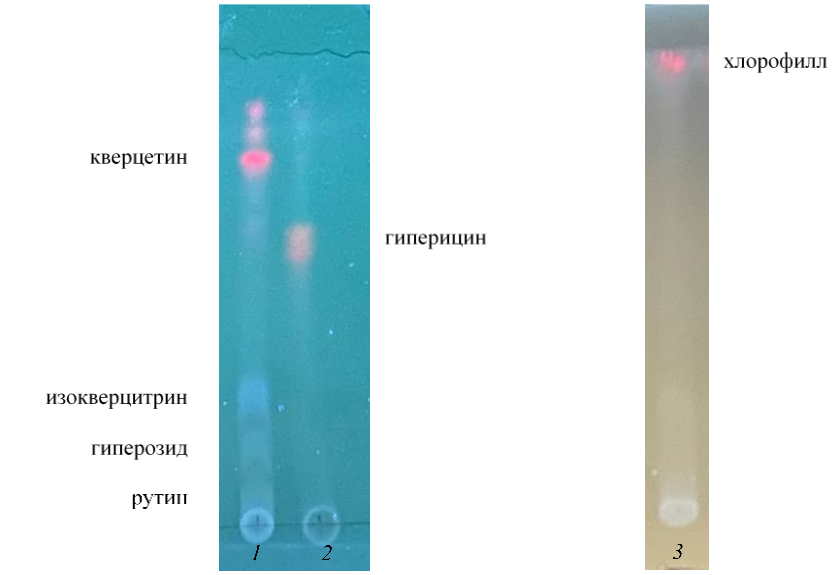


Рис. 3. Хроматограммы флавоноидной (1), гиперициновой (2) и хлорофилловой (3) фракций при возбуждении излучением с длиной волны 365 нм

Таким образом, подобраны условия для выделения гиперициновой и флавоноидной фракций из водно-ацетонового экстракта травы зверобоя продырявленного.

Список литературы

1. Постраш И.Ю. Трава зверобоя продырявленного: химический состав, свойства, применение // Вестник АПК Верхневолжья. 2021. № 1. С. 57–63.

2. Спектрофлуориметрическое определение гиперицина в лекарственных средствах и растительном сырье / В. Н. Леонтьев [и др.] // Журнал прикладной спектроскопии. 2020. Т. 87, № 6. С. 971–976.

3. Digital database of absorption spectra of diverse flavonoids enables structural comparisons and quantitative evaluations / M. Taniguchi [et al.] // Journal of Natural Products. 2023. Vol. 86, № 4. P. 1087–1119.

Афонина В.М., Нахалова К.П.
студенты
Veronica.pobeda2003@gmail.com, ristina.naxalova@mail.ru
Научные руководители: ***Машенцева Н.Г.***
профессор РАН, д.т.н., профессор
natali-mng@yandex.ru
Вольнова Е.Р.
к.т.н., и.о. заведующего кафедрой
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Россия, Москва
volnovaer@mgupp.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХИТОЗАН-МЕЛАНИНОВОГО КОМПЛЕКСА, ПОЛУЧЕННОГО ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ОБРАБОТКОЙ ПОДМОРА ПЧЕЛ, В СОСТАВЕ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Аннотация. Исследование посвящено разработке биотехнологии ферментативного получения ценного хитозан-меланинового комплекса (ХМК) из вторичных продуктов пчеловодства и его применении в составе косметических средств. В ходе исследования был успешно получен хитозан-меланиновый комплекс, который был включен в состав косметической маски в виде эмульсионной суспензии. Предложенная технология, позволяет получать ХМК ферментами штамма гриба рода *Trichoderma* в мягких условиях, что открывает перспективы для его применения в косметических средствах.

Определена рациональная массовая доля комплекса (1,5%), что обеспечило наилучшие потребительские свойства и положительные реакции кожи у респондентов. Косметическая маска продемонстрировала стабильность, хорошую наносимость и комфортное ощущение на коже, а также отсутствие аллергических реакций. Полученные результаты подтверждают высокий

потенциал данного продукта для применения в косметической индустрии и открывают возможности для дальнейших исследований и разработки новых формул на основе хитозан-меланинового комплекса.

Ключевые слова: хитозан-меланиновый комплекс, хитин, хитозан, меланин, пчеловодство, биотехнология, биополимеры

Afonina V.M., Nakhalova K.P.
Students,
Veronica.pobeda2003@gmail.com, ristina.naxalova@mail.ru
Scientific Advisers: ***Mashentseva N.G.***
Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor
natali-mng@yandex.ru
Volnova E.R.
Candidate of Technical Sciences, Acting head of the department
Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH),
Russia, Moscow
volnovaer@mgupp.ru

THE USE OF CHITOSAN-MELANIN COMPLEX, OBTAINED BY ENZYMATIC COSMETIC TREATMENT OF DEAD BEES, IN THE COMPOSITION OF THEIR PRODUCT

Abstract. The research is devoted to the development of biotechnology for the enzymatic production of the valuable chitosan-melanin complex (CMC) from secondary bee products and its use in cosmetics. During the study, a chitosan-melanin complex was successfully obtained, which was included in the composition of the cosmetic mask in the form of an emulsion suspension. The proposed technology makes it possible to produce HMC with enzymes of a strain of the fungus of the genus Trichoderma under mild conditions, which opens up prospects for its use in cosmetics.

The rational mass fraction of the complex (1.5%) was determined, which ensured the best consumer properties and positive skin reactions among the respondents. The cosmetic mask has demonstrated stability, good application and a comfortable feeling on the skin, as well as the absence of allergic reactions. The results obtained confirm the high potential of this product for use in the cosmetics industry and open up opportunities for further research and development of new formulas based on the chitosan-melanin complex.

Keywords: chitosan-melanin complex, chitin; chitosan, melanin, beekeeping, biotechnology, biopolymers.

По данным ряда исследований и анализу рынка современных косметических средств, хитозан-меланиновый комплекс – перспективный ингредиент в косметике, особенно для средств с антивозрастным, фотозащитным и восстанавливающим действием [3, 4].

Существует химический метод получения хитозан-меланинового комплекса из подмора пчёл. Он состоит в химической обработке подмора 30%-ным раствором щелочи при температуре 100 °С. В процессе данной обработки понижается степень полимеризации хитина в составе подмора, что

позволяет мономерам хитина в хитин-меланиновом комплексе (ХМК) превращаться в хитозан в результате дезацетилирования, образуя хитозан-меланиновый комплекс (ХзМК). Меланин ковалентно связан с белками, липидами и хитином, следовательно молекулы меланина остаются в комплексе с хитином, а меланин в «белок-меланиновом комплексе» и «липид-меланиновом комплексе» частично отщепляется и растворяется в щёлочном растворе. Растворенный меланин может быть осаждён кислотами (например, HCl). При этом есть сведения, что молекулы компонентов комплекса при такой агрессивной обработке разрушаются, что негативно сказывается на их свойствах. Также после щёлочной обработки нужно понижать уровень pH фильтрата до нейтрального значения путем неоднократного промывания водой, что достаточно затратно [2, 4]. В связи с этим актуально проведение исследований, направленных на совершенствование технологий выделения хитозан-меланинового комплекса. В рамках данного исследования была поставлена цель усовершенствовать технологию выделения хитозан-меланинового комплекса за счет включения ферментативной обработки подмора пчел, и исследовать возможность применения данного комплекса в составе косметических средств. Ферментативная обработка, проходящая при температуре 30-40 °C и pH 5-7, позволит сделать процесс более щадящим и эффективным, заменяя одну из стадий традиционного химического метода [1].

Для обработки подмора пчел мы использовали ферментный комплекс, способный расщеплять разные соединения (хитин, белки) в подморе. Был проведён скрининг штаммов грибов на продукцию хитиназ, глюканаз и протеаз. Для первичного скрининга были выбраны следующие штаммы:

- *Trichoderma asperellum* ВКПМ F-878, ВКПМ F-887, ВКПМ F-1785, ВКПМ F-1880;
- *Trichoderma harzianum* ВКПМ F-1537, ВКПМ F-1595, ВКПМ F-1597, ВКПМ F-1598, ВКПМ F-1786, ВКПМ F-1875, ВКПМ F-1876, ВКПМ F-1877, ВКПМ F-1883;
- *Trichoderma polysporum* ВКПМ F-1599;
- *Myceliophthora thermophila* ВКПМ F-244, ВКПМ F-245 и ВКПМ F-859.

Скрининг проводили на агаризованной среде Чапека, в качестве субстратов использовали целлюлозу, нативный хитин из панцирей ракообразных и препарат клеточных стенок дрожжей (два последних субстрата служили одновременно источниками углерода и азота).

По результатам скрининга, исходя из скорости роста на указанных средах, были отобраны 4 штамма *Trichoderma* (F-887, F-1786, F-1880; F-1883) и три штамма *Myceliophthora*. На следующем этапе скрининга отобранные штаммы выращивали в колбах с аэрацией на жидких средах того же состава. После инкубации в течение 5 суток биомассу грибов отделяли фильтрованием и измеряли в культуральной жидкости концентрацию белка и активности хитиназы, β-1,3-1,4-глюканазы и протеазы. Определение концентрации белка проводилась по методу Брэдфорд. Протеазную активность опре-

деляли колориметрическим методом с использованием азоказеина в качестве субстрата. Хитиназную и глюканазную активности измеряли колориметрически в 50 мМ Na-ацетатном буфере (pH 5,0) с использованием динитросалициловой кислоты. В качестве субстратов выступали коллоидный хитин и β-1,3-1,4-глюкан, соответственно.

Как наиболее перспективный был выбран штамм *Trichoderma harzianum* ВКПМ F-1786, для которого на стандартной среде с клеточными стенками дрожжей в качестве источника углерода и азота протеазная активность составляла 145,9 ед/мг белка, глюканазная – 352,8 ед/мг белка, хитиназная – 30,7 ед/мг белка.

Для повышения выхода ферментов были протестированы среды различного состава, результаты представлены на рисунке 1.

Состав сред		ОП опыт	ОП контроль	опыт-контроль		С	
	1	0,869	0,183	**0,336**		0,27188	
Отруби 3% без N	2	0,833	**0,533**	**0,3**		0,23652	
	3	0,933		**0,313**		0,24929	
Отруби 3% N	4	0,973	**0,62**	**0,353**		0,28858	
	5	0,946		**0,266**		0,20312	
Отруби 3% +хитин 1%	6	0,907	**0,68**	**0,227**		0,16482	
	7	1,032		**0,411**		0,34555	+
Отруби 3% + казеин1%	8	1,154	**0,621**	**0,533**		0,46538	+
	9	0,965		**0,224**		0,16187	
Отруби 3% + казеин1% +хитин	10	0,862	**0,741**	**0,121**		0,0607	
	11	1,085		**0,421**		0,35537	+
Пивная дробина 3%	12	1,111	**0,664**	**0,447**		0,38091	+

Рис. 1. Анализ хитиназной активности Trichoderma harzianum ВКПМ F-1876 (оптическую плотность определяли в колориметрической реакции с ДНС, калибровочная кривая построена для N-ацетилглюкозамина (NAG)

После ферментации на среде с 3% пшеничными отрубями и 1% казеином был получен ферментный препарат отфильтрованной и лиофильно высушенной культуральной жидкости с содержанием белка 6,8 % и удельной активностью 72 ед/г.

Далее проводили эксперимент по ферментативной обработке подмора пчёл. Были взяты 3 навески подмора по 5 г. Навески по 5 г подмора были подвергнуты обработке дистиллированной водой, 30 %-ной щелочью и 96%-ным этанолом. Гидромодуль при обработке составлял 1:10. Обработка проводилась в течении 2-х часов на водяной бане. Пробы центрифугировали. В случае варианта, обработанного щёлочью, осадок промывали дистиллированной водой до нейтрального значения pH. Супернатант отбирали и проводили количественный анализ колориметрическим методом при λ= 400 нм (для построения калибровочной прямой использовали препарат микробного меланина, полученный ранее в лаборатории). Далее проводили инкубацию с ферментным препаратом в течение 2 ч. Для этого образцы (10 мг) суспендировали в 100 мкл буфера и вносили 100 мкл раствора ферментного

препарата, разведенного до конечной активности 2 ед/мл. Результаты ферментативной обработки образцов подмора пчёл ферментным препаратом *Trichoderma harzianum* ВКПМ F-1786 представлены на рисунке 2.

20 fев		ОП	ОП-К	С	1 минус 2	
1а (H2O)	1	1,584	1,35	2,65048	1,21417	
	2	0,974	0,74	1,43631	4 минус 5	
1б (H2O)	4	1,374	1,14	2,23248	1,16839	
	5	0,787	0,553	1,06409	7 минус 8	
2а (NaOH)	7	1,272	1,038	2,02946	1,80334	+
	8	0,366	0,132	0,22611	10м-ус11	
2б (NaOH)	10	1,252	1,018	1,98965	1,7715	+
	11	0,362	0,128	0,21815	13м-ус14	
спирт	13	1,731	1,497	2,94307	1,16242	
спирт	14	1,147	0,913	1,78065		
	H2O	-0,018				
	K	0,234				
калибр.	1'	0		0		
калибр.	2'	0,034		0,125		
калибр.	3'	0,086		0,25		
калибр.	4'	0,246		0,5		

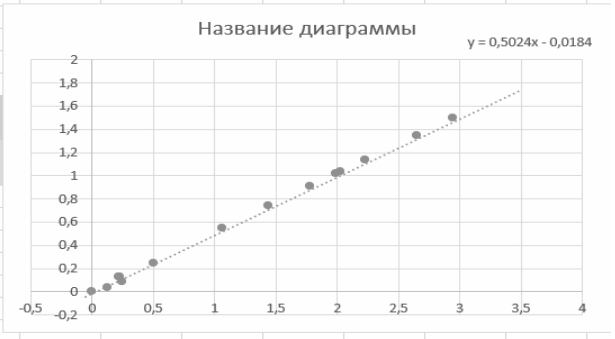


Рис. 2. Результаты ферментативного гидролиза образцов подмора после различных способов предобработки

Образцы, обработанные щёлочью и ферментным препаратом, показали наилучшие результаты. Это значит, что в присутствии щелочи происходило дезацетилирование внешних слоев подмора, что увеличило эффективность ферментативного гидролиза хитина. Это повысило выход растворимого хитозан-меланинового комплекса, применяемого в различных отраслях, в том числе в косметической промышленности.

Полученный хитозан-меланиновый комплекс в рамках настоящего исследования включили в состав эмульсионного средства – косметической маски. В состав маски входили следующие ингредиенты: вода очищенная, глицерин, аллантоин, карбопол, хитозан-меланиновый комплекс, масло конопли, ланол 99 (изононил изононаноат), масло ши, масло виноградной косточки, рапсовое масло, липодерм БИО, ниациамид, гиалуроновая кислота, лимонная кислота, экстракт шелка. В лабораторных условиях готовили ряд образцов косметических масок, в которых варьировали массовыми долями ингредиентов. Особое значение имело определение рациональной массовой доли хитозан-меланинового комплекса (его ввод варьировали в диапазонах 0,5 %- 3,0%). Оценку качественных и потребительских свойств: наносимость, ощущение на коже, данные о реакции кожи на маску (аллергические реакции, улучшение состояния кожи) проводили на группе респондентов (11 человек, возраст от 20 до 27 лет). В ходе исследований установили, что хитозан-меланиновый комплекс не растворяется в эмульсионной среде, косметическая маска имеет вид эмульсионной суспензии. Рациональная массовая доля хитозан-меланинового комплекса составила – 1,5 %.

В результате проведенного исследования был успешно получен хитозан-меланиновый комплекс, который был интегрирован в состав эмульсионного средства – косметической маски. В ходе лабораторных испытаний

была определена оптимальная массовая доля хитозан-меланинового комплекса, составившая 1,5%, что обеспечило наилучшие потребительские свойства и положительные реакции кожи у респондентов.

Оценка качественных характеристик, таких как наносимость и ощущение на коже, а также отсутствие аллергических реакций у участников тестирования свидетельствует о высоком потенциале данного продукта для применения в косметической индустрии. Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение ассортимента продуктов на основе хитозан-меланинового комплекса и изучение его долгосрочного воздействия на состояние кожи.

Список литературы

1. Безбородов А. М. Ферментативные процессы в биотехнологии / А. М. Безбородов, Н. А. Загустина, В. О. Попов ; Рос. акад. наук, Ин-т биохимии им. А. Н. Баха. – Москва : Наука, 2008. – 334 с. : ил., табл. – ISBN 978-5-02-035661-0.

2. Ихтиярова Г. А. Получение хитина и хитозана из медоносного местного пчелиного подмора Apis mellifera / Г. А. Ихтиярова, Ш. Б. Маматова, Ф. Курбанова // Universum: технические науки. – 2018. – № 5 (50). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-hitina-i-hitozana-iz-medonosnogo-mestnogo-pchelinogo-podmora-apis-mellifera (дата обращения: 01.04.2025).

3. Киселевский Д. Б., Шагдарова Б. Ц., Варламов В. П., Самуилова О. В., Самуилов В. Д. Действие низкомолекулярного хитозана на клетки эпидермиса из листьев гороха // Вестн. Моск. ун-та. сер. 16. биология. – 2021. – Т. 76, № 1. – С. 18–23.

4. Хайрова А. Ш. Получение и исследование биологических и физико-химических свойств хитина, хитозана и их меланиновых комплексов из мухи Hermetia illucens на разных стадиях онтогенеза насекомого : дис. канд. наук : 1.5.6. Биотехнология / Хайрова Аделя Шамилевна ; [МГУ им. М.В. Ломоносова]. – Москва, 2022. – 113 с.

Громова Т.О.
студент,
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Россия, Москва
лаборант,
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
Россия, Москва
TatianaGromovainfo@yandex.ru
Научные руководители: ***Машенцева Н.Г.***
профессор РАН, д.т.н., профессор
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Россия, Москва
natali-mng@yandex.ru
Спирина М.Е.
инженер-исследователь экспериментальной клиники – лаборатории биологически активных веществ животного происхождения
ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН,
Россия, Москва
m.spirina@fncps.ru

ИЗУЧЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА БЕЛКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ОКОЛОУШНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ СВИНЕЙ

Аннотация. Белковые соединения, выделенные из лимфатических узлов, представляют интерес для биотехнологии, фармакологии и пищевой промышленности. Был исследован белковый профиль нативных околоушных лимфоузлов и их экстрактов методом одномерного электрофореза. Электрофореграммы были окрашены азотнокислым серебром и выявили фракции с массами 14–250 кДа, включая кальнексин, фруктозо-бисфосфатальдолазу. Подтверждён потенциал лимфоузлов как источника биоактивных соединений и эффективность методики экстракции.

Ключевые слова: лимфатические узлы; одномерный электрофорез; белковый профиль; экстракция; биологически активные соединения.

Gromova T.O.
Student,
Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH)
Russia, Moscow
Laboratory Assistant,
FSBSI «V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems» RAS,
Russia, Moscow
TatianaGromovainfo@yandex.ru
Scientific Advisors: ***Mashentseva N.G.***
Professor of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor
Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH),
Russia, Moscow
natali-mng@yandex.ru
Spirina M.E.
Research Engineer of the Experimental Clinic – Laboratory of Biologically Active Substances of Animal Origin
FSBSI «V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems» RAS,

Russia, Moscow
m.spirina@fncps.ru

ANALYSIS OF THE PROTEIN PROFILE OF PORCINE PAROTID LYMPH NODES AND THEIR EXTRACTS

Abstract. protein compounds isolated from lymph nodes are of interest for biotechnology, pharmacology, and the food industry. The protein profile of native parotid lymph nodes and their extracts was investigated using one-dimensional electrophoresis. Electrophoretograms were stained with silver nitrate and revealed fractions with molecular masses ranging from 14 to 250 kDa, including integrin beta-2, calnexin, and fructose-bisphosphate aldolase. The study confirmed the potential of lymph nodes as a source of bioactive compounds and demonstrated the efficacy of the extraction methodology.

Keywords: lymph nodes, one-dimensional electrophoresis, protein profile, extraction, bioactive compounds.

Введение

Лимфатические узлы являются важными компонентами лимфатической системы, включенными в магистраль лимфатических сосудов. Выполняя роль механических и биологических фильтров лимфы, они быстро реагируют на любые локальные повреждения тканей и органов, а также на инфекционно-токсические процессы, отвечая соответствующей иммунной реакцией. У свиней лимфатические узлы выполняют функцию защиты организма от внешних патогенных факторов. В связи с этим, лимфатические узлы являются потенциальным источником белковых соединений, проявляющих различные виды биологической активности.

Исследование белковых соединений, выделенных из лимфатических узлов сельскохозяйственных животных, представляет значительный интерес для различных областей науки и промышленности. В частности, такие белки могут найти применение в пищевой промышленности в качестве функциональных ингредиентов, в фармакологии − как основу для разработки новых лекарственных средств, а в биотехнологии − для создания биологически активных добавок и диагностических препаратов.

Таким образом, изучение и использование белковых соединений лимфатических узлов свиней открывает перспективы для рационального применения таких побочных продуктов мясопереработки, как лимфатические узлы.

Цель исследования – оценка потенциала белковых соединений из околоушных лимфатических узлов свиней и эффективности их экстракции.

Материалы и методы

Объектами исследования были выбраны околоушные лимфатические узлы (ОЛУ) свиней и их экстракт. ОЛУ отбирали на АО »Губкинский мясокомбинат», Белгородская область, г. Губкин. Животное сырье очищали от

сопутствующих тканей ножами MICROM, замораживали при минус 18°С, далее в замороженном виде измельчали до гомогенного состояния для дальнейшего проведения эксперимента.

Для проведения экстракции измельченные ОЛУ размораживали при температуре 4°С и смешивали с экстрагентом (0,9% раствор натрия хлорида) в соотношении 1:5 (масс./об.). Экстракцию проводили в лабораторной диспергирующей установке (ЛДУ, Лаботекс, Россия) со скоростью перемешивания 400 об./мин.; время экстрагирования составляло 80 мин. По завершении процесса экстракции супернатант отделяли центрифугированием в течение 8 минут со скоростью 3500 об/мин (ELMI CM-6M, Латвия), после чего процеживали сквозь марлевый фильтр для очистки от взвеси.

Концентрацию белковых веществ в полученных экстрактах определяли методом биуретовой реакции с использованием коммерческого набора реактивов «Общий белок» (HTI, США) на биохимическом анализаторе BioChem FC-360 (HTI, США).

Пробоподготовка для проведения одномерного электрофореза включала в себя отбор 150 мг измельченных ОЛУ и 150 мкл полученных экстрактов, которые смешивали с лизис-буфером в соотношении 1:20 и 1:10 соответственно. Приготовление лизис-буфера проводилось последовательным растворением 27,02 г мочевины в 30 мл дистиллированной воды при перемешивании на магнитной мешалке с последующим добавлением в вытяжном шкафу 2,5 мл β-меркаптоэтанола, 1 мл 20% раствора Тритона X-100 и 1 мл амфолинов (pH 3,5-10) и доведением объема до 50 мл дистиллированной водой. ОЛУ и экстракт ОЛУ, смешанные с лизис-буфером, гомогенизировали до однородной массы при 8000 об/мин, затем центрифугировали при 4°С, 14000 об/мин в течение 20 минут. Отбирали 150 мкл надосадочной жидкости и смешивали с раствором Sample (2 мл 10% раствора SDS, 1,25 мл 0,5 М Трис-буфера (pH 6,8), 3 г мочевины, 0,5 мл β-меркаптоэтанола и бромфенолового синего (~0,001 г), доводили объем до 10 мл дистиллированной водой) в соотношении 1:1.

Одномерный электрофорез проводили в 12,5% полиакриламидном геле с использованием камеры для вертикального гель-электрофореза (Хеликон, Россия). Поверх него заливали 6% гель, сделав в нем лунки для внесения образцов. Исследуемые образцы вносили в количестве 8 мкл и 10 мкл образцов ОЛУ и экстракта ОЛУ соответственно. В качестве буфера использовали раствор, содержащий 25 мМ трис-HCl, 192 мМ глицина и 0,1% додецилсульфата натрия. Электрофорез осуществляли при следующих параметрах напряжения: первые 30 минут – 60 В и далее при 120 В, пока фронт красителя (бромфеноловый синий) не достигнет нижнего края гелевых пластин.

Визуализацию белков проводили окрашиванием гелевых пластин раствором Кумасси G-250 (10% уксусной кислоты, 25% изопропанола, 0,05%

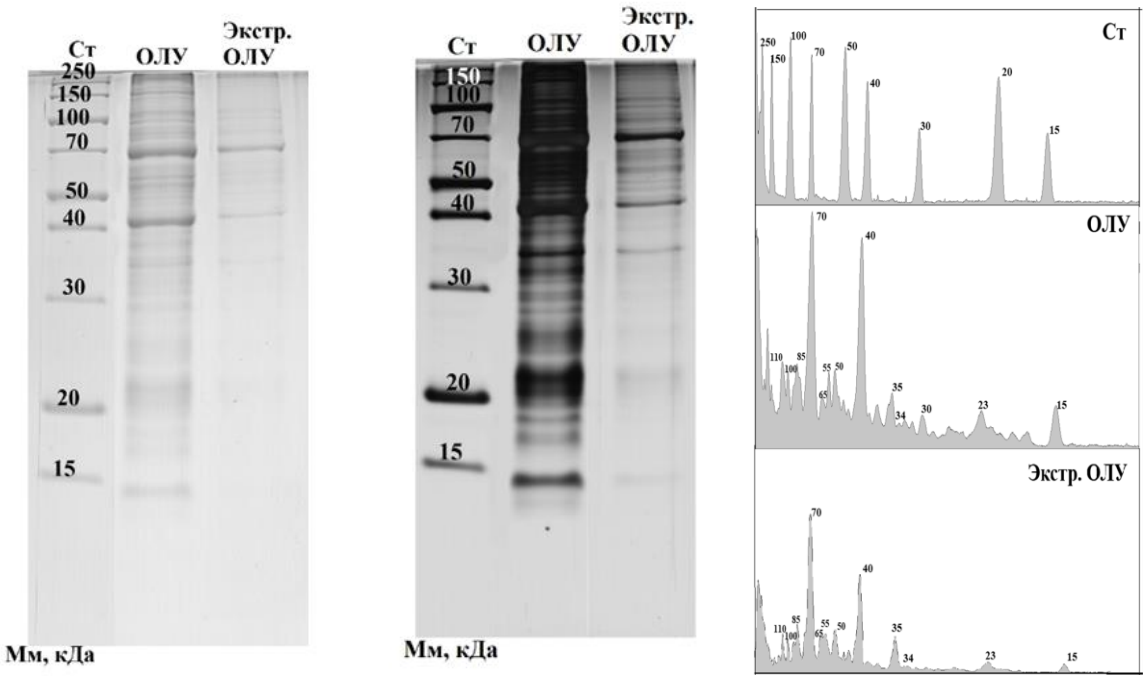
кумасси G-250) и азотнокислым серебром по методу Bluma [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Для удаления не связавшегося красителя гели промывали в 10% уксусной кислоте.

Для проведения компьютерной денситометрии использовали одномерные электрофореграммы, находившиеся во влажном состоянии. Их полные цифровые изображения получали с помощью сканера Bio-5000 Plus (Serva, Германия) в режиме 600 ppi 2D-RGB. Полученные цифровые изображения редактировали в графическом редакторе. Для определения интенсивности окрашивания белковых пятен использовали программный комплекс ImageJ. Визуализированные белковые фракции интерпретировали с помощью базы данных «UniProt».

Результаты

Концентрация белковых соединений в экстракте ОЛУ составила 18,47±1,9 г/л.

После проведения одномерного электрофореза были получены электрофореграммы, представленные на рисунке.



А *Б* *В*

Рис. Одномерная электрофореграмма нативного сырья и экстрактов: А – окрашивание кумасси G-250; Б – окрашивание азотнокислым серебром; В – графики интенсивности белковых фракций на электрофореграммах, окрашенных азотнокислым серебром

При анализе электрофореграмм, окрашенных Кумасси G-250, в ОЛУ был выявлен широкий спектр белковых соединений в диапазоне от 14 кДа

до 250 кДа, в то время как в их экстрактах отмечались редкие белковые полосы в диапазонах 250 кДа, 70 кДа, 40 кДа. Окрашивание азотнокислым серебром (рис. 1, Б) улучшило возможность детектирования белковых фракций как в ОЛУ, так и в экстракте, и позволило выявить белковые фракции в экстракте в диапазонах 90 кДа, 60 кДа, 35 кДа, 20 кДа.

После окрашивания азотнокислым серебром на электрофореграммах в экстрактах проявлялись белковые полосы ниже 35 кДа, однако они характеризовались слабой интенсивностью (рис. 1, Б).

Как видно из рисунка 1Б и 1В, В ОЛУ наиболее интенсивными белковыми фракциями были полосы с молекулярной массой (Мм) 70 кДа, 40 кДа, 15 кДа. По данным Uniprot, это могли быть такие белки как кальнексин, фруктозо-бисфосфатальдолаза и интерлейкин-5, выполняющие следующие функции: работа иммунной системы, энергетический обмен, защита клеток и регуляции иммунитета [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Экстракция белковых веществ 0,9% раствором хлорида натрия позволила извлечь белки в диапазоне от 250 до 15 кДа, причем наибольшей интенсивностью характеризовались белковые фракции 70 кДа и 40 кДа (рис. 1, В). Белок кальнексин (70 кДа), являющийся критичным для работы иммунной системы и белок фруктозо-бисфосфатальдолаза (39,4 кДа), связанный с функцией энергетического обмена. Тем не менее, экстракция в основном позволила извлечь только белки выше 30 кДа, но в нативном сырье белки ниже 15 кДа также характеризуются биологической активностью: белки Rab-1A (22,6 кДа) и интерлейкин-5 (15,2 кДа), играющие роль в защите клеток и регуляции иммунитета.

Для более точной идентификации белков необходимо провести двумерный электрофорез, т.к. данный метод позволяет разделять белки по двум направлениям и дает информацию не только о Мм, но и об изоэлектрических точках белков. Более точная идентификация и знание значений pI белков даст возможность более эффективно подобрать экстрагенты.

Выводы

Исследование показало, что ОЛУ свиньи содержат значительное количество белка 18,47±1,9 г/л после экстракции, что говорит о высокой эффективности использованного метода. С помощью одномерного электрофореза удалось выявить широкий спектр белков, среди которых интегрин бета-2 (84,7 кДа), участвующий в иммунных реакциях; кальнексин (70 кДа), критичный для работы иммунной системы; фруктозо-бисфосфатальдолаза (39,4 кДа), связанная с энергетическим обменом, а также низкомолекулярные белки Rab-1A (22,6 кДа) и интерлейкин-5 (15,2 кДа), играющие роль в защите клеток и регуляции иммунитета. Наибольшая концентрация наблюдалась у белков с массами 70 и 15 кДа, что делает их перспективными для дальнейшего изучения.

Для повышения эффективности экстракции можно попробовать изменить состав экстрагирующего раствора, подобрав оптимальный pH, а также использовать ультразвук для лучшего разрушения тканей. Дополнительная очистка методом хроматографии помогла бы выделить целевые белки в более чистом виде.

Полученные результаты открывают возможности для применения этих белков в биотехнологии, медицине и пищевой промышленности. Дальнейшие исследования помогут оптимизировать процесс их выделения и расширить сферу использования.

Исследование выполнено в рамках темы НИР FGUS-2024-0003 государственного задания ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

Список литературы

1. Ахремко А.Г., Федулова Л.В., Василевская Е.Р. Применение протеомных технологий для изучения тимуса, селезенки и мезентеральных лимфатических узлов свиней // Всё о мясе. 2019. № 1. С. 54–57. DOI: 10.21323/2071–2499–2019-1-54–57.

2. Клинические исследования живого коллагена [Электронный ресурс]. – URL: https://firstalivecollagen.ru/tpost/kpp9pr60m1-klinicheskie-issledovaniya-zhivogo-kolla .

3. Побочные продукты переработки животного и растительного сырья как источник ценных биологически активных веществ: обзор / И.М. Чернуха [и др.] // Все о мясе. 2025. № 1. С. 48-57. DOI: 10.21323/2071-2499-2025-1-48-57.

4. Сенченко, Б. С. Ветеринарно-санитарная экспертиза продуктов животного и растительного происхождения / Б. С. Сенченко. − Ростов-на-Дону : МарТ, 2001. − 704 с. − (Технологии пищевых производств). − ББК 48.1. − ISBN 5-241-00079-8.

5. Федулова Л.В., Чернуха И.М., Ахремко А.Г., Иванова Е.А. Методические рекомендации по анализу результатов одно- и двумерных электрофореграмм. М.: ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2018. 20 с.

6. UniProt [Электронный ресурс]: универсальная база данных белковых последовательностей и функциональной информации. – URL: https://www.uniprot.org/ (дата обращения: 01.01.2023). – Текст: электронный.

7. Kotenkova E.A., Polishchuk E.K. Technological approaches to the extraction and purification by ultrafiltration techniques of target protein molecules from animal tissues: a review // Theory and Practice of Meat Processing. 2022. Vol. 7, No. 2. P. 76-82. DOI: 10.21323/2414-438X-2022-7-2-76-82.

Крылов И.А.
студент,
Vk1930812@mail.ru
Научный руководитель: ***Каночкина М.С.***
Kanochkinams@mgupp.ru
к.т.н., доцент
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ),
Россия, Москва

ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ БЕЛКА В СЛОЖНОКОМПОНЕНТНЫХ СМЕСЯХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ НООТРОПНОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. В последние десятилетия возросла необходимость точного определения количества белка в ноотропных препаратах. Ошибки в определении концентрации белков могут привести к неправильной дозировке и уменьшить эффективность лечения нейродегенеративных заболеваний. Анализ таких сложнокомпонентных белковых смесей представляет трудности, особенно из-за наличия примесей и мешающих веществ. Различные методики анализа, такие как метод Брэдфорда и метод Лоури, подвержены влиянию pH, температуры и времени реакции. Для повышения точности и надежности анализа белков рекомендуется выбирать к каждому конкретному действующему веществу ноотропного препарата подходящие методы, использовать масс-спектрометрию и флуоресцентную спектроскопию для повышения чувствительности, и специфичности, а также изучать посттрансляционные модификации. Дальнейшие исследования в области анализа белков нацелены на разработку новых технологий, а внедрение автоматизированных систем, стандартов и протоколов позволит получить более достоверные данные, сократив влияние человеческого фактора.

Ключевые слова: белково-полипептидные препараты; ноотропные препараты; количественный анализ белка; метод Лоури; метод Брэдфорда; биуретовый метод; спектрофотометрия.

Krylov I.A.
Student,
Vk1930812@mail.ru
Scientific Advisor: ***Kanochkina M.S.***
Kanochkinams@mgupp.ru
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH),
Russia, Moscow

ASSESSMENT OF METHODS FOR DETERMINING PROTEIN CONTENT IN COMPLEX COMPONENT MIXTURES FOR THE PRODUCTION OF NOOTROPIC DRUGS

Abstract. In recent decades, the need for accurate determination of the amount of protein in nootropic drugs and biologically active substances has increased. Errors in determining protein concentrations can lead to inappropriate dosing and reduce the efficacy of treatment of neurodegenerative diseases. Analyzing such complex substances is challenging, especially due to the presence of interfering substances. Various assay techniques, such as the Bradford

method and the Lowry method, are affected by pH, temperature, and reaction time. To improve the accuracy and reliability of protein analysis, it is recommended to select appropriate methods, use mass spectrometry and fluorescence spectroscopy to improve sensitivity, and specificity, and study post-translational modifications. Further research in protein analysis aims to develop new technologies, and the introduction of automated systems, standards, and protocols will provide more reliable data, reducing the influence of human error.

Keywords: protein-polypeptide drugs; nootropic drugs; protein quantitative analysis; Lowry method; Bradford method; Biuret method; spectrophotometry.

Препараты ноотропного действия играют важную роль в нейропротекции и активизации когнитивных процессов, сохраняя и улучшая память, концентрацию внимания и устойчивость нервной системы к стрессам. К наиболее изученным и широко применяемым в медицинской практике препаратам относятся кортексин, церебролизин, церебролизат и целлекс.

Кортексин – биологический регулятор, оказывающий нейропротекторный, антиоксидантный и стимулирующий метаболизм нейронов. Он находит применение при лечении различных когнитивных и неврологических расстройств, так как его состав способствует активизации работы мозга и снижает проявления стресса на нервную систему. Препарат применяют внутримышечно курсом от 10 до 14 дней, в зависимости от степени когнитивных нарушений пациента [4].

Препарат Церебролизин относится к ноотропным средствам с выраженной способностью стимулировать выработку нейротрофических факторов, отвечающих за регенерацию и восстановление нервных клеток. Средство активно применяется при нарушениях мозгового кровообращения, черепно-мозговых травмах, а также в качестве вспомогательного средства при реабилитации после инсульта. Метод введения – внутривенный капельный, курсом 10-20 дней, что обеспечивает равномерное и пролонгированное воздействие на нервные структуры [1].

Для лечения когнитивных расстройств и посттравматических состояний используется церебролизат, так как он обладает свойствами восстанавливать поврежденные нейроны и защищать их от дальнейшего разрушения. Его применение рекомендовано при черепно-мозговых травмах и других состояниях, сопровождающихся снижением когнитивных функций. Церебролизат – препарат, который вводится внутримышечно, стандартный курс лечения составляет 14 дней [2].

Целлекс – препарат, полученный из мозга эмбрионов свиней на разных сроках гестации и обладающий выраженными нейропротекторными свойствами. Активными компонентами Целлекса являются полипептиды эмбриональных и прогениторных клеток мозга свиньи, в пересчете на общий белок 0,9 – 2,4 мг (номинальное содержание общего белка 1,65 мг на 1 мл субстанции). Свое полимодальное действие препарат объясняет наличием нативных тканеспецифических белков и полипептидов, входящих в состав протеома стволовых и прогениторных клеток эмбрионального мозга свиньи. Большая часть белковых молекул секретома протеома, входящих в состав

Целлекса, – это проферменты, относящиеся к классам протеинкиназ и регуляторов клеточного метаболизма, которые активируются в случае выраженных изменений в обмене веществ у пациента, обеспечивая тем самым индивидуализированную тканеспецифическую регуляцию гомеостаза. Целлекс назначают внутримышечно курсом 10-20 дней, дозировку определяют в зависимости от тяжести клинической картины [5].

Проблема выбора метода, точности и воспроизводимости при определении общего белка в комбинированных препаратах является многофакторной и требует комплексного подхода для решения. Существует несколько распространенных методов анализа белков, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Метод Лоури, основанный на реакции белков с реактивом Фолина и медью, является стандартным в биохимии. Он обладает высокой чувствительностью и применяется для количественного определения белков, но требует тщательной подготовки проб из-за возможного влияния других компонентов на его чувствительность. Также известен метод Брэдфорда, в основе которого лежит реакция связывания белков с красителем Coomassie Brilliant Blue, характеризующийся высокой специфичностью и возможностью быстро выполнить последовательность экспериментальных действий. Данный метод часто используется в лабораторных условиях в связи с простотой и доступностью, однако, как и метод Лоури, для его использования требуется стандартизация и контроль нецелевых молекул в испытуемом образце. Биуретовый метод, основанный на реакции пептидных связей белков с медью, характеризуется простотой исполнения и низкой стоимостью, тем не менее его чувствительность ниже, чем у методов Лоури и Брэдфорда. Также необходимо отметить, что современные аналитические технологии, такие как масс-спектрометрия и флуоресцентная спектроскопия позволяют проводить количественный анализ белков более точно, исследовать состав и модификации белков, определять концентрации белков в режиме реального времени, обладают высокой чувствительностью. Но стоимость оборудования, наличие флуоресцентных меток в лаборатории и требования к персоналу ограничивают применение вышеуказанных методов, особенно в небольших лабораториях. Каждый из этих методов имеет преимущества и недостатки применения, а выбор зависит от специфических требований и контекста исследования [4]. В таблице 1 отражены основные методы и их специфичность в рамках определения количества белка в сложнокомпонентных смесях.

Таблица 1

Основные методы определения белка в сложных белково-полипептидных смесях и их специфичность

Метод	Принцип действия	Чувствительность	Специфичность	Время анализа	Требуемые реагенты	Преимущества	Ограничения
Метод Лоури	Реакция белков с медью в щелочной среде и реакция с фолином	Высокая (0.01-1 µg/мл)	Средняя	30-60 минут	Реактивы Лоури, фолин, медь (CuSO4)	Высокая чувствительность, широкий диапазон концентраций	Может быть искажен присутствием других веществ (например, сахаров)
Метод Бредфорда	Связывание белка с красителем Coomassie Brilliant Blue, изменение поглощения света	Высокая (1-100 µg/мл)	Высокая	5-10 минут	Краситель Coomassie Brilliant Blue	Быстрый, высокая специфичность, хороший для малых концентраций	Потребность в стандартиза-ции, может взаимодействовать с другими молекулами
Метод Биурет	Реакция пептидных связей с медью в щелочной среде	Средняя (0.5-2 µg/мл)	Средняя	20-30 минут	Раствор Биурет, медь ($CuSO_4$)	Простота выполнения, дешевизна, хорошо подходит для общего анализа	Менее чувствительный по сравнению с другими методами, требует предварительной очистки образцов
Спектрофотометрия	Измерение поглощения света на определенной длине волны	Зависит от выбранного метода и длины волны	Средняя	Зависит от метода	Спектрофотометр, раствор образца	Подходит для различных типов анализов, универсален	Может потребоваться предварительная подготовка образцов, влияние других веществ
Метод Лоури (с осаждением)	Анализ на основе реакции белков с медью и фолином	Высокая (до 0.01 µg/мл)	Средняя	30-60 минут	Реактивы Лоури, фолин, медь (CuSO4)	Высокая чувствительность, точность	Влияние на результаты со стороны других молекул, сложность подготовки реагентов
Метод Дайманд	Реакция белка с красителем (например, ярко-синим красителем)	Высокая (до 1 µg/мл)	Высокая	10-15 минут	Красители, стандартные буферы	Быстрый, высокая чувствительность	Возможны проблемы с перекрестной реакцией, необходимость точной калибровки
Метод Ультрафиолетовой спектроскопии (UV)	Измерение поглощения света в ультрафиолетовом диапазоне	Средняя (0.1-10 µg/мл)	Средняя	5-15 минут	Спектрофотометр, ультрафиолетовый источник	Быстрое определение концентрации белков, не требует сложной подготовки	Может быть искажен наличием других веществ, требует калибровки
Метод Рентгеновской флуоресценции (XRF)	Измерение флуоресценции, вызванной рентгеновским облучением	Очень высокая (до 0.01 µg/мл)	Высокая	30-60 минут	Рентгеновское оборудование	Очень высокая чувствительность, подходит для сложных образцов	Дорогостоящее оборудование, требует специальных условий

Таким образом, в процессе исследования эффективности действия конкретного ноотропного препарата или их группы на основе количественного определения белка, необходимо учитывать метод анализа, условия пробоподготовки, побочные продукты реакции, которые могут присутствовать в

пробе, матрицу образца, калибровку оборудования. Только при использовании стандартизированных аналитических методов можно обеспечить высокую точность и воспроизводимость результатов, что, в свою очередь, будет способствовать разработке безопасных и эффективных лекарственных средств на основе ноотропных биологически активных веществ. В таблице 2 отражены оптимальные методы определения белка в разрезе конкретных лекарственных препаратов группы ноотропных веществ. Необходимо отметить, что в рамках производственных процессов контроля качества производимой продукции и в лабораторных условиях для получения достоверных результатов, как правило, используется сочетание нескольких методов.

Таблица 2

Оптимальные методы определения белка в сложных белково-полипептидных смесях

Препарат	Механизм действия	Методы применения	Оптимальный количественный метод определения белка
Кортексин	Полипептиды препарата стимулируют метаболизм нейронов, оказывают нейропротекторное и антиоксидантное действие	Введение внутримышечно, курсы 10-14 дней	Спектрофотометрия. Метод позволяет не только определить общее количество белка, но и идентифицировать отдельные пептиды и белки в составе препарата, что особенно важно, учитывая его сложный состав.
Церебролизин	Комплекс низкомолекулярных пептидов стимулирует нейротрофические факторы, улучшает пластичность синапсов	Введение внутривенно капельно, курсы по 10-20 дней	Метод Бредфорда. Данный метод позволяет идентифицировать и измерить концентрацию различных пептидов и аминокислот в препарате.
Церебролизат	Смесь пептидов стимулирует восстановление нервной ткани и оказывает нейропротекторное действие	Внутримышечные инъекции, курсы 14 дней	Метод Бредфорда, Лоури. Чувствительность метода Лоури к различным белкам неодинакова, что также может исказить результаты, особенно в случае сложной смеси. Для получения более точных и надежных результатов при анализе рекомендуется использовать метод Лоури в паре с методом Бредфорда.
Целлекс	Препарат на основе экстракта тканей нервной системы животных улучшает обменные процессы в нейронах	Инъекции внутримышечно, курсы 10-20 дней	Метод Лоури. Высокая чувствительность метода (0,1-10 мг/мл) позволяет определять даже небольшие концентрации белка, что критично для точности анализа

Необходимо уделять повышенное внимание разработке и внедрению в практику стандартных протоколов анализа белков, а также повышению уровня автоматизации и стандартизации процессов в лабораторной практике. Это снизит влияние человеческого фактора и позволит получать более точные и воспроизводимые результаты, что особенно важно в контексте клинических испытаний и разработки новых терапевтических стратегий [6].

Необходимо отметить, что исследования в области анализа белков сфокусированы на разработке новых методов и технологий для повышения точности, и надежности результатов. Интерес к использованию нанотехнологий в аналитических методах растет, так как наночастицы могут увеличить чувствительность флуоресцентной спектроскопии, что позволит обнаруживать белки в более низких концентрациях. Биоинженерия также открывает новые возможности для анализа белков, благодаря разработке методов клонирования и экспрессии белков. Использование рекомбинантных белков в качестве стандартов для калибровки улучшает воспроизводимость результатов. Применение современных аналитических подходов в фармацевтике может существенно улучшить процессы разработки и контроля качества лекарств, сократив время разработки на 30% и снизив затраты на клинические испытания. Это особенно важно в сфере фармацевтики, где требуются новые, эффективные и безопасные лекарства [4].

Заключение

Для обеспечения качества и эффективности комплексных препаратов важно точно определить общее количество белка в них. Выбор оптимального метода анализа, учет влияния мешающих веществ и матрицы образца, использование современных технологий и стандартов – все это важные факторы для получения достоверных результатов. Подробно рассмотрены различные методы, которыми возможно проводить количественное определение белка в сложно-компонентных смесях белково-полипептидной природы, на основе целевой реакции методов подобраны оптимальные варианты для каждого из рассматриваемых ноотропных лекарственных средств. Полученные результаты имеют большое значение для практики, так как точные данные о содержании белка в лекарственных препаратах необходимы для оценки их эффективности и безопасности, а также для разработки новых терапевтических стратегий. Внедрение новых методов анализа или одновременное применение ряда методик позволит улучшить качество существующих препаратов и ускорить разработку и внедрение новых лекарств, что приведет к улучшению здоровья пациентов и повышению доверия к фармацевтической промышленности.

Список литературы

1. Иванова, А.И., Ковальчук, М.А. Эффективность церебролизина в реабилитации после инсульта. Журнал неврологии и психиатрии, 2019, №4.

2. Кузнецов, В.В. Влияние церебролизата на когнитивные функции у пациентов с черепно-мозговой травмой. Медицинская наука и практика, 2017, №7.

3. Кузнецов, В.В. Технологии изучения механизмов действия препаратов для коррекции когнитивных расстройств. Журнал клинической медицины, 2018. DOI: 10.24411/2071-5315-2018-12025.

4. Неврологические аспекты применения ноотропных препаратов / Т.Ф. Воронина, Г. В. Клиточенко, Н.В. Малужинская, А.М. Щеглова, Н.Н. Косимовская Медицинский журнал, 2017, №3. DOI: 10.22241/2224-0713.3.39.2017.104546.

5. Сидорова, Л.И., Иванов, П.В. Использование целлекса в лечении когнитивных нарушений. Вестник современной медицины, 2020, №12.

6. Liu, Q., Li, Y.,Sun,W. The mechanisms of caffeine's neuroprotective and cognitive enhancement effects Neuropharmacology, 2018. 136: 189-203. DOI: 10.1016/j.neuropharm.2018.02.019.

Корноухова О.Д., Тимкачев Д.А., Шишов А.А
студенты
Научный руководитель: ***Хромова Н.Ю.***
к.т.н., доцент
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева,
Россия, Москва
kor123458@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСТРАКЦИИ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ЧЕРНОПЛОДНОЙ РЯБИНЫ И ОЦЕНКА ИХ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния различных способов экстракции и типа экстрагента на выделение полифенолов из порошка черноплодной рябины, а также оценка их пребиотического потенциала. При сравнении методов мацерации (37°С) и прямой горячей экстракции в условиях варьирования объемной доли этилового спирта или ацетона в экстрагенте установлено, что наибольшая эффективность выделения достигалась при использовании 60% раствора этилового спирта и горячей экстракции. Показано, что добавление экстракта черноплодной рябины к питательной среде стимулировало рост лактобактерий.

Ключевые слова: экстракция; полифенольные соединения; черноплодная рябина; пребиотики; пробиотики.

Kornoukhova O.D., Timkachev D.A., Shishov A.A.
Students
Scientific Advisor: Khromova N.Yu.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Mendeleev University of Chemical Technology of Russia,
Russia, Moscow
kor123458@gmail.com

THE STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS EXTRACTION FROM CHOKEBERRY AND ASSESSMENT OF THEIR PREBIOTIC POTENTIAL

Abstract. The article presents the results of studying the effect of various extraction methods and the type of extractant on the isolation of polyphenols from chokeberry powder, as well as an assessment of their prebiotic potential. When comparing the methods of maceration (37 ° C) and direct hot extraction under conditions of varying the volume percentage of ethyl alcohol or acetone in the extractant, it was determined that the highest extraction efficiency was achieved using a 60% solution of ethyl alcohol and hot extraction. It was shown that the addition of chokeberry powder extract to the nutrient medium stimulated the growth of lactic acid bacteria.

Keywords: extraction; polyphenolic compounds; chokeberry; prebiotics; probiotics.

Введение

В последние годы повышенное внимание уделяется вопросам изучения влияния состава рациона питания человека на развитие микробиоты его кишечника. В особенности значительный интерес представляет каким образом, в свою очередь, изменение видового разнообразия микробного сообщества отражается на здоровье хозяина [4,14]. Доказано, что выполняя различные биохимические процессы кишечная микробиота участвует в поддержании структурной целостности эндотелиального барьера [8], оказывает влияние на развитие иммунной системы [15] и метаболизм углеводов, липидов и белков, обеспечивает противомикробную защиту, а также играет важную роль в синтезе нескольких витаминов, таких как витамин К, биотин, кобаламин, фолиевая кислота, никотиновая кислота, пантотеновая кислота, пиридоксин, рибофлавин и тиамин [7, 12].

Важную роль в сообществе микроорганизмов желудочно-кишечного тракта играют пробиотические бактерии, которые могут подавлять рост патогенных и условно-патогенных бактерий, вызывающих заболевания. Например, все виды *Lactobacillus* проявляют антимикробный эффект против *Helicobacter pylori*, конкурируя за субстрат и колонизацию слизистой оболочки кишечного тракта [4].

Для увеличения доли пробиотических бактерий в кишечнике используются различные диетические вещества – пребиотики, которые не перевариваются ферментативными системами человека в тонком кишечнике, но активно метаболизируются пробиотиками. Термин пребиотики имеет множество толкований, например Гибсон [9] определил пребиотики, как «неперевариваемые пищевые ингредиенты, которые благотворно влияют на организм хозяина, избирательно стимулируя рост и/или активность ограниченного числа бактерий в толстой кишке и тем самым улучшая здоровье хозяина», в то время как фактическое определение описывает пребиотики как «субстрат, который избирательно используется микроорганизмами хозяина, принося пользу для здоровья» [5]. В соответствии с последним определением, новым классом пребиотиков являются полифенольные компоненты

растений, которые соответствуют критериям, позволяющим отнести их к пребиотическим субстратам (устойчивость к перевариванию организмом человека, способность ферментироваться кишечными микроорганизмами и тем самым стимулировать их рост) [11]. Наиболее важные полезные свойства полифенолов связаны с их антиоксидантными и противовоспалительными свойствами [10].

Таким образом, целью настоящей работы являлось изучение влияния различных способов экстракции и типов экстрагентов на выделение полифенолов из порошка черноплодной рябины, а также оценка их пребиотического потенциала.

Материалы и методы

В качестве растительного сырья использовали сушеную черноплодную рябину в виде порошка компании «Ариант А» (г. Санкт-Петербург, Россия). Содержание сухих веществ (СВ) рассчитывали исходя из определения влажности образца при измерении потери в массе при высушивании [1].

Микробными объектами исследования являлись пробиотические штаммы *Lactobacillus plantarum* B-11007 и *L. salivarius* B-2214, полученные из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ, Россия).

Экстракцию полифенольных соединений проводили методом мацерации при температуре 37°C и прямой экстракции с использованием обратного холодильника при нагревании на кипящей водяной бане. В качестве экстрагентов были использованы водные растворы этилового спирта или ацетона при различных соотношениях органического растворителя и воды (9:1, 6:4, 3:7) или дистиллированная вода. Продолжительность экстракции составляла 120 мин. Соотношение порошка черноплодной рябины и экстрагента составляло 1:12.

Содержание общих фенолов в экстрактах определяли колориметрическим методом с помощью реактива Фолина-Чокальтеу по методу Singleton & Rossi с некоторыми модификациями [13]. Вкратце, экстракты (0,25 мл) смешивали с 1,25 мл реактива Фолина-Чокальтеу, предварительно разбавленного бидистиллированной водой в пропорциях 1/10, и перемешивали раствор. Через 3 мин добавляли 1 мл 7,5% раствора карбоната натрия и смесь инкубировали в течение 2 ч в темноте при комнатной температуре. Поглощение каждого образца измеряли при 765 нм, используя спектрофотометр СФ-104 (Аквилон, Россия). Содержание полифенолов в экстрактах определяли в миллиграммах эквивалента галловой кислоты.

Спектроскопию проводили в видимой и УФ области света (600-190 нм), используя спектрофотометр СФ-104 (Аквилон, Россия). Базовую линию снимали по растворителю, используемому в качестве экстрагента в анализируемом образце в той же концентрации, что и в опытной пробе. В случае

если оптическая плотность превышала 1,5 единицы, пробы разводили соответствующим растворителем, чтобы детектируемые пики попадали в рекомендуемый диапазон оптической плотности (0,3-1,5). Обработку полученных данных проводили с помощью программного обеспечение UV-WIN.

Для оценки пребиотического потенциала полифенольных компонентов черноплодной рябины была проведена серия экспериментов по культивированию пробиотических культур лактобактерий в питательной среде с добавлением экстракта, содержащего наибольшее количество полифенольных соединений. Периодическое культивирование лактобактерий проводили в колбах Эрленмейера при 37 °С в течение 12 ч без перемешивания в среде MRS [6] с некоторыми модификациями состава (г/л): пептон – 5; мясной экстракт – 5; дрожжевой экстракт – 2,5; глюкоза – 5; аммония цитрат – 1; натрия ацетат – 2,5; MgSO4 – 0,05; MnSO4 – 0,025; Na2HPO4 – 1. Раствор глюкозы (10 $\%_{масс}$) автоклавировали отдельно в течение 30 мин при 115 °С.

Спиртовые экстракты порошка черноплодной рябины разбавляли дистиллированной водой 1:1 и автоклавировали 30 мин при 115 °С. Полученные стерильные экстракты добавляли в питательные среды из расчета 10 об.%. Контрольные эксперименты готовили аналогичным образом с заменой экстрактов на 60% этиловый спирт. Начальная концентрация этилового спирта в питательной среде на момент засева инокулятов не превышала 8 г/л. Инокуляты выращивали в аналогичных питательных средах и условиях без добавления экстрактов. Количество жизнеспособных клеток определяли по методу Коха [2] в чашках на агаризованной среде MRS.

Все эксперименты проводили в трех проворностях. Статистическую обработку данных осуществляли с применением программного обеспечения MS Excel 2019.

Результаты и обсуждение

Метод прямой экстракции при повышенных температурах, в частности, близких к температуре кипения экстрагента, а также метод мацерации являются традиционными и наиболее часто применяемыми способами выделения биологически активных веществ (БАВ) из растительного сырья [3]. Результаты оценки эффективности извлечения полифенольных соединений из порошка черноплодной рябины при использовании метода мацерации и прямой экстракции в условиях варьирования объемной доли этилового спирта или ацетона в экстрагенте показаны в таблице 1.

Таблица 1

Эффективность выделения полифенольных компонентов из порошка черноплодной рябины при варьировании условий экстракции

Способ экстракции	Растворитель	Концентрация растворителя в экстрагенте, %	Выход общих фенолов, % от СВ
Мацерация	Этиловый спирт	30	4,6
		60	4,6
		90	4,7
	Ацетон	30	7,4
		60	8,0
		90	2,7
Прямая горячая экстракция	Этиловый спирт	30	12,1
		60	13,9
		90	7,5
	Ацетон	30	8,1
		60	8,3
		90	3,5
	Дистиллированная вода		6,4

Установлено, что эффективность выделения полифенольных компонентов из порошка черноплодной рябины зависела как от способа экстракции, так и от типа, и состава экстрагента. Метод мацерации был менее эффективен для выделения полифенолов по отношению к методу прямой горячей экстракции при использовании водных растворов этилового спирта, однако в случае использования водных растворов ацетона выход фенольных компонентов в обоих случая был сопоставим. При этом увеличение концентрации ацетона в экстрагенте приводило к снижению выхода фенольных соединений. Наилучшими условиями экстрагирования полифенолов из порошка черноплодной рябины являлись метод прямой горячей экстракции при использовании 60% раствора этилового спирта в качестве экстрагента, где выход фенолов составил 13,9 % от СВ растительного сырья.

Сравнительный анализ спектров поглощения экстрактов, содержащих фенольные компоненты, продемонстрировал, что независимо от способа экстракции и соотношения этилового спирта и воды в экстрагенте, спектры поглощения имели один и тот же вид (рис. 1).

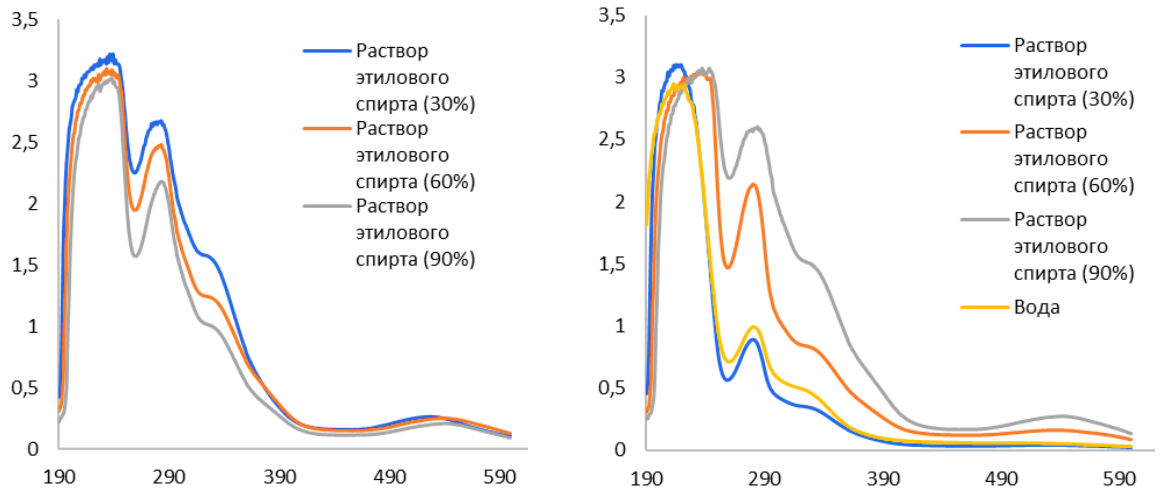


Рис. 1. Спектры поглощения спиртовых экстрактов порошка черноплодной рябины, полученных при мацерации (а) и прямой горячей экстракции (б)

Для определения оптимальной продолжительности процесса экстракции также было проведено изучение кинетики выделения фенолов из порошка черноплодной рябины в наилучших условиях (рис. 2).

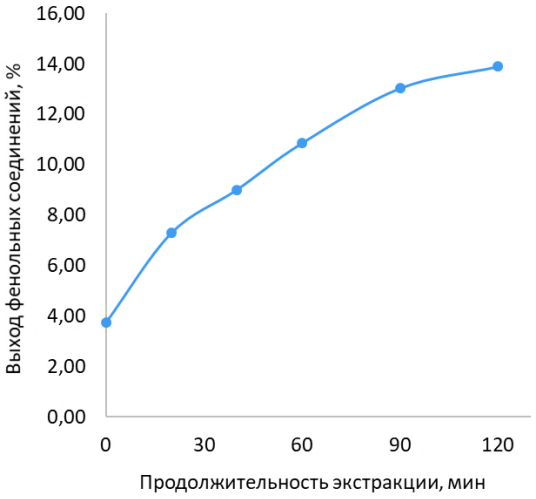


Рис. 2. Зависимость выхода фенольных соединений от продолжительности процесса экстракции

Показано, что с увеличением продолжительности экстракции происходило увеличение концентрации полифенольных соединений в экстракте с постепенным выходом на плато на 120 мин процесса. Таким образом, 120 мин достаточно для получения максимального выхода фенольных соединений в данных условиях.

Для оценки пребиотического потенциала экстрагированных из порошка черноплодной рябины полифенольных компонентов исследовали рост лактобактерий в стандартной питательной среде с добавлением спиртового экстракта, содержащего полифенолы, или только этилового спирта в той же концентрации. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние добавления экстракта полифенольных соединений черноплодной рябины на рост пробиотических штаммов лактобактерий

Штамм лактобактерий	Состав питательной среды							
	MRS ½+этанол 60%				*MRS ½+спиртовой экстракт*			
	0 ч		12 ч		0 ч		12 ч	
	pH	Lg КОЕ/мл	pH	Lg КОЕ/мл	pH	Lg КОЕ/мл	pH	Lg КОЕ/мл
B-2214	7,03	6,54	6,28	7,50	6,60	6,54	6,19	8,00
B-11007	6,90	6,56	6,09	7,80	6,54	6,54	4,79	8,20

Как следует из результатов, добавление спиртового экстракта черноплодной рябины, содержащего фенольные соединения, в питательные среды стимулировало рост пробиотических штаммов лактобактерий. Численность лактобактерий при росте в контрольных средах, содержащих только спиртовой раствор, составляла до 7,8 lg КОЕ/мл, что существенно ниже, чем в экспериментальных средах (8,2 lg КОЕ/ мл). Та же зависимость наблюдалась для показателя кислотности среды: pH контрольной среды был выше после 12 ч культивирования, чем pH экспериментальной среды, что свидетельствовало о более активном накоплении короткоцепочечных жирных кислот в культуральной жидкости.

Выводы

Исследован процесс выделения полифенолов из порошка черноплодной рябины при мацерации и прямой горячей экстракции. Установлено, что наиболее эффективным методом экстракции является прямая горячая экстракция с использованием смешанного растворителя этанол-вода в соотношении 6:4 в течение 120 мин, что позволяло получить выход фенольных соединений 13,9% от СВ. Добавление спиртовых экстрактов черноплодной рябины в питательные среды оказывало стимулирующее действие на рост пробиотических штаммов лактобактерий, что, вероятно, связано с пребиотическим действием полифенолов. Полученные результаты могут быть использованы при разработке синбиотиков для восстановления микрофлоры кишечника.

Список литературы

1. Общая биотехнология. Лабораторный практикум: учебное пособие / И. В. Шакир [и др.] // М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2008. – 120 с.
2. Практикум по микробиологии / А. И. Нетрусов [и др.] // М.: Академия, 2005. – 608 с.
3. Синютина С. Е., Романцова С. В., Савельева В. Ю. Экстракция флавоноидов из растительного сырья и изучение их антиоксидантных свойств //Вестник российских университетов. Математика. – 2011. – Т. 16. – №. 1. – С. 345-347.

4. A review of the interaction between diet composition and gut microbiota and its impact on Associated disease/ Liu Z. [et al]. //Journal of Future Foods. – 2024. – Vol. 4. – №. 3. – pp. 221-232.

5. Classifying compounds as prebiotics−scientific perspectives and recommendations / Hutkins R. [et al]. //Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. – 2025. – Vol. 22. – №. 1. – pp. 54-70.

6. De Man J.C., Rogosa M., Sharpe M.E. A medium for the cultivation of lactobacilli //Journal of applied Bacteriology. – 1960. – Vol. 23. – №. 1. – pp. 130-135.]

7. Dietary fibers boost gut microbiota-produced B vitamin pool and alter host immune landscape / Grant E. T. [et al]. //Microbiome. – 2024. – Vol. 12. – №. 1. – pp. 179.

8. Dmytriv T. R., Storey K. B., Lushchak V. I. Intestinal barrier permeability: the influence of gut microbiota, nutrition, and exercise //Frontiers in Physiology. – 2024. – Vol. 15. – pp. 1380713.

9. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. / Gibson, G.R. [et al] // Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol. 2017, 14, 491–502.

10. Mandal M. K., Domb A. J. Antimicrobial activities of natural bioactive polyphenols //Pharmaceutics. – 2024. – Vol. 16. – №. 6. – pp. 718.

11. Nutritional Effects of Polyphenols, Dietary Fiber, Prebiotic effect, Compounds Associated with Dietary Fiber and Impact of Polyphenols on Human Intestinal Microbiota and Their Health Benefits / Jubair H. R. [et al]. //Current Clinical and Medical Education. – 2025. – Vol. 3. – №. 03. – pp. 24-38.

12. Role of the gut microbiota in nutrition and health / Valdes A. M. [et al]. //Bmj. – 2018. – Vol. 361.

13. The influence of polyphenol compounds on human gastrointestinal tract microbiota / Wiciński M. [et al]. //Nutrients. – 2020. – Vol. 12. – №. 2. – pp. 350.

14. The interplay between diet and the gut microbiome: implications for health and disease /Ross F. C. [et al]. //Nature Reviews Microbiology. – 2024. – Vol. 22. – №. 11. – pp. 671-686.

15. The maternal gut microbiome in pregnancy: implications for the developing immune system / Koren O. [et al]. //Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology. – 2024. – Vol. 21. – №. 1. – pp. 35-45.

Шевченко А.Т.
студент,
allasheff@mail.ru
Научный руководитель: ***Евдокимова С.А.***
к.б.н., ассистент
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Россия, Москва
s.a.evdokimova@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЕБИОТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДНОГО ЭКСТРАТКА ТОПИНАМБУРА

Аннотация. В данной работе было оценено влияние водного экстракта топинамбура на рост и метаболическую активность шести штаммов бифидобактерий: *Bifidobacterium adolescentis* ВКПМ АС-1662, *B. bifidum* ВКПМ АС-1666, *B. longum* subsp. *longum* ВКПМ АС-1665, *B. pseudolongum* subsp. *pseudolongum* ВКПМ АС-1785, *B. Breve* ВКПМ АС-1911, *B. longum* subsp. *infantis* ВКПМ АС-1912. Культивирование проводили в жидких и полужидких средах с добавлением водных экстрактов топинамбура до содержания полисахаридов 10 г/л. Установлено, что экстракт топинамбура селективно стимулирует рост и активность *B. breve, B. bifidum и B. pseudolongum* (до 9,51 lg(КОЕ/мл)) в жидких питательных средах, а также усиливает продуцирование молочной и уксусной кислот, достигая максимума у *B. breve* (4,67 г/л). В полужидких средах для исследуемых штаммов были получены кривые роста и потребления субстрата: *B. infantis* и *B. breve* продемонстрировали наибольшую скорость роста, а *B. longum* − высокий экономический коэффициент потребления полисахаридов. Полученные данные подтверждают перспективность использования водного экстракта топинамбура с целью создании функциональных продуктов.

Ключевые слова: топинамбур; бифидобактерии; пребиотический потенциал; культивирование; водный экстракт топинамбура.

Shevchenko A.T.
Student,
Russia, Moscow
allasheff@mail.ru
Scientific Advisor: ***Evdokimova S.A.***
Candidate of Biological Sciences, Assistant Professor
Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Russia, Moscow
s.a.evdokimova@gmail.com

INVESTIGATION OF THE PREBIOTIC POTENTIAL OF JERUSALEM ARTICHOKE WATER EXTRACT

Abstract. In this work, the effect of an aqueous jerusalem artichoke extract on the growth and metabolic activity of six strains of bifidobacteria: *Bifidobacterium adolescentis* AC-1662, *B. bifidum* AC-1666, *B. longum subsp. longum* AC-1665, *B. pseudolongum* subsp. *pseudolongum* AC-1785, *B. breve* AC-1911, *B. longum* subsp. *infantis* AC-1912. Culturing was carried out in liquid and semi-liquid media of Russia with the addition of aqueous jerusalem artichoke extracts to a polysaccharide content of 10 g/l. Jerusalem artichoke extract has been found to selectively stimulate the growth and activity of *B. breve, B. bifidum,* and *B. pseudolongum* (up

to 9.51 lg(CFU/ml)) in liquid nutrient media, it also enhances the production of lactic and acetic acids, reaching a maximum for *B. breve* (4.67 g/l). In semi−liquid media, the growth and consumption curves of the substrate were received for the studied strains: *B. infantis* and *B. breve* demonstrated the highest growth rate, and *B. longum* demonstrated a high economic coefficient. The data obtained confirm the prospects of using an aqueous jerusalem artichoke extract in order to create functional products.

Keywords: jerusalem artichoke; bifidobacteria; prebiotic potential; cultivation; jerusalem artichoke water extract.

Введение

Изменение состава микробиоты кишечника человека часто связывают с ведением неправильного образа жизни: употреблением алкогольной продукции, курением, гиподинамией, а также с естественными процессами старения и связанными с ними нарушениями метаболизма, активности и нагрузок [7]. Уменьшение доли «полезных» микроорганизмов, называемое дисбиозом, приводит к снижению защитных функций кишечника. Часто дисбиоз является следствием уже текущего или перенесенного заболевания. В ходе большого количества исследований была выявлена положительная корреляция между заболеванием и нарушением состава микробиоты кишечника. Так, например, при воспалительных заболеваниях кишечника (язвенный колит, болезнь Крона и др.) часто наблюдают увеличение бактерий рода Proteobacteria и снижение Firmicutes, что усугубляет текущее воспаление [4]. В случае сердечно-сосудистых заболеваний дисбаланс микробиоты провоцирует гипертензию и атеросклероз через выработку кардиотоксичных метаболитов [1]. Нейродегенеративные заболевания (Альцгеймер, Паркинсон) связаны с нарушением оси «кишечник-мозг» из-за изменений в продукции микробных нейромедиаторов [5].

Пробиотики, пребиотики и их комбинации – синбиотики являются ключевыми инструментами в коррекции качественного и количественного состава микробиоты кишечника человека. История их применения началась ещё в начале XX века, когда Henry Tissier обнаружил и выделил бифидобактерии из фекалий грудного ребенка [3]. Он отмечал положительное влияние этих бактерий и рекомендовал их применение для замещения «протеолитических микроорганизмов», способных вызывать нарушения в работе пищеварительной системы. Позднее учёные установили, что пребиотики, такие как арабиноксиланы, инулин, фруктоолигосахариды способны избирательно стимулировать рост полезных микроорганизмов, создавая благоприятные условия для их развития [6, 9].

Особый интерес в этом контексте представляет топинамбур (*Helianthus tuberosus*), который благодаря высокому содержанию инулина − природного пребиотика − способствует росту полезных представителей микробиоты. Инулин не только устойчив к действию желудочного сока и ферментов, но и служит субстратом для бифидо-, лактобактерий и др., что соответствует критериям пребиотиков, установленным Gibson и Roberfroid [8].

Кроме того, топинамбур обладает рядом дополнительных преимуществ: он богат витаминами группы B, витамином D, калием, железом и антиоксидантами, что усиливает его положительное влияние на метаболические и иммунные процессы [2].

Целью данной работы являлось исследование бифидогенного потенциала водного экстракта топинамбура для создания синбиотических функциональных продуктов с бифидобактериями.

Материалы и методы

Объектом исследования являлись пробиотические штаммы бифидобактерий, полученные из Всероссийской национальной коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ): *Bifidobacterium adolescentis* (АС-1662), *B. bifidum* (АС-1666), *B. longum* subsp. *longum* (АС-1665), *B. pseudolongum* subsp. *pseudolongum* (АС-1785), *B. breve* (АС-1911), *B. longum* subsp. *infantis* (АС-1912).

Для получения экстрактов использовали сухой порошок клубней топинамбура (ООО «Рязанские просторы»). Водную экстракцию проводили при температуре 75 ºС в течение 30 минут. Затем проводили вакуум-фильтрацию через слой бельтинга и бумажного фильтра (красная лента).

Для культивирования бифидобактерий использовали питательную среду по Rossi et al [10] с добавлением водных экстрактов топинамбура до содержания полисахаридов 10 г/л. Культивирование проводили в CO2-инкубаторе (Binder, Германия) при 37°С в анаэробных условиях (CO_2 2%, N_2 98%) в течение 10 часов. Инокуляты вносили в среду после двукратной промывки физиологическим раствором и стандартизации по оптической плотности. Сразу после засева и по завершении культивирования определяли количество живых бактерий (культуральными методами), pH, содержание молочной и уксусной кислот (методом ВЭЖХ). Контрольные эксперименты проводили в аналогичных условиях с заменой экстракта на раствор глюкозы (контрольный непребиотик) или олигофруктозы (ОФ) (Synergy, Orafti) (контрольный пребиотик) до концентрации 10 г/л.

Также было проведено периодическое культивирование исследуемых штаммов бифидобактерий в полужидких средах (1,75 г/л агара) с добавлением водного экстракта топинамбура до содержания полисахаридов 10 г/л. Пробы отбирали с периодичностью в 2-4 часа для оценки удельной скорости роста бифидобактерий, потребления моно-сахаров и полисахаридов (методом Бертрана и модифицированным методом Бертрана-Шорля) и времени достижения стационарный фазы роста.

Результаты и обсуждение

При культивировании в CO2-инкубаторе с целью выявления бифидогенного потенциала начальная численность бифидобактерий во всех вари-

антах была в пределах 5,5-6,0 lg(КОЕ/мл). Увеличение численности наблюдали для всех штаммов бифидобактерий, как в случае культивирования в контрольных средах, так и в средах с добавлением экстракта топинамбура (рис. 1). Выработку метаболитов пробиотических штаммов оценивали по закислению культуральной жидкости (рис. 2) и продуцированию молочной и уксусной кислот (рис. 3).

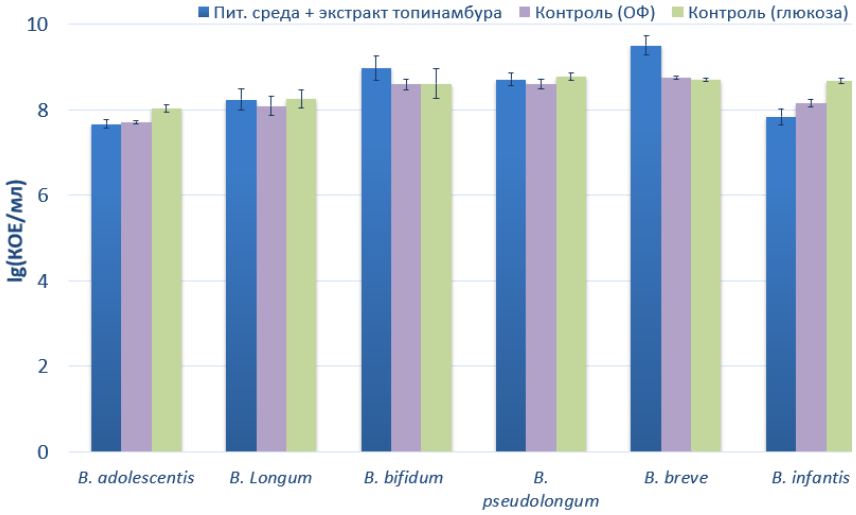


Рис. 1. Значение прироста исследуемых штаммов бифидобактерий lg(КОЕ/мл) спустя 10 часов ферментации в жидких средах

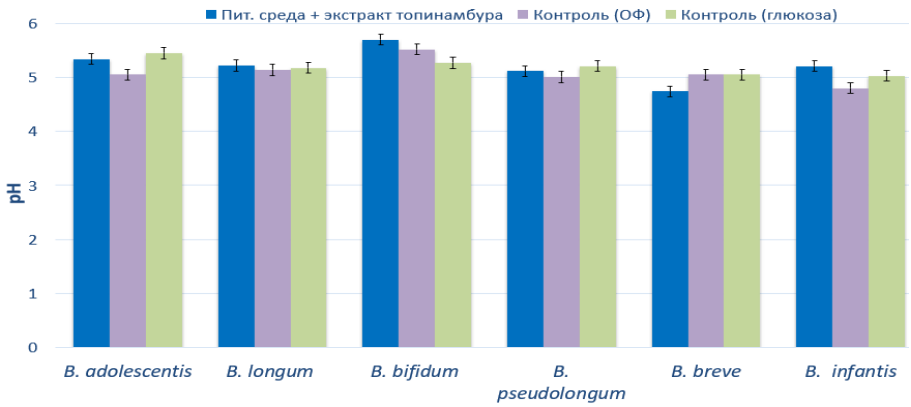


Рис. 2. Конечное значение pH спустя 10 часов ферментации в исследуемых жидких средах

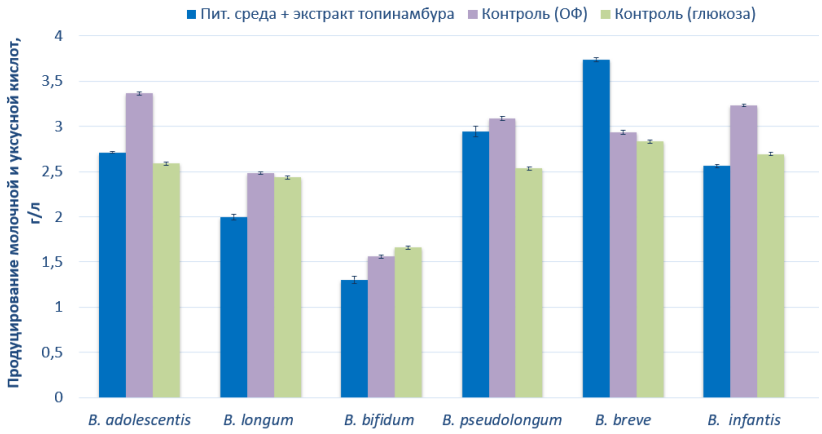


Рис. 3. Продуцирование молочной и уксусной кислот исследуемыми штаммами бифидобактерий спустя 10 часов ферментации в жидких средах, г/л

Наилучший рост в средах с добавлением экстракта топинамбура наблюдали в случае *B. breve*, *B. bifidum*, *B. pseudolongum* (9,51, 8,97 и 8,71 lg (КОЕ/мл), соответственно). При этом, у четырех штаммов из шести наблюдали более высокую конечную численность, чем в контрольных экспериментах с ОФ: *B. breve*, *B. bifidum*, *B. pseudolongum*, *B. longum*. Наибольшее закисление среды, а также продуцирование первичных метаболитов, как и в случае с ростом, показал *B. breve* (суммарный выход молочной и уксусной составил 4,67 г/л).

Таким образом, можно говорить о селективной стимуляции роста некоторых штаммов бифидобактерий в средах с добавлением экстракта топинамбура.

При культивировании бифидобактерий в полужидких средах с добавлением водного экстракта топинамбура были «сняты» кривые роста и потребления субстрата. Данные представлены на примере двух штаммов на рис. 4, 5.

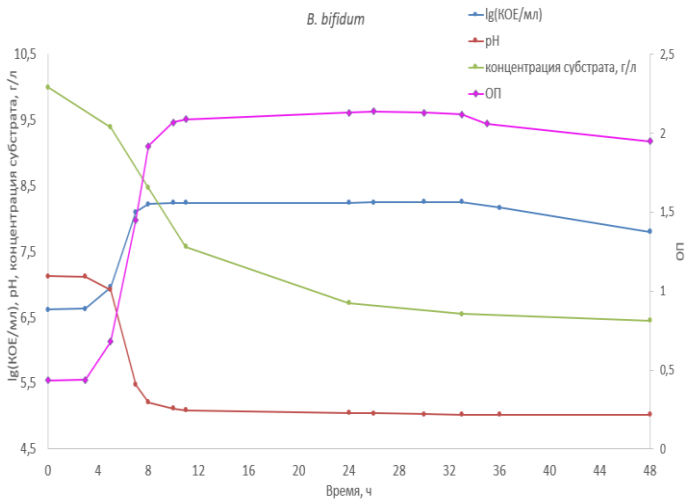


Рис. 4. Динамика ОП, численности бифидобактерий в lg(КОЕ/мл), pH и потребления субстрата для B. bifidum

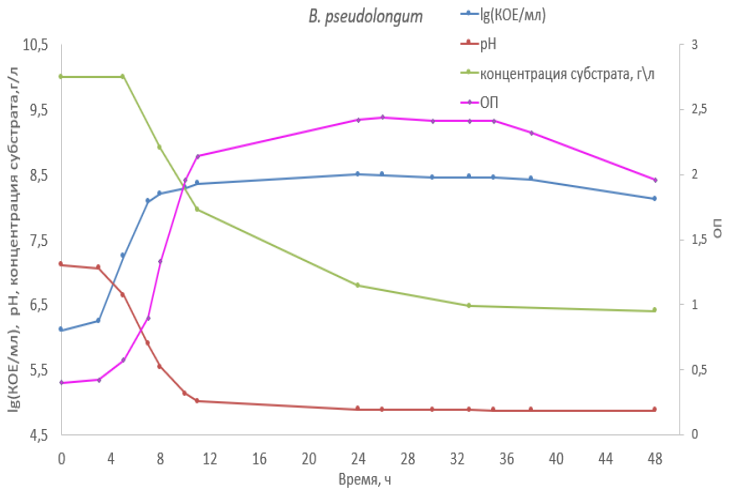


Рис. 5. Динамика ОП, численности бифидобактерий в lg(КОЕ/мл), pH и потребления субстрата для B. pseudolongum

На основании полученных данных были определены экономические коэффициенты, а также удельные скорости роста в экспоненциальной фазе. Данные представлены в таблице.

Таблица

Оценка кинетики роста пробиотических штаммов

Штамм	Максимальная удельная скорость роста, ч-1	Эконом. коэффициент образования биомассы, КОЕ/г ПС
B. adolescentis	0,341	968
B. longum	0,200	1149
B. bifidum	0,560	473
B. pseudolongum	0,187	677
B. breve	0,603	496
B. infantis	0,658	1826

Наименьшей удельной скоростью роста обладал *B. pseudolongum*, а наибольшую μmax наблюдали у *B. infantis* и *B. breve*, для которых экспоненциальная фаза роста длилась 11 и 6 часов, соответственно. Рассчитанный экономический коэффициент был наибольшим для *B. infantis* и *B. longum*.

Стоит отметить, что данные, полученные в условиях культивирования в полужидких средах, не соотносятся с результатами ферментаций в CO_2-инкубаторе. Данное явление можно объяснить сравнительно малым начальным числом клеток, а также не стоит забывать, что полужидкие среды не могут создать строго анаэробных условий (некоторые штаммы показывают большую толерантность к небольшому содержанию растворенного кислорода и по этой причине показывают более хорошие результаты по определенным параметрам).

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют об избирательном действии водного экстракта топинамбура на рост и метаболическую активность бифидобактерий. Наибольший рост и выработку метаболитов (молочную и уксусную кислоты) при культивировании в жидких средах с добавлением экстракта топинамбура наблюдали для *B. breve*. Для данного штамма также была определена удельная скорость роста в экспоненциальной фазе роста при культивировании в полужидких средах без перемешивания, значение которой оказалось наибольшим в сравнении с другими исследуемыми штаммами бифидобактерий. В условиях культивирования в полужидких средах были определены штаммы, использующие исследуемый субстрат наиболее эффективно: *B. infantis* и *B. longum*. Полученные данные открывают перспективы для направленного использования водных экстрактов топинамбура с целью создания функциональных продуктов питания.

Список литературы

1. Булгакова С. В., Захарова Н. О., Романчук П. И. Микробиота кишечника: новый регулятор сердечно-сосудистой функции //Бюллетень науки и практики. – 2021. – Т. 7. – №. 1. – С. 200-222.
2. Захарова И. И. Топинамбур-ценная культура для функционального питания //Агропродовольственная экономика. – 2022. – Т. 1. – С. 7-13.
3. Утебаева А. А., Бурмасова М. А., Сысоева М. А. Перспективы использования бифидобактерий в продуктах функционального питания и лекарственных средствах //Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2016. – №. 4 (19). – С. 100-109.
4. Chen Y., Zhou J., Wang L. Role and mechanism of gut microbiota in human disease //Frontiers in cellular and infection microbiology. – 2021. – Т. 11. – С. 625913.
5. Hirayama M., Ohno K. Parkinson's disease and gut microbiota //Annals of Nutrition and Metabolism. – 2021. – Т. 77. – №. Suppl. 2. – С. 28-35.
6. Macfarlane G. T., Steed H., Macfarlane S. Bacterial metabolism and health-related effects of galacto-oligosaccharides and other prebiotics //Journal of applied microbiology. – 2008. – Т. 104. – №. 2. – С. 305-344.
7. O'Connor E. M., O'Herlihy E. A., O'Toole P. W. Gut microbiota in older subjects: variation, health consequences and dietary intervention prospects //Proceedings of the Nutrition Society. – 2014. – Т. 73. – №. 4. – С. 441-451.
8. Patel S., Goyal A. The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review //3 Biotech. – 2012. – Т. 2. – С. 115-125.
9. Rinninella E. et al. What is the healthy gut microbiota composition? A changing ecosystem across age, environment, diet, and diseases //Microorganisms. – 2019. – Т. 7. – №. 1. – С. 14.
10. Rossi M. et al. Fermentation of fructooligosaccharides and inulin by bifidobacteria: a comparative study of pure and fecal cultures // Applied and environmental microbiology. – 2005. – vol. 71. – №. 10. – P. 6150- 6158.

Сизикова Е.Д.
студент,
sizikova.katyusha@mail.ru
Научный руководитель: ***Ершова В.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
v.ershova@mail.ru

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МИКРОБНЫХ БИОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ГЕНЕРАЦИЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Аннотация. В настоящее время человечество остро нуждается в надежных и эффективных технологиях, которые способны решить проблемы загрязнения водных резервов и дефицита энергоресурсов. Решением данной проблемы может стать активное использование биотопливных элементов. Целью настоящего исследования был сравнительный анализ эффективности работы микробных биотопливных ячеек, электроды которых представляли собой углеродную ткань с различными плетениями. В данной работе представлен микробный биотопливный элемент на основе электродов из различных видов графитированной ткани. На аноды нанесена смесь из *Gluconobacter Oxydans*, ПЕГДЕ и ПЕДОТ:ПСС. В качестве электролита выступают искусственные сточные воды. Была измерена электрическая мощность полученных ячеек. В ходе измерений установлено, что при использовании углеродной ткани с более плотным плетением, удельная мощность значительно возрастает.

Ключевые слова: безмембранный микробный биотопливный элемент; *Gluconobacter Oxydans;* сточные воды.

Sizikova E.D.
Student,
sizikova.katyusha@mail.ru
Scientific Advisor: ***Ershova V.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
v.ershova@mail.ru

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF MICROBIAL BIOFUEL CELLS WITH ELECTRICITY GENERATION FOR WASTEWATER TREATMENT

Abstract. Currently, humanity is in dire need of reliable and efficient technologies that can solve the problems of water pollution and energy scarcity. The solution to this problem may be the active use of biofuel elements. This paper presents a microbial biofuel element based on electrodes made of various types of graphitized tissue. The anodes are coated with a mixture of *Gluconobacter Oxydans*, PEGDE and PEDOT:PSS. Artificial wastewater acts as an electrolyte. The electrical power of the received cells was measured. During the measurements, it was found that when using carbon fabric with a denser weave, the specific power increases significantly.

Keywords: membrane-free microbial biofuel element; *Gluconobacter Oxydans*; wastewater.

Очистка сточных вод требует разработки инновационных методов удаления загрязняющих веществ, поскольку уже существующие методы недостаточно эффективны и не соответствуют современным требованиям [2]. Поверхностные и хозяйственно-бытовые сточные воды, образующиеся в результате человеческой деятельности – сельского хозяйства, работы промышленности, а также бытового использования, содержат высокие концентрации органических веществ. Очистка и повторное использование этих вод сегодня является одной из важнейших задач, которые необходимо решать для развития городских и сельских поселений. В последние годы особое внимание уделяется применению микробных биотопливных элементов как перспективной технологии, способной не только очищать сточные воды, но и одновременно генерировать электричество [3].

Микробный биотопливный элемент (МБТЭ) – это система из пластиковой камеры с катодным и анодным отсеками, электролита и двух электродов, прикрепленных к штативу. В качестве электродов используются участки углеродной ткани, края которой обклеены полиуретановой лентой толщиной во избежание распада нитей ткани. На анод нанесена смесь из бактерий *Gluconobacter Oxydans* и полимеров ПЕДОТ:ПСС и ПЕГДЕ. В качестве электролита используются искусственные сточные воды.

Эффективность очистки сточных вод от органических соединений была оценена через полученную электрическую мощность микробных биотопливных ячеек. Для определения электрической мощности проводилась потенциостатическая вольтамперометрия с линейной разверткой. Удельная емкость ячеек определялась с использованием циклической потенциостатической вольтамперометрии. Удельная электрическая мощность ячеек с разными электродами составила от 94 до 315 мВт/м2 [1]. Данные значения являются достаточно высокими в сравнении с литературными данными. То же самое, можно сказать и про емкости ячеек, которые с учетом размеров электродов и объема электролита, являются высокими для подобного типа МБТЭ. Причиной таких высоких показателей является относительно низкая гидрофобность выбранных углеродных тканей по сравнению с аналогами присутствующими на рынке. Такое свойство поверхностей тканей способствует как эффективному закреплению клеток, так и более полному взаимодействию иммобилизованных клеток бактерий с электролитом.

В ходе эксперимента было установлено, что использование углеродных тканей в качестве электродов с наибольшей плотностью и плетением саржа повышает значение электрической мощности ячеек, а значит и говорит о высокой эффективности МБТЭ. Максимальное значение удельной мощности, которого удалось достичь в ходе экспериментов, составило 315,1108 мВт/м2. Также была проверена мощность микробного биотопливного элемента в условиях периодической заморозки до +4°С. Результаты показали пригодность его использования: так в течение 107 дней мощность ячейки

изменялась с 196,6992 мВт/м2 до 97,9818 мВт/м2. Полученные результаты говорят о перспективности использования плотных углеродных тканей в качестве электродов для микробных биотопливных элементов при очистке сточных вод.

Список литературы

1. Сизикова Е.Д. [и др.]. / Оптимизация анода микробного биотопливного элемента на основе карбонизированной ткани // Вестник биотехнологии и физико-химической биотехнологии им. Ю.А. Овчинникова. 2024. 20(4). С. 85-90.

2. K. Sathya [and others] / A comprehensive review on comparison among effluent treatment methods and modern methods of treatment of industrial wastewater effluent from different sources // Appl. Water Sci. 2022. Vol. 12(4). P. 70.

3. Vishnevskaya [and others] / Membraneless microbial biofuel cell for municipal waste water treatment // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2018. Vol. 337(1).

Никулина П.А.
студент,
nikulinap17@gmail.com
Научный руководитель: ***Ершова В.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
v.ershova@mail.ru

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ФЛОКУЛЯНТА ДЛЯ СБОРА БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЕВОГО КОМПОНЕНТА БИОТОПЛИВА

Аннотация. В статье рассматривается применение природного флокулянта для эффективного извлечения биомассы из водных экосистем с целью её последующего использования в производстве биотоплива. Сбор биомассы связан с высокими затратами, поскольку концентрация клеток в культуральной среде невелика. Методы флокуляции показывает лучшие результаты за счет образования крупных агрегатов клеток. Основное внимание уделяется использованию биосовместимого натурального флокулянта − хитозана, который может решить проблему контаминации, снижая стоимость и увеличивая эффективность сбора биомассы.

Ключевые слова: флокуляция; хитозан; биотопливо.

Nikulina P.A.
Student,
nikulinap17@gmail.com
Scientific Advisor: ***Ershova V.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,

Russia, Moscow
v.ershova@mail.ru

POTENTIAL OF USING NATURAL FLOCCULANT FOR COLLECTING BIOMASS AS A RAW MATERIAL COMPONENT OF BIOFUEL

Abstract. The article deals with the use of natural flocculant for efficient extraction of biomass from aquatic ecosystems for its subsequent utilization in biofuel production. Collection of biomass is Associated with high costs, since the concentration of cells in the culture medium is low. Flocculation methods show better results due to the formation of large aggregates of cells. The focus is on the use of a biocompatible natural flocculant, chitosan, which can solve the problem of contamination, reducing the cost and increasing the efficiency of biomass harvesting.

Keywords: flocculation; chitosan; biofuel.

В последние десятилетия вопрос устойчивого экологического развития и перехода на возобновляемые источники энергии приобрёл новое значение в связи с истощением природных ресурсов и глобальными изменениями климата. Биотопливо, произведенное из растительной или животной биомассы, становится одним из ключевых решений для сокращения зависимости от ископаемых энергоносителей. В последние годы среди различных источников сырья для производства биотоплива большое внимание уделяется микроводорослям. Биомасса микроводорослей в основном состоит из липидов, белков и углеводов, которые определяют ее полезную ценность. Содержание каждого компонента варьируется от одного вида к другому, а также зависит от среды культивирования.

Микроводоросли обладают высокими темпами роста, их можно культивировать на пахотно непригодных, пустынных и засоленных землях, не подходящих для сельскохозяйственного производства пищевой продукции. К тому же, они обладают высокой способностью к фотосинтезу и могут накапливать до 70% своей массы в виде липидов, которые могут быть эффективно переработаны в биотопливо.

Актуальность использования биомассы микроводорослей обосновывается в экологическом и экономическом преимуществах. Микроводоросли не требуют использования пестицидов и гербицидов, что снижает их воздействие на окружающую среду. Кроме того, они могут поглощать углекислый газ в процессе роста, что способствует уменьшению выбросов парниковых газов. Использование микроводорослей для производства биотоплива может значительно снизить зависимость от ископаемых источников энергии. Это важно в условиях глобальных колебаний цен на нефть и стремления стран к энергетической независимости. Кроме того, современные достижения в области биотехнологий и генетической инженерии открывают новые

перспективы для повышения урожайности и устойчивости микроводорослей, а также их экономической рентабельности в качестве сырья для биотоплива.

Сегодня промышленное производство микроводорослей сталкивается с крайне актуальной проблемой – проблемой эффективного сбора накопленной биомассы из-за низкой концентрации клеток в культуральной среде (0,5-5г/л), а также их небольшого размера (3-20мкм) [1,6]. Именно поэтому текущая исследовательская деятельность в этой области направлена на разработку таких технологий, которые смогут производить максимальный сбор биомассы при минимальном потреблении энергии и с минимальными материальными затратами [3].

В качестве наиболее перспективного метода отделения биомассы можно выделить процесс флокуляции [4,5]. Собранная биомасса является конечным продуктом, когда флокуляция используется для сбора микроводорослей. В результате, экономическая составляющая сильно отличается, когда флокуляция используется для сбора биомассы микроводорослей, чем когда она используется для удаления примесей из жидкости. Кроме того, загрязнение является серьезной проблемой, поскольку любые химикаты, добавленные для того, чтобы вызвать флокуляцию, в конечном итоге попадают в собранную биомассу. Эти химикаты могут помешать конечному применению биомассы или дальнейшей обработке биомассы (например, экстракции липидов). Флокуляция может быть достигнута несколькими способами и широкий спектр подходов к флокуляции микроводорослей был исследован в последние годы. Эти подходы варьируются от традиционных методов флокуляции, которые широко используются в других областях промышленности (например, химическая флокуляция), до новых идей, основанных на биологии микроводорослей (например, биофлокуляция – использование природных флокулянтов).

Метод заключается в добавлении к суспензии реагентов (флокулянтов), адсорбирующихся на поверхности клеток, нейтрализуя их отрицательный поверхностный заряд, и способствующих образованию крупных спутанных агрегатов. Со временем агрегаты увеличиваются в размерах и, в зависимости от их плотности, либо всплывают на поверхность жидкости, либо оседают под действием силы тяжести.

Существует несколько типов флокулянтов: синтетические полимеры, неорганические и натуральные флокулянты. Синтетические полимеры (полиакриломиды, полиэтиленимин) обладают высокой эффективностью и быстрой агрегацией, однако их потенциальная токсичность для водных организмов и экологические проблемы, связанные с устойчивостью и биоаккумуляцией могут негативно воздействовать на окружающую среду. Неорганические флокулянты (сульфат железа, хлорид железа, гидроксид кальция) экономичны и широко используются в областях водоподготовки, но они могут изменять химический состав воды, образовывать больше ила. А

вот натуральные флокулянты (крахмал, гуаровая камедь, хитозан) биоразлагаемы, нетоксичны и производятся из возобновляемых ресурсов, их недостаток состоит в меньшей эффективности, чем синтетические варианты в определенных областях применения, однако они, как правило, безопасны для окружающей среды.

Одним из перспективных и экологически чистых флокулянтов является хитозан – полисахарид, получаемый из хитина, который в свою очередь является основным компонентом экзоскелетов ракообразных, таких как креветки и крабы. Хитозан обладает уникальными физико-химическими свойствами, которые делают его эффективным флокулянтом. Наличие длинных полимерных цепей и возможность создания положительного заряда высокой плотности позволяет ему собирать большие агрегаты клеток микроорганизмов (флокул) и способствовать быстрому и эффективному сбору биомассы [8]. Хитозан растворим в кислых средах, что позволяет использовать его в различных условиях и позволяет эффективно взаимодействовать с частицами в суспензии. Также стоит отметить и экологические преимущества. Хитозан является биодеградируемым и нетоксичным материалом, что делает его безопасным для использования в окружающей среде. Важнейшей характеристикой биополимера, наряду с молекулярной массой, является степень деацетилирования, которая показывает отношение числа деацетилированных звеньев к общему числу элементарных звеньев в цепи. С повышением степени деацетилирования не только улучшается растворимость полимера, но также более ярко проявляются биологические эффекты [2].

Использование хитозана имеет множество преимуществ. Во-первых, он природного происхождения и биодеградируем, что минимизирует негативное воздействие на окружающую среду. Во-вторых, хитозан может обеспечивать двойное действие – как флокулянт и как питательное вещество для микроводорослей, что может улучшить их последующий рост.

Роль хитозана как естественного флокулянта при сборе биомассы микроводорослей имеет решающее значение для устойчивого производства биотоплива. Его экологически чистые характеристики в сочетании с высокой эффективностью и универсальностью делают его превосходным выбором по сравнению с синтетическими и неорганическими альтернативами. Поскольку спрос на возобновляемые источники энергии растет, интеграция хитозана в процессы сбора микроводорослей будет играть важную роль в реализации полного потенциала этого перспективного источника биотоплива.

Список литературы

1. Alam A., Vandamme D., Chun W., Zhao X., Foubert I., Wang Z., Muylaert K., Yuan Z. Bioflocculation as an Innovative Harvesting Strategy for Microalgae. Rev. Environ. Sci. Biotechnol., 2016, 15, 573–583.

2. Bekale L., Agudelo D., Tajmir-Riahi H.A. Effect of Polymer Molecular Weight on Chitosan-Protein Interaction. Colloids Surfaces B Biointerfaces, 2015, 125, 309–317.

3. Fasaei F., Bitter J.H., Slegers P.M., van Boxtel A.J.B. Techno-Economic Evaluation of Microalgae Harvesting and Dewatering Systems. Algal Res., 2018, 31, 347–362.

4. Li S., Hu T., Xu Y., Wang J., Chu R., Yin Z., Mo F., Zhu L. A Review on Flocculation as an Efficient Method to Harvest Energy Microalgae: Mechanisms, Performances, Influencing Factors and Perspectives. Renew. Sustain. Energy Rev., 2020, 131, 110005.

5. Loke Show P. Global Market and Economic Analysis of Microalgae Technology: Status and Perspectives. Bioresour. Technol., 2022, 357.

6. Matter I.A., Hoang Bui V.K., Jung M., Seo J.Y., Kim Y.E., Lee Y.C., Oh Y.K. Flocculation Harvesting Techniques for Microalgae: A Review. Appl. Sci., 2019, 9, 3069.

7. Rawat I., Ranjith Kumar R., Mutanda T., Bux F. Dual Role of Microalgae: Phycoremediation of Domestic Wastewater and Biomass Production for Sustainable Biofuels Production. Appl. Energy, 2011, 88, 3411–3424.

8. Sukhinov D.V., Gorin K.V., Romanov A.O., Gotovtsev P.M., Sergeeva Y.E. Increased C-Phycocyanin Extract Purity by Flocculation of Arthrospira Platensis with Chitosan. Algal Res., 2021, 58, 102393.

Секция 4
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ГУМАНИТАРНОГО ЗНАНИЯ

Лимонова Н. Д.
студент
Научный руководитель: ***Чирич И.В.***
к.фил.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

КУЛЬТУРНЫЙ СЛЕД: МИФЫ И ТРАДИЦИИ В СОВРЕМЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЕ

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема репрезентации культуры России − фольклора, мифов и традиций − в современном медиапространстве, особое внимание уделяется литературе. Рассматривается феномен сетевой литературы с её характерными чертами и разнообразием жанров. В контексте этого явления анализируется влияние медиа на восприятие и осведомленность пользователей сети о культурном наследии нашей страны. Подчеркивается необходимость более активного представления богатства культуры России в современных литературных формах, что позволит широкой аудитории лучше понять и оценить многообразие традиций и мифов, присущих нашей многонациональной стране.

Ключевые слова: сетевая литература, культурная идентичность, фольклор, репрезентация культуры.

Limonova N.D.
Student
Scientific Advisor: ***Chirich I.V.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia

CULTURAL CODE: MYTHS AND TRADITIONS IN MODERN LITERATURE

Abstract. This article examines the problem of representing Russian culture − folklore, myths, and traditions − in the modern media space, with special attention paid to literature. The phenomenon of online literature with its characteristic features and variety of genres is considered. In the context of this phenomenon, the influence of media on the perception and awareness of Internet users about the cultural heritage of our country is analyzed. The need for a more active representation of the wealth of Russian culture in modern literary forms is emphasized, which will allow a wider audience to better understand and appreciate the diversity of traditions and myths inherent in our multinational country.

Keywords: online literature, cultural identity, folklore, cultural representation.

В современном мире в условиях массовой глобализации и цифровизации культурное наследие России сталкивается со множеством вызовов и трудностей. В связи с этим хочется рассмотреть проблему отсутствия как таковой репрезентации культуры − фольклора, мифов и традиций − в современном медиа-пространстве.

Ни для кого не секрет, что медиа является мощнейшим ресурсом для формирования определенного взгляда, мнения и отношения пользователей сети к тем или иным явлениям, информации или событиям. Обратимся к исследованию социальных сетей и медиа в Российской Федерации, проведенного Гоник Г. Г., Кашиной М. И., Еськовой Т. В [1]. В ходе изучения открытой и доступной статистики они приходят к выводу, что медиа не просто обладают огромными мощностями массива данных, но и отражают все аспекты жизни современного общества: от социальной и политической сферы до духовной. Что еще раз подтверждает тот факт, что влияние медиа на людей и их мировоззрение огромно. Ведь 89% всего населения Российской Федерации обращается к различными интернет-платформам ежедневно. Анализ возрастной структуры и жанровых предпочтений показывает, что в основном молодежь предпочитает развлекательный контент.

Особый интерес представляет собой сетевая литература и механизм ее использования для повышения интереса и общей осведомленности в теме изучения культуры и истории среди молодежи, а также передачи нравственных ценностей и созданию связи между поколениями. Всё же важно не столько сохранить культурное наследие, сколько внедрить его в повседневную жизнь, популяризировать изучение истории, традиций и фольклора среди молодежи, сформировать культурные и нравственные ориентиры через обращение к опыту поколений.

Сетевая литература (сетература) − условный термин, выделяющий совокупность художественных произведений, средой бытования которых является Интернет.

На данный момент из-за стремительного развития интернета, его правил и сленга данный феномен не очень изучен. По моему мнению, на данный момент информация из ранее проведенных исследований по этой теме не является актуальной. Вопреки данному выше определению сетевая литература уже не является плодом исключительно интернета. Многие издательства заключают контракты с интернет-авторами и их произведения печатаются в бумажном виде. Например, «Ведомости» отмечают, что по данным Российской книжной палаты рейтинг самых издаваемых в России авторов художественной литературы по итогам января-сентября 2023 года возглавила писательница Анна Джейн (Анна Потапкина). Совокупный тираж ее книг за этот период составил 745,5 тыс. экземпляров [2]. В 2024 году Анна Джейн (Анна Потапкина) также стала самым издаваемым автором в России, обойдя признанных классиков: Ф.М. Достоевского, А.С. Пушкина и М.А. Булгакова [3].

Также существует предвзятое отношение к произведениям интернет-авторов. Иногда незнакомые с сетевой литературой люди считают, что все работы, выложенные в интернете, это низкопробное графоманство. А потом очень удивляются, когда узнают, что большинство книг, стоящих на полках магазинов, как раз выходцы с интернет-ресурсов, таких как Author.Today, Wattpad, Литнет, Литгород и т.д. У издательства АСТ даже есть книжные серии «Хиты Wattpad» и «#Online-бестселлер», посвященные только сетевой литературе, однако ими издание интернет-авторов не ограничивается.

Выделим характерные черты сетевой литературы:

1. Авторская свобода от цензурных, редакторских и иных ограничений.
2. Появление новых, экспериментальных форм и жанров.
3. Развитие массового сегмента художественной литературы.
4. Увеличение разнородности литературной среды за счёт смешения произведений низкого и высокого художественного качества.
5. Скорость публикации и доведения текста до аудитории.
6. Наличие моментальной обратной связи от читателя.

Таким образом, сетевая литература является большой частью современной литературы. Она дает автору свободу выбора темы, никак не привязывая тематику и концепцию текста к конкретной серии от редакции, свободу от ограничений и цензуры. Позволяет появиться многим экспериментальным жанрам, да и в целом сделать литературу более массовым явлением.

Я думаю, что сетевая литература отражает суть нашего мира и времени. Ведь любой автор может напрямую взаимодействовать с аудиторией, нести в мир свои взгляды и идеи. Если до этого авторам требовалось пройти огромный путь к изданию, сейчас достаточно лишь зарегистрироваться на сайте и опубликовать свою работу.

Несомненно, когда литература приобретает массовый характер, то многие работы могут быть не очень хорошего качества. Но стоит ли зацикливаться только на отрицательных вещах?

Эта массовость, свобода и заинтересованная аудитория дают много шансов для трансляции важных идей. И таким образом сетевая литература является сильным инструментом для сохранения и популяризации культурной идентичности России.

Исследуем успешный опыт репрезентации культуры Китая от китайских интернет-авторов. Сетевая литература, названная там веб-новеллами, очень распространена и популярна не только на территории КНР, но и по всему миру. Многие работы издаются в том числе и в России: Тэнло Вэйчжи «Светлый пепел луны»; Цзюлу Фэйсян «Легенда о Чжао Яо», «Синий шепот», «Защити сердце» и др.; Тан Ци серия книг «Три жизни, три мира» и многие другие. Издательства выкупают лицензии на многие веб-новеллы и даже русскоязычные авторы пишут книги в сеттинге Древнего Китая.

Сетевая литература популярна и на территории самой Поднебесной. Дворцова А.Н. отмечает: «Так, на сегодняшний день в Китае существует бо-

лее 500 официально зарегистрированных интернет-платформ для писателей, аудиторию которых составляют примерно 48% от общего числа интернет-пользователей в стране. Для сетевого творчества характерно, что авторы публикуют произведения под псевдонимами (нередко под одним псевдонимом работает целая творческая группа), а сами тексты создаются в сотворчестве с читателями, высказывающими пожелания по ходу публикации фрагментов работы. Сетевая литература сейчас не противопоставляется профессиональному литературному творчеству (в Китае есть профессиональные литераторы, совмещающие свою деятельность с сетературным творчеством), однако, несомненно, обладает чертами литературы коммерческой. Так, многие сетевые проекты приносят авторам деньги как в ходе их написания (доступ к текстам на любой платформе для читателей платный), так и после окончания работы над текстом: сетевые романы активно печатаются, экранизируются, сопровождаются большим количеством фанатской атрибутики, которая также приносит доход авторам идеи» [4].

Примечательна тут не только популярность сетевой литературы, но и её направленность, жанровая особенность. Очень много произведений (в том числе и вышеперечисленные) показывают читателям особенности уникальной культуры и истории Китая. В текстах повсеместно можно встретить отсылки, обращения, а иногда и цитирования из 4 классических романов китайской литературы («Троецарствие», «Речные заводи», «Путешествие на Запад», «Сон в красном тереме»), стратагем или философских трактатов. В повествование очень умело вплетен быт, традиции и верования разных народностей, исторически проживающих на территории КНР.

Через чтение развлекательной литературы аудитория увлекается исторической и культурной составляющей страны. Люди начинают больше интересоваться мифами, традициями и менталитетом Китая. Таким образом, сетевая литература является сильным инструментом репрезентации культуры не только среди молодежи своей страны, но и по всему миру.

Наша страна обладает богатейшей историей и культурой, у каждого народа, населяющего территорию Российской Федерации, есть свои уникальные верования, традиции и даже сам быт. Черенкова О.А. в своем исследовании пишет следующее: «Мы лишены возможности перечислить своеобразие всех национальных культур, в том числе и имена народов, населяющих нашу страну: осетин, алтайцев, башкир, ногайцев, чувашей, якутов, марийцев, ненцев, адыгов, лезгин, коряков, эскимосов, коми и многих других. Каждая из этих культур обладает уникальными традициями, языками, фольклором и образом жизни, что создает этническое разнообразие и формирует культурное пространство нашей многонациональной страны. Мозаичное изобилие народов России формирует её этнос, который отличается сложностью и разнообразием. Каждый из перечисленных народов представляет собой не только группу людей, но и целую цивилизацию с богатой историей, уникальными обрядовыми практиками и художественными традициями» [5].

То есть существует огромный пласт информации, который современные авторы могут использовать в своих работах и таким образом рассказывать об этом большой аудитории.

Хорошим ориентиром в этом направлении можно считать книжные серии, сосредоточенные на тематике переосмысления мифов и сказок. Например, «МИФ. Солнечными тропами» или «Young Adult. Книжный бунт. Новые сказки». Ознакомившись с книгами из вышеупомянутых серий можно прочувствовать атмосферу севера, окунуться в самобытную культуру Сибири и шаманизма (Марина Сычева «Солнце в силках»), узнать больше о народном эпосе адыгов и насладиться литературными описаниями красот Кавказа (Алиса Аве «Демон спускается с гор»), переосмыслить алтайское предание о принцессе Ак-Кадын(Анастасия Перкова «Стерегущие золото грифы»), погрузиться в традиции, легенды и быт чувашей (Анна Бауэр «Слово Вирявы»), или прочитать новые истории знакомых с детства сказочных персонажах в фэнтези со славянской тематикой (книги Ульяны Черкасовой, Яна Лехчина «Лихо. Медь и мёд», Анастасия Адрианова «Песня чудовищ», «Пути волхвов» и многие другие).

В заключение хотелось бы подчеркнуть необходимость разработки новых подходов в современной литературе, направленных на передачу уникальности и глубины культурной идентичности нашей многонациональной страны. Это не только поможет сохранить традиции, но и адаптировать их к современным реалиям, вовлекая молодежь в их изучение.

Список литературы

1. Гоник Г. Г., Кашина М. И., Еськова Т. В. Статистический анализ социальных сетей и медиа в Российской Федерации // Вестник Академии знаний. 2024. №. 1 (60). С. 98-101.
2. Игнатьев Д. Самым издаваемым в России впервые стал автор цифровых книг. Ведомости. URL: https://www.vedomosti.ru/media/articles/2023/10/31/1003519-avtor-tsifrovih-knig?from=newsline (дата обращения: 27.03.2025).
3. Стогова Е. Книжная палата раскрыла самых издаваемых авторов 2024 года. РБК: URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/12/02/2025/67ac9a8a9a794759d0560d05 (дата обращения: 27.03.2025).
4. Дворцова А. Н. Китайская литература как часть мирового литературного процесса: подходы к периодизации и характерные черты // Вестник Луганского государственного педагогического университета. 2024. Т. 3(119). С. 82 – 87.
5. Черенкова О. А. Традиции и современность: роль культурного наследия России и славянских стран в эпоху глобализации // Сборник материалов Международной научной конференции молодых исследователей «Социально-гуманитарные проблемы образования и профессиональной самореализации «Социальный инженер-2024»«. М., 2025. С. 358 – 364.

Ахмадов Д.Х.
студент
Ташкентский государственный университет узбекского языка и литературы им. Алишера Навои
Узбекистан, Ташкент

ОБ УЗБЕКСКИХ ПЕРЕВОДАХ ПРОИЗВЕДЕНИЯ ЧИНГИЗА АЙТМАТОВА

Аннотация. Чингиз Айтматов – один из крупнейших представителей мировой литературы XX века, почти все его произведения (некоторые даже по нескольку раз) переведены на узбекский язык. В данной статье исследуется история переводов произведений писателя на узбекский язык. Анализируются мелкие детали в узбекских названиях произведений автора, упущенные из внимания переводчиков, а в некоторых случаях даются соответствующие указания.

Ключевые слова: переводчик, перевод, колорит, двуязычие, повторный перевод.

Axmadov D.X.
Student
Alisher Navo'i Tashkent State University of the Uzbek Language and Literature
Uzbekistan, Tashkent

ABOUT UZBEK TRANSLATIONS OF CHINGIZ AITMATOV'S WORKS

Abstract. Chingiz Aitmatov is one of the greatest representatives of world literature of the 20th century, and almost all of his works (some even multiple times) have been translated into Uzbek. This article explores the history of translating the writer's works into Uzbek. It analyzes small details in the Uzbek titles of the author's works that were overlooked by translators, and in some cases, provides appropriate recommendations.

Keywords: translator, translation, color, bilingualism, retranslation.

Произведения Чингиза Айтматова, крупного представителя мировой литературы, переводятся на узбекский язык с шестидесятых годов прошлого века. Уже в 1964 году его книга, состоящая из нескольких повестей, была переведена на узбекский язык Асилом Рашидовым и опубликована. «Сарвқомат дилбарим» («Тополёк мой в красной косынке»), стала важным шагом в знакомстве узбекского читателя с творчеством Чингиза Айтматова. На сегодняшний день практически все прозаические, публицистические, литературно-критические и драматические произведения писателя переведены на узбекский язык. Некоторые из них были переведены повторно по таким причинам, как то, что переводчики начинали работу, не зная о существовании других переводов, или из-за неудовлетворенности имеющимися переводами.

В регионе Центральной Азии страной, где произведения Чингиза Айтматова издавались наиболее часто, несомненно, является Узбекистан, потому что большое население и относительно хорошие полиграфические возможности того времени позволяли публиковать произведения писателя большими тиражами и на разных языках мира. В частности, ташкентские издательства «Радуга», а позднее «Прогресс» были одними из лидеров в публикации и распространении за рубежом переводов повестей и романов этого писателя на арабский, хинди, урду, английский, французский, японский и другие языки. Сегодня Чингиз Айтматов считается одним из самых публикуемых авторов в истории узбекского книгоиздания.

Драматические произведения Ч. Айтматова также хорошо знакомы узбекским читателям и зрителям. Большой вклад в широкое распространение и глубокое изучение творчества писателя в Узбекистане внесли такие мастера перевода, как А. Рашидов, И. Гафуров, С. Кораев, М. Махмудов, А. Отаметов, Я. Ходжамбердиев, Н. Бокий, а также известные ученые, такие как Г. Салямов, А. Саидов, С. Умиров, П. Мухаммаджонова. Среди исследователей, всесторонне изучающих феномен Айтматова, – М. Махмудов, З. Исамиддинов, Ю. Салиджанов, А. Мелибоев, И. Ганиев, А. Алимбеков, В. Файзуллох, С. Мели и другие. Каждый год в нашей стране издается множество исследовательских книг о творчестве писателя.

Написанное Чингизом Айтматовым об узбекском народе и Узбекистане, об узбекской литературе, в частности его дружеские отношения с Миртемиром, А. Якубовым, П. Кадыровым, Т. Каипбергеновым, Т. Адашбоевым, а также его плодотворное влияние на узбекскую литературу – все эти темы требуют отдельных исследований.

В 2023 году в связи с 95-летием со дня рождения великого писателя на узбекском языке было издано его 10-томное собрание «Избранных произведений». Этот грандиозный сборник был подготовлен к изданию заслуженным работником культуры Узбекистана З. Исамиддиновым под ответственной редакцией А. Мелибоева.

Кыргызский писатель творил в основном на русском языке, в первую очередь из-за среды, в которой он вырос – духа нового времени в семье, а также из-за требований эпохи все большей интернационализации. Однако такие повести, как «Джамиля» (1958), «Тополек мой в красной косынке» (1961), «Первый учитель» (1962), «Верблюжий глаз» (1962), «Млечный путь» (1963), были написаны на кыргызском языке (до 1965 года). «Прощай, Гульсары!» и последующие произведения были созданы на русском языке. Свои предыдущие произведения он в основном сам перевел на русский язык («Млечный путь», «Тополек мой в красной косынке», «Материнское поле»), а также в сотрудничестве с А. Дмитриевой («Первый учитель», «Верблюжий глаз»). Следовательно, что узбекские переводчики переводили произведения писателя с кыргызского и русского языков.

Прежде всего, мы сталкиваемся с вопросом, под какими названиями произведения Айтматова вошли в узбекский язык. Знаменитая повесть, прославившая молодого писателя, «Джамиля» была легко переведена на узбекский язык как «Жамила». Это верно, но если мы посмотрим на кыргызскую версию этого произведения, мы увидим название «Обон» (песня, мелодия). Действительно, Джамиля была очарована песней Данияра, которую он пел от всего сердца на пустынных дорогах посреди степи. В этих эпизодах душа Данияра отражалась в самых тонких чувствах. Именно этот «обон» становится поворотным моментом в жизни Жамилы – она оставляет мужа, который насильно увез ее и считал смысл жизни только в удовольствиях, и уезжает с Данияром в неизвестные края. Мы видим, что «Обон» – центральное слово повести, и вместо того, чтобы просто называть ее «Жамила», представление ее под истинным оригинальным названием – на кыргызском – имеет большое значение для понимания главной идеи повести.

Повесть писателя «Тополёк мой в красной косынке» первоначально была переведена как «Қизил дуррачали сарвқоматим». Однако этот дословный перевод оказался не очень удачным, к тому же не имело значения, красный или зелёный платок у девушки. Именно поэтому произведение позже получило у нас более подходящее название «Сарвқомат дилбарим».

Некоторые произведения Ч. Айтматова имеют два названия. Это связано с тем, что писатель позже давал им другие названия:

«Млечный путь» – «Материнское поле»;

«Смерть иноходца» – «Прощай, Гульсары!»;

«Белый пароход» – «После сказки»;

«И дольше века длится день» – «Буранный полустанок».

Это свидетельствует о том, что Ч. Айтматов много размышлял над заголовком каждого произведения и продолжал работать даже после публикации. Потому что заголовок служит для отражения идеи, основного содержания и духа творческого произведения. Следовательно, при переводе произведений Айтматова на другие языки особое внимание следует уделять заголовкам. Более того, у писателя есть книги, опубликованные на русском языке под одним названием, а на кыргызском – под другим: «Плаха» – «Кыямат» и т.д.

В этих случаях узбекские переводчики, после публикации кыргызского варианта произведения, вынуждены обновлять ранее опубликованное название – отказываться от дословного перевода и переходить к творческому варианту, выбранному автором. Например, «Плаха» сначала называлась «Кунда», а затем «Қиёмат».

Однако повесть «Пегий пёс, бегущий краем моря» на узбекском языке, по нашему мнению, несколько неудачно переведена как «Соҳил ёқалаб чопаётган олапар». Дело в том, что произведение о море. В оригинале это особо подчеркивается (краем моря). Слово «соҳил» (берег) также может использоваться для обозначения берегов рек и ручьёв, озёр и каналов. В то

время как «пегий пёс» Ч. Айтматова «бежит» вдоль моря, «пегий пёс» узбекского переводчика «бежит» вдоль берега.

Порой некоторые произведения Ч. Айтматова переводятся противоположно оригиналу. Например, «Иксрод» на узбекском языке просто передается как «Икс-зурриёд». В русском языке «иксрод» используется для обозначения человека, чьи предки неизвестны, так как «род» – это предок. А используемое узбекским переводчиком слово «зурриёд» означает не предков, а потомков, то есть человека с неизвестными детьми.

Дело не в одном или двух недостатках. Каждый перевод имеет свои погрешности. Однако при переводе произведений Ч. Айтматова и других великих представителей мировой литературы необходимо учитывать, что каждое слово может нести большую смысловую нагрузку, иметь как внешнее, так и внутреннее значение. Роман «И дольше века длится день» был переведен на узбекский язык сначала как «Асрга татигулик кун», а затем как «Асрни қаритган кун» (последнее название взято из кыргызского варианта «Кылымды кариткан кун»). По сути, ни одно из этих названий не является ошибочным. Но ни то, ни другое... не совсем верно! Дело в том, что название «И дольше века длится день» происходит из следующего четверостишия стихотворения «Единственные дни» русского поэта Б. Пастернака:

И полусонным стрелкам лень
Ворочаться на циферблате,
И дольше века длится день,
И не кончается объятье.

Итак, чтобы правильно передать название романа «И дольше века длится день», необходимо перевести это стихотворение Пастернака на узбекский язык и учесть, как эта третья строка звучит в контексте четверостишия. На самом деле, речь идет не о дне, который длится дольше века, а о дне, который может казаться очень долгим, растянувшимся.

К сожалению, у нас не принято переводить одно и то же произведение несколько раз. Даже если перевести, опубликовать его сложно.

Однако каждый новый перевод – это иное восприятие и новая интерпретация произведения. Благодаря этому мы каждый раз глубже проникаем в художественный мир великих писателей, полнее постигаем художественный замысел автора, и, конечно же, недостатки, допущенные в предыдущих переводах, устраняются таким образом. Более глубокое понимание произведений гениальных творцов, таких как Ч. Айтматов, способствует дальнейшему развитию нашего сознания и повышению литературно-эстетического уровня.

Список литературы

1. Айтматов Ч. Собрание сочинений в трёх томах. Т. 3. М.: Молодая гвардия, 1984. 578 с.

2. Aytmatov Ch. Asarlar. O‘n jildlik. I jild / nashrga tayyorlovchi: Z. Isomiddinov. Toshkent: O‘zbekiston, 2023. 368 b.

3. Айтматов Ч. Жамила: қиссалар. Тошкент: Янги аср авлоди, 2015. 322 б.
4. Айтматов Ч. Сарвқомат дилбарим: қисса. Тошкент: Илм-Зиё-Заковат, 2022. 144 б.
5. Исомиддинов З. Таржима – ижодий иш // Чингиз Айтматов ва Ўзбекистон. Тошкент: Ғафур Ғулом номидаги НМИУ, 2019. Б. 145–150.

Абрамова М.С.
студент
Научный руководитель: ***Штукарева Е.Б.***
к.фил.н., доцент
Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Россия, Москва

АНГЛОЯЗЫЧНЫЕ ПРОФЕССИОНАЛИЗМЫ В РЕЧИ СТУДЕНТОВ И ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ НИТУ МИСИС

Аннотация. В рамках статьи анализируются англоязычные заимствования, активно используемые в процессе обучения будущих переводчиков. Формулируется лексическое значение лексических единиц, еще не представленных в лексикографических изданиях, определяются их системные морфологические характеристики (частеречная принадлежность, реализация категорий рода, числа и падежа).

Ключевые слова: новейшая иноязычная лексика; англоязычные профессионализмы; морфологическая адаптация; заимствования; речь переводчиков.

Abramova M.S.
Student
Scientific Advisor: ***Shtukareva E.B.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
National University of Science and Technology «MISIS»
Russia, Moscow

ENGLISH-LANGUAGE PROFFESIONAL VOCABULARY IN THE SPEECH OF STUDENTS AND TEACHERS OF NUST MISIS

Abstract. The article analyzes English-language borrowings that are actively used in the learning process of future translators. The lexical meaning of lexical units that have not yet been presented in lexicographic publications is formulated, and their systemic morphological characteristics (partial affiliation, implementation of gender, number, and case categories) are determined.

Keywords: the latest foreign language vocabulary; English-language professional vocabulary; morphological adaptation; borrowings; speech of translators.

В условиях глобализации и интенсивного межкультурного обмена русский язык претерпевает постоянное расширение и обогащение своего лексического состава за счет заимствований из других языков. Заимствование

– процесс и результат перехода из одного языка в другой слов, грамматических конструкций, морфем, фонем; самый распространенный вид языковых контактов [3, с.107]. Л. П. Крысин отмечает, что заимствование обусловлено целым комплексом причин, в котором переплетены языковые, психологические, социальные, логические факторы [4, с. 26–33]. Некоторые основания для заимствований, которые выделяет ученый:

1) потребность в новых языковых формах для обозначения новых реалий (например, *га́джет* (от англ. *gadget*));

2) потребность в расчленении понятий англ. *имидж* и русск. *образ*. В русском языке *имидж* стало использоваться для обозначения целенаправленно создаваемого, искусственного образа;

3) потребность в разнообразии средств выражения и в их полноте (*креати́вный* (от англ. *creative*) используется наряду с русским словом *творческий*, при этом первое часто используется для обозначения чего-то нового, нестандартного, инновационного);

4) потребность в краткости и точности (*ли́зинг* (от англ. *leasing*) вместо *долгосрочная аренда с правом выкупа*).

Чтобы заимствованное слово стало полноправным элементом языка-реципиента, оно должно пройти процесс грамматического освоения – подчинениея чужого слова правилам грамматики заимствующего языка, что является определяющим фактором ее дальнейшего функционирования в речи. Если говорить о существительных, то реализация категории рода, числа, приобретение способности к склонению – это ключевые аспекты их грамматической адаптации.

Речь студентов, изучающих иностранные языки, отличает большое количество заимствований не только как следствие современной всеохватывающей моды на англицизмы, но и в силу того, что процесс обучения предполагает обращение к специализированной лексике, которая часто представляет собою иноязычные слова. Овладение профессиональным словарным запасом является неотъемлемой частью подготовки будущих переводчиков. В связи с этим выявление в речи студентов-лингвистов и их преподавателей иноязычных профессионализмов представляет научный интерес, поскольку поможет создать словарь профессионального жаргона переводчиков, изучить особенности их употребления и освоения.

Материалом для анализа послужила устная и письменная (в ходе переписки в онлайн-чатах) речь студентов первого и второго курсов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет „МИСИС“«, обучающихся по направлению «45.03.02. Лингвистика», профиль «Перевод и переводоведение», а также объяснительная речь преподавателей английского языка.

Было выявлено 8 заимствованных лексических единиц, имеющих отношение к деятельности переводчика, которые оформлены в русском языке

как имена существительные (представлены в таблице); 3 из них (*поинт/пойнт, брифинг, сторителлинг*) уже зафиксированы в российской лексикографической практике; сведения о 5 (*вокаб, сэмпл, врайтинг, интродакшн, спикинг*) в толковых словарях и словарях иностранных слов отсутствуют (в «Современном словаре иностранных слов» Л. П. Крысина [5]; «Словаре англицизмов русского языка» А. И. Дьякова [1]; «Словаре лингвистических терминов» Т. В. Жеребило [3]; «Словаре иностранных слов современного русского языка» Т. В. Егоровой [2]). Полагаем, это обстоятельство связано с тем, что данные лексемы отличаются разговорным характером и активно используются в профессиональном жаргоне переводчиков.

Таблица

Примеры употребления профессионализмов в речи студентов и преподавателей НИТУ МИСИС

Слово в языке-реципиенте	Англ. яз.	Толкование в русскоязычных словарях	Лексическое значение в речи студентов и преподавателей	Примеры употребления	
				Реализация категории рода	Реализация категории падежа и числа
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Вокаб	Vocabulary	-	словарный запас; знание лексики по определенной теме	*Мой вокаб оставляет желать лучшего.*	*Она блестяще владеет вокабом в области юриспруденции.* *На следующей неделе будет проверка ваших вокабов.*
Сэмпл	Sample	-	часть большей совокупности, выбранная для статистического анализа или обобщения (выборка)	*Каждый сэмпл был тщательно обработан.*	*Мы говорим о важности правильного отбора сэмпла.* *Для проведения исследования вам необходимо выбрать несколько сэмплов.*
Поинт/ пойнт	Point	*комп. сленг.* единица мощности определенного игрового персонажа [1]	отдельный пункт, аргумент, аспект	*Этот поинт особенно важен для понимания контекста.*	*Я хотела бы поговорить подробнее об этом поинте.* *Важно учитывать все поинты, содержащиеся в тексте.*
Брифинг	Briefing	встреча в официальных лиц с представителями СМИ, на которой излагается официальная позиция по какой-либо проблеме [2]	краткая инструкция с разъяснением задач, условий выполнения какого-л. задания, проекта; краткое собрание	*Перед экзаменом был организован короткий брифинг о критериях к выполнению задания.*	*Благодаря чёткому брифингу удалось избежать многих ошибок.* *На этой неделе состоялась серия брифингов по различным аспектам новой стратегии.*

Продолжение табл.

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Интродакшн	Introduction	-	введение, вступительная часть, предисловие; знакомство, представление	*Это был отличный интродакшн к теме.*	*Было уделено недостаточно внимания интродакшну. Яркие интродакшны оказывают значительное влияние на восприятие информации.*
Спикинг	Speaking	-	навык устной речи, говорение, способность говорить на иностранном языке	*Я улучшил свой спикинг благодаря практике с носителями языка.*	*Подготовка к спикингу требует времени и усилий.*
Врайтинг	Writing	-	процесс письма, создания текстов, а также сами тексты как результат этого процесса.	*Моей сильной стороной всегда был креативный врайтинг. (процесс) Балл за работу зависел от качества врайтинга, представленного в письменной части. (результат)*	*На последних занятиях особое внимание уделили развитию навыков врайтинга.*
Сторителлинг	Storytelling	*биз.* В менеджменте – метод обучения персонала посредством рассказа о прошлых событиях компании [1]	процесс создания и передачи историй, а также совокупность техник и приемов, используемых при этом	*Они используют сторителлинг в своей работе.*	*Знание основ сторителлинга необходимо для успешной защиты проекта.*

По нашим наблюдениям, уже давно известные в русском языке термины в речи студентов и преподавателей НИТУ МИСИС употребляются в значениях, несколько отличных от лексикографических толкований. Так, слово *брифинг* может употребляться не только как известное обозначение краткой деловой встречи, но и как наименование разъяснения перед выполнением какого-либо задания, а слово *поинт/пойнт* – в значении ‘отдельная сторона какого-либо явления, аспект’. Лексема *сторителлинг* употребляется в соответствии с широко распространенным значением этого слова в современной журналистике, медикоммуникации, рекламе как «технология увлекательной эмоциональной передачи рациональной информации с определенной целью» [6, с. 14], «рассказывание историй» [7, с. 141].

Все выявленные нами заимствования в русском языке функционируют как имена существительные мужского рода, что определяется характером основы, заканчивающейся на согласный, и нулевым окончанием, в соответ-

ствии с законами русской грамматики. Слова с конкретным значением (*вокаб, сэмпл, пойнт, брифинг*) приобретают способность склоняться по второму типу склонения и обладают формами множественного числа. Слова, обозначающие действие или его результат (*спикинг, врайтинг, сторителлинг*), склоняются, но не имеют форм множественного числа.

В заключение заметим, что профессиональная коммуникация в сфере перевода характеризуется использованием специфических англоязычных профессионализмов, которые позволяют специалистам в сжатой и точной форме выражать сложные понятия и нюансы переводческой деятельности, при этом их значение может отличаться от общеупотребительного, становиться более узким и конкретным. Англицизмы демонстрируют активное освоение, приобретают грамматические категории рода и числа, вступают в синтаксические связи, что свидетельствует об их адаптации. Этот процесс адаптации отражает грамматические принципы, изначально заложенные в языке-реципиенте.

Список литературы

1. Дьяков А. И. Словарь англицизмов русского языка. М.: ФЛИНТА, 2021. 1383 с.
2. Егорова Т. В. Словарь иностранных слов современного русского языка. М.: Аделант, 2014. 800 с.
3. Жеребило Т. В. Словарь лингвистических терминов. Назрань: Пилигрим, 2010. 486 с.
4. Крысин Л. П. Русское слово, свое и чужое: Исследования по современному русскому языку и социолингвистике. М.: Языки славянской культуры, 2004. 899 с.
5. Крысин. Л. П. Современный словарь иностранных слов. М.: АСТ-Пресс, 2012. 410 с.
6. Назайкин А. Н. Сторителлинг в современной коммуникации // PR и реклама в изменяющемся мире: региональный аспект. 2022. № 26–27. С. 8–15
7. Штукарева Е.Б. Копирайтинг: дефиниция понятия // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2020. Т. 13. № 11. С. 139-142.

Сюткина И.А.
студент
Научный руководитель: ***Исаева Н.В.***
к.фил.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

SMALL TALK КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Аннотация. В статье проводится анализ техники Small Talk как инструмента эффективной коммуникации в сфере делового общения. Исследование направлено на изучение сущности данной техники, ее роли в деловых коммуникациях, а также выявление причин, по которым Small Talk активно используется в профессиональной коммуникации.

Ключевые слова: Small Talk; светская беседа; деловые коммуникации; практическое применение в учебном процессе.

Syutkina I.A.
Student
Scientific Advisor: ***Isaeva N.V.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Moscow, Russia

SMALL TALK AS A TOOL OF EFFECTIVE COMMUNICATION

Abstract. The scientific article analyzes the Small Talk technique as a tool of effective communication in the field of business communication. The study is aimed at studying the essence of this technique, its role in business communications, as well as identifying the reasons why Small Talk is actively used in professional communication.

Keywords: Small Talk; business communications; practical application in the educational process.

В настоящее время интерес к деловым коммуникациям растет. Как сделать общение более продуктивным и эффективным, установить прочные деловые связи? Эти вопросы за последние годы все чаще привлекают внимание ученых, а обучение навыкам эффективной коммуникации становится важным как в образовательной, так и в профессиональной областях.

Особое место в развитии Soft Skills (с англ. – мягкие или гибкие навыки**)** занимает навык ведения так называемой **с**ветской беседы в процессе делового общения. Small Talk (от англ. Small talk – небольшая беседа, непринужденный разговор) – неформальный вид коммуникации, который используется для установления дружеского контакта между людьми, поддержания атмосферы сотрудничества и создания комфортной обстановки, является важным элементом «фатического общения в контактоустанавливающих единицах любого дискурса» [3, с. 32].

Актуальность предпринятого исследования заключается в определении роли Small Talk в различных культурных и профессиональных дискурсах. А его изучение в рамках дисциплин, связанных с деловыми коммуникациями, может способствовать улучшению коммуникативных навыков студентов, поможет им избежать возможных ошибок как в деловом, так и повседневном общении.

Истоки возникновения искусства «легкой беседы» уходят в традиции вежливости и светского этикета, которые культивировались в европейских аристократических кругах XVII–XVIII вв. С развитием городов и увеличением социальных контактов Small Talk стал важным инструментом для установления связей в быстро меняющемся мире. В XX веке, в период глобализации и масштабного межкультурного взаимодействия, непринужденный светский разговор приобрел новое значение, став способом преодоления культурных барьеров, установления доверия между представителями разных стран и культур. И сегодня Small Talk является неотъемлемой

частью общения, играя важную роль в формировании первого впечатления и налаживании дружеских и профессиональных связей.

Small Talk выполняет несколько важных функций в коммуникации, которые можно разделить на психологические и социальные. Небольшой разговор перед началом рабочего дня, совещания, деловых переговоров способствует снятию уровня психологической напряженности, помогает установлению эмоциональной связи между собеседниками. По мнению А.С. Белоус, Small Talk можно рассматривать как вводную часть, предваряющую разговор по существу, которая выполняет функцию создания благоприятного климата общения [1, с. 287].

Small Talk также является частью речевого этикета, направленного на демонстрацию уважения к собеседнику и его интересам, установлению профессиональных связей и полезных деловых контактов, так называемого нетворкинга (от англ. от networking – букв. плетение сети: net – сеть + work – работать).

Несмотря на кажущуюся простоту, Small Talk требует тщательного подхода к выбору обсуждаемых тем. Выбор темы для непринужденного разговора порой требует настоящего мастерства, внимания к деталям и понимания контекста. Рассмотрим основные критерии отбора тем для Small Talk, которые помогут сделать беседу приятной и продуктивной.

Основным критерием отбора тем для непринужденной беседы выступает нейтральность. Тема должна быть безопасной, не вызывать споров или разногласий. Как отмечает исследователь деловой коммуникации Дебора Таннен, Small Talk выполняет функцию «социального смазочного материала», который помогает избежать трения в общении [5]. Традиционно к нейтральным темам относят погоду, культурные события, хобби, путешествия и т.п.

В непринужденной беседе немаловажно выражать искренний интерес к обсуждаемой теме и своему собеседнику. Например, ваш визави увлекается спортом, и вы, в свою очередь, можете обсудить с ним последние новости этой тематики: недавний матч, предстоящие соревнования. Или ваш партнер – заядлый киноман, почему бы не поговорить с ним о новых кинокартинах, вышедших в прокат, или его любимых фильмах. Самое главное – уметь грамотно использовать слова собеседника, тогда разговор будет протекать непринужденно и легко.

Важный аспект Small Talk заключается в том, что тема для беседы должна быть актуальной, затрагивающей текущие события, в которых находится ваш собеседник. Например, можно завести разговор о новостях города: недавно прошедшие мероприятия, изменения в транспортной инфраструктуре или открытие новых гастрономических заведений. Если вы из мира бизнеса, то можно обсудить со своим собеседником последние достижения в вашей профессиональной деятельности. Актуальность выбранной темы для разговора может показать, что вы в курсе последних событий и готовы к обсуждению современных вопросов.

Как известно, Small Talk – это «разговоры ни о чем», поэтому в простой светской беседе не стоит вести сложные дискуссии о противоречивых и сложных вещах. Лучше говорить о чем-то легком, непринужденном, например, о планах на выходные или любимых хобби. Людям нравится вести беседу, но еще больше они любят рассказывать о себе. Искренний интерес к увлечениям собеседника поможет расположить его к себе, заработать дополнительные баллы в укреплении связей с важными в профессиональном плане людьми.

Темы для Small Talk должны вызывать положительные эмоции. Как в свое время отмечал Дейл Карнеги, люди лучше реагируют на позитивные и оптимистичные высказывания [2]. Например, обсуждение каких-либо достижений или успешных кейсов чаще всего мотивирует и вдохновляет собеседников; разговор о предстоящих путешествиях или отдыхе обычно вызывает радость и энтузиазм; обсуждение праздников, семейных торжеств или личных достижений помогает создать теплую непринужденную атмосферу.

Таким образом, выбор темы для Small Talk – это важный процесс, при котором стоит учитывать различные аспекты: говорить о нейтральных и простых вещах, использовать общие интересы, быть легким и позитивным в общении. Если следовать этим простым правилам, можно легко добиться успеха в деловой коммуникации.

Исследователи в области коммуникации отмечают, что затрагивание табуированных тем, таких как политика и религия, в светской беседе легко может разжечь пламя раздора между партнерами, а также создаст нежелаемое напряжение, особенно в межкультурной коммуникации. Следует также избегать слишком личных вопросов о доходах, семейном положении, состоянии здоровья и т.п. В деловой коммуникации подобные темы могут быть негативно восприняты собеседниками. Золотое правило Small Talk – не вторгаться в личную жизнь, ведь в таком случае беседу будет сложно назвать легкой и непринужденной.

Не стоит использовать чересчур формальный стиль общения или, наоборот, излишнюю фамильярность. Следует блюсти определенные рамки, не шутить на обидные и запрещенные темы, не использовать сарказм в своих изречениях, особенно с малознакомыми людьми. Умение найти золотую середину между непринужденной беседой и деловой коммуникацией –высшая степень мастерства ведения Small Talk.

Стоит обратить внимание на переход от Small Talk к основной теме обсуждения, например, на деловой встрече или важных переговорах. Если слишком резко перейти с непринужденной беседы на серьезный разговор, то можно нарушить созданную атмосферу доверия. Однако слишком затягивать Small Talk тоже нельзя, т.к. это может создать впечатление человека, сознательно избегающего обсуждение серьезных вопросов.

Важно быть внимательным к своему собеседнику, обращать внимание на его реакцию, следить за невербальными знаками общения, которые он

использует при разговоре. Если становится заметно, что тема светской беседы не вызывает у партнера интереса или создает дискомфорт, надо постараться плавно направить обсуждение в другое русло. Ведь проявление эмпатии и активное слушание являются одними из основных навыков в любом общении, а их грамотное использование поможет без проблем достичь успехов в деловой и повседневной коммуникации.

Вступая в разговор, надо стараться адаптироваться под ситуацию речевого общения и каждого собеседника, подстраиваться под обстоятельства, быть гибким и внимательным к своим собеседникам. Насмотренность «тренирует» мозг, и в использовании техники Small Talk регулярная практика поможет чувствовать себя более расслабленно. Необходимо пробовать новые приемы в разговорах «ни о чем» со своим соседом, прохожим или кассиром в магазине. Главное – перебороть страх общения и практиковаться постоянно.

Таким образом, Small Talk играет важную роль в деловой коммуникации. Использование техник непринужденного разговора поможет не только в создании благоприятной доверительной атмосферы перед решением важных вопросов, но даст возможность выстроить тесные связи с полезными в профессиональной сфере деятельности людьми. Small Talk – это не просто разговор, это особый инструмент, грамотное использование которого даст преимущество в различных жизненных ситуациях.

В настоящее время существует несколько направлений для дальнейшего изучения Small Talk. Например, исследование роли Small Talk в эпоху развития цифровых технологий и выстраивании коммуникации в виртуальной среде. Сейчас использование онлайн-ресурсов для проведения встреч, собраний и дистанционных занятий значительно интегрировалось в повседневную жизнь, что дает основание для исследований адаптации Small Talk к новым форматам общения.

Перспективным направлением является изучение межкультурных аспектов использования Small Talk. Как меняются темы и стратегии Small Talk в зависимости от культурного контекста? Какие ошибки чаще всего допускают представители разных культур при ведении непринужденной беседы и как их избегать? Эти вопросы требуют более глубокого анализа, особенно в условиях глобализации, где деловое общение все чаще происходит между представителями разных стран и культур.

Кроме того, важно изучить влияние Small Talk на долгосрочные деловые отношения. Как Small Talk влияет на уровень доверия между партнерами? Как он способствует укреплению профессиональных связей? Ответы на эти вопросы могут помочь разработать более эффективные стратегии для построения долгосрочных отношений.

Важно разработать практические рекомендации и тренинги для развития навыков Small Talk. Это может быть полезно для специалистов в области делового общения, менеджеров, студентов, изучающих деловые коммуникации, и всех, кто стремится улучшить свои коммуникативные навыки.

Список литературы

1. Белоус А. С. Эволюция жанра светской беседы (Small-Talk): автореф. дис. ... канд. филол. наук. Н. Новгород, 2010. 25 с.
2. Карнеги Д. Как завоевывать друзей и оказывать влияние на людей. М.: Попурри, 2019. 352 с.
3. Карасик В. И. Речевая коммуникация: дискурсивный аспект // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». Волгоград. №1(21). 2013. URL: http://grani.vspu.ru/jurnal/26 (дата обращения: 20.03.2025).
4. Косова К. И. Small Talk как универсальный фатический жанр в глобальном коммуникативном пространстве // Известия ВГПУ. Волгоград. 2014. № 2 (87). С. 34-38.
5. Таннен Д. Ты просто меня не понимаешь: Почему так сложно общаться. М.: Эксмо, 2016. 256 с.
6. Чернышева М. А. Small Talk как инструмент деловой коммуникации // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2019. № 3. С. 45-58.

Голубева Е.М.
студент
Научный руководитель: ***Штукарева Е.Б.***
к.фил.н., доцент
Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»
Россия, Москва

ЯЗЫКОВЫЕ СРЕДСТВА СОЗДАНИЯ КОМИЧЕСКОГО В ПЬЕСЕ Е.Г. ВОДОЛАЗКИНА «СЕСТРА ЧЕТЫРЕХ»

Аннотация. В статье анализируются языковые средства и стилистические приемы комического, используемые Евгением Водолазкиным в пьесе «Сестра Четырех», что позволяет выявить особенности авторского стиля и осмыслить идеи произведения, в котором отражаются философские и социальные проблемы современности. Многочисленные каламбуры и аллюзии создают ироничное повествование и позволяют автору оценивать трагические события, происходящие в 2020-м году, как абсурдные и в то же время весьма значимые для осознания обществом.

Ключевые слова. Е.Г. Водолазкин; пьеса «Сестра четырех»; средства и приемы создания комического; аллюзия; ирония; каламбур; метафора.

Golubeva E.M.
Student
Scientific Advisor: ***Shtukareva E. B.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
National University of Science and Technology «MISIS»
Russia, Moscow

LINGUISTIC MEANS OF CREATING THE COMIC IN E.G.VODOLAZKIN'S PLAY «THE SISTER OF FOUR»

Abstract. The article analyzes the linguistic techniques of the comic used by Evgeny Vodolazkin in the play «The Sister of Four», which allows to identify the features of the author's style and comprehend the ideas of the work, which reflects the philosophical and social problems of our time. Numerous puns and allusions create an ironic narrative and allow the author to assess the tragic events taking place in 2020 as absurd and at the same time very significant for public awareness.

Keywords: E.G. Vodolazkin; the play «The Sister of Four»; means of creating the comic; allusion; irony; pun; metaphor.

Творчество Е. Г. Водолазкина не раз становилось объектом внимания лингвистов и литературоведов, в частности, рассматривались жанровое своеобразие романа-дневника «Авиатор» [2], лингвокультурологический потенциал романа «Лавр» [4], исторические и аксиологические доминанты драматургических произведений автора [3], специфика решения проблемы времени в «Петербургских драмах» [5].

Целью настоящей работы является анализ языковых особенностей создания комического в пьесе Е. Г. Водолазкина «Сестра четырех» (2020 г.), которая еще не становилась предметом научного исследования, как не рассматривались ранее лингвистические и стилистические ресурсы какого-либо произведения автора.

Действие пьесы происходит в больничной палате инфекционной больницы имени Альбера Камю, где в период пандемии коронавируса оказываются четыре безымянных пациента: доктор этой же больницы, писатель, развозчик пиццы по прозвищу Фунги и выдающий себя за депутата мошенник – персонажи, представляющие различные слои общества. Герои делятся историями о своем прошлом, при этом каждый из них стремится казаться успешнее, чем есть на самом деле, и только перед лицом неминуемой смерти они снимают свои «маски». Автор наделяет смерть физическим обликом медицинской сестры, которая лечит обитателей злосчастной палаты, сострадает им и вместе с тем смеется над их неудачами и ложью, в финале пьесы и этот персонаж подвергается разоблачению: олицетворение смерти, облеченное в тело медсестры, предстает перед читателем уже в образе обычной сумасшедшей. Евгений Водолазкин причисляет свое произведение к пьесам абсурда, которые, как известно, отличают комическая непоследовательность, алогичность, парадоксальность, побуждают читателя рассуждать о смысле жизни, искренности и искусственности бытия человека [1].

В числе фонетических языковых средств создания комического эффекта можно заметить использование аллитерации. Так, фантазируя на тему источника происхождения вируса, Фунги связывает его с диверсией на пекинской площади Тяньанмэнь, куда неизвестным была подброшена банка с запеченными в сметане карасями, «густо посыпанными вирусами», которая была затем подобрана местным жителем Сунь и принесена им своей жене

Баожей. В этот рассказ Е. Водолазкин нарочито вплетает повтор шипящих звуков: *Уже зараженная, Баожей продолжала служить в»**Ж**эньминь **жи**бао». В «**Ж**эньминь **жи**бао» не избежать рукопожатий – к сожалению, и женщинам тоже, и той же Баожей. Пожавшие пожухли и скукожились, но, отжимая в соковыжималке свежий женьшень, всё же ожили. Заражение же продолжалось… **Ж**аписали?* Думается, что автор иронизирует таким образом над многочисленными в период пандемии слухами и ограничительными требованиями к населению.

Можно увидеть созвучие в названии пьесы Е. Водолазкина и киноводевиля «Сердца четырех» («Мосфильм», реж. К. Юдин, 1941).

В числе лексических средств создания комического наблюдаем контекстные антонимы. Противопоставление прослеживается в диалоге писателя и доктора. Последний сообщает, что родился в медицинской семье, поэтому ему «пришлось окончить мединститут». ПИСАТЕЛЬ: *Итак, вы **учились** в мединституте*. ДОКТОР: *Я в нем не учился. Я именно что **окончил**.*

Встречаются гиперболы: *Да о его лоб можно спички зажигать* (о высокой температуре пациента); *Это будет продолжаться бесконечно*.

Благодаря оксюморону создается парадоксальный образ «нечитающих читателей», неуспешного писателя, а возможно, и подчеркивается кризис чтения и культуры в современном обществе. ДЕПУТАТ: *Так какой же вы писатель, если столько лет не пишете? Вы просто фейк какой-то. Почему читатели считают вас – как это называется? – властителем дум?* ПИСАТЕЛЬ: *Потому что **читатели – не читают**. Они тоже, как вы выражаетесь, фейк*.

Неслучайным представляется, почему Евгений Водолазкин именно «запеченные караси в сметане» делает источником распространения вируса. Это блюдо упоминается еще в одном литературном произведении – рассказе А. П. Чехова «Сирена», сюжет его строится на страстном монологе главного героя, секретаря суда, о прелестях пищи, которым он отвлекает чиновников от выполнения их обязанностей и приводит к гибели председателя суда. Таким образом, тема смерти объединяет произведения Водолазкина и Чехова и становится основой для аллюзии, разгадать которую сможет только весьма искушенный читатель.

Название больницы в честь философа-экзистенциалиста Альбера Камю – это также прямая аллюзия на роман «Чума». В «Сестре Четырех» вирус позволяет раскрыть пороки общества, заставляет людей столкнуться со своими страхами и переосмыслить жизненные ценности. Близкие идеи звучат и в произведении Камю.

Текст содержит и прямое цитирование: из стихотворения Игоря Северянина «Ананасы в шампанском»: *Весь я – в чем-то норвежском! Весь я – в чем-то испанском!* (после сообщения по радио о жертвах пандемии в Испании), приводится цитата из Екклесиаста: *Время разбрасывать камни – и время собирать камни. И дальше: время обнимать – и время уклоняться от объятий* (каламбур основан на синтаксическом параллелизме).

Упоминается роман Горького «Мать», томик которого жена Фунги в знак протеста положила в коробку вместо испорченной пиццы (а именно на продаже таковых строился бизнес, в котором работал разносчик пиццы). Вероятно, это деталь призвана подчеркнуть абсурдность происходящего, а быть может, автор намекает на связь с образом главного героя романа Павла Власова, не желающего мириться с действительностью и избравшего путь революционера. Далее автор дополняет данную аллюзию каламбуром за счет обращения к устойчивому бранному выражению *мать-перемать*. ФУНГИ: *Отвечаю вопросом на вопрос: а почему моя жена вместо пиццы положила в коробку «Мать» Горького?* ***Мать-перемать!***

Основой для создания аллюзии на основе омонимии становится скороговорка «Сунул Грека руку в реку». ФУНГИ: *Так вот, пишите: спустя час случайный прохожий по фамилии* ***Сунь*** *подошел к реке*. Писатель: *…подошел к реке. Есть. Подозреваю, что* ***сунул в реку руку****. Сунул ведь?*

В текст вплетен и популярный скабрезный анекдот на тему медицинской практики, который разоблачает недалекость доктора: *Да, врач должен быть небрезгливым. Но он должен быть еще и внимательным: я окунул в мензурку один палец, а облизал другой.*

Автор часто прибегает к созданию каламбуров на основе фразеологизмов: *Пролетарии соединяются – пролетарии разъединяются*. Благодаря антонимам возникает саркастический эффект, разрушающий идеологический пафос исходной формулировки лозунга.

Переосмысление фразеологизма «как белка в колесе» позволяет писателю высмеивать слепое следование привычкам, намекает на возможность обретения свободы и нового смысла в неожиданной обстановке. ПИСАТЕЛЬ: *Мы неслись на такой скорости, что теперь всем захотелось остановиться. Кто-то крикнул: пандемия! И все остановились…* ФУНГИ: ***Просто белка не знала, что можно жить без колеса****. Колесо крутилось, пока она его крутила. А перестала – смотрит: все в порядке. И мир не рухнул!*

В сцене осмотра Фунги доктором упоминается выражение *«Я-зык обло-жен»*, в котором можно увидеть не только упоминание медицинского симптома, но и ироничный намек на болтливость пациента. Само прозвище Фунги тоже звучит иронично: «фунги» – название пиццы с грибами.

Множество каламбуров автору удается создать на основе двусмысленности. ДЕПУТАТ: *Не хотелось бы создавать впечатление исключительности, но, в конце концов, я депутат и должен доработать до конца срока.* СЕСТРА: *Не волнуйтесь, сроки мы пересмотрим* (депутат говорит о сроке полномочий, а сестра – о сроках лечения). ФУНГИ: *Мы должны встретить вирус во всеоружии! Что говорит на этот счет литература?* ПИСАТЕЛЬ: *Литература не возражает* (литература как «научные источники» и как метонимическое «авторы»).

В тексте встречается ироническая аллюзия-метафора: разоблаченная медсестра заявляет: *Я никого не убивала – переправляла через Стикс, только и*

всего. Отсылка к греческой мифологии, где Стикс – река, разделяющая мир живых и мертвых, а Харон – перевозчик душ, подразумевает оценку своих действий маньяком-убийцей как простого и незначительного перехода, «переправы» душ, лишенной моральной оценки. Иронический эффект возникает из-за резкого несоответствия между трагическим содержанием и возвышенным описанием, что позволяет персонажу дистанцироваться от своей вины.

Метафорическая реплика доктора *«Меньше нуара»* (в значении ‘меньше пафоса’) отражает стремление поддержать позитивный эмоциональный фон в условиях пандемии, противопоставляя мрачным реалиям оптимистичный взгляд. Этот прием раскрывает конфликт между реализмом и необходимостью вселять надежду, а также иронизирует над искусственностью позитива в кризисной ситуации.

Иронично звучит и сравнение-штамп пандемии с «*локомотивами литературы*», которое выражает мысль о том, что глобальные кризисы становятся импульсом для развития литературы, то есть возможность использовать трагические события в творческих целях.

Из синтаксических приемов создания комического отметим парцелляцию. Так автор высмеивает манипулятивность и продажность депутата. ДЕПУТАТ: *Я предложил им триста долларов. Они посовещались и сказали: «Каждому!»*

В заключение отметим, что доминирующими приемами создания комического в пьесе «Сестра четырех» являются каламбуры и аллюзии, которые не только заставляют читателя улыбнуться, но и осмыслить подтекст, они расширяют смысловое пространство пьесы и связывают ее с экзистенциализмом. Авторская языковая игра позволяет отразить абсурдность и противоречивость современной жизни.

Список литературы

1. Алексеева М. Евгений Водолазкин: «Мне пришлось уйти в абсурдизм» // spbdnevnik.ru. URL: https://spbdnevnik.ru/news/2020-06-05/evgeniy-vodolazkin-mne-prishlos-uyti-v-absurdizm (дата обращения: 27.03.2025).
2. Амагаева А. А., Майорова Г. В. Жанровое своеобразие романа «Авиатор» Евгения Водолазкина // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 2: Гуманитарные науки. 2024. Т. 39. Вып. 4. С. 63–70.
3. Бархоян А. А. Драматургия Е. Г. Водолазкина в историческом и аксиологическом контексте его романистики // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Изд-во Грамота, 2022. Т. 15. Вып. 10 №10. С. 3031–3035.
4. Иванова Е. А. Лингвокультурологический потенциал романа Е. Водолазкина «Лавр» // МИРС. 2014. №3. С. 66-71.
5. Махинина Н. Г., Насрутдинова Л. Х. Прошлое – настоящее – будущее в Петербургских драмах» Е. Водолазкина // Вестник ТГГПУ, 2020. №1 (59). С. 183–187.

Ли Х.
студент
Научный руководитель: ***Поспелова М. С.***
к.фил.н., профессор
Сувонский университет
Республика Корея, Хвасон

ОСОБЕННОСТИ И КУЛЬТУРА КОРЕЙСКОГО ЯЗЫКА: ВЫРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРЕЙСКОГО СЛОВА «РИС»

Аннотация. В корейском языке есть различные выражения, которые содержат слово «밥», а на русском, «рис». В этой статье мы рассмотрим примеры корейских предложений и выражений, содержащих это слово, исследуем значение, подразумеваемое в них, и далее исследуем причины, по которым в корейском языке так много выражений, связанных со словом «рис.».

Ключвые слова: 밥, рис, пища, корейские выражения со словом 밥, традиции.

Lee H.
Student
Scientific Advisor: ***Pospelova M.S.***
Candidate of Philology, Professor
The Universitu of Suwon
Republic of Korea, Hwaseong-si

KOREAN LANGUAGE FEATURES AND CULTURE: EXPRESSIONS USING THE KOREAN WORD «RICE»

Abstract: In the Korean language, there are various expressions that contain the word «밥,» which translates to «рис» in Russian. This article will examine examples of Korean sentences and expressions that include this word, explore the meanings implied within them, and further investigate the reasons why there are so many expressions related to the word «rice» in the Korean language.

Keywords: 밥, rice, food, korean expressions with the word 밥, traditions.

Причина, по которой мы выбрали эту тему и начала свое исследование, заключается в том, что мы общались с людьми разных национальностей, в том числе и с русскими. Когда мы общаемся с людьми разных национальностей или беседуем лицом к лицу, мы, как корейцы, естественно задаем такие вопросы, как «밥 먹었어요? (Вы кушали?)» или «오늘 점심으로, 저녁으로 무엇을 먹었어요?(Что вы кушали сегодня на обед или ужин?)». Такова корейская позиция, и это вопрос о том, хорошо ли вы проводите свой день, поэтому, если вы скажете: «Я покушал» это означает, что вы провели день без проблем. Если вы ответите: «Я не мог кушать или я не кушал»,

примите это как знак того, что произошло что-то, что не стоит есть, или что вы были заняты, как дружеское приветствие, приглашающее вас продолжить разговор. Возвращаясь к началу, давайте поговорим об опыте: Я задала вопрос «Вы кушали? Что вы кушали?», а меня спросили «Мне действительно интересно, почему вы так часто спрашиваете меня, кушал ли я или что я кушал? Это то, что вас интересует?» Конечно, это одно из выражений, используемых в зарубежных странах, но мы поняли, что его задают не так часто, как корейцам, и этот опыт заставил нас понять, что иностранцы иногда удивляются, почему корейцы задают такие вопросы. И благодаря этому опыту мы начали это исследование, чтобы выяснить, почему в корейском языке так много выражений, связанных с «рисом», что это большая часть нашей повседневной жизни, и почему слово «рис» используется так часто

Давайте начнём с выяснения словарного значения слова «밥(рис)». Это «рис, ячмень и другие злаки промывают, помещают в кастрюлю или аналогичное сосуд, добавляют необходимое количество воды и варят таким образом, чтобы зёрна не разваливались, а излишняя влага испарялась» или «Пищу едят небольшими порциями» [1].

Слова, которые мы используем для обозначения завтрака, обеда и ужина, – это «아침밥을 먹다(Завтракать)», «점심밥을 먹다(обедать)» и «저녁밥을 먹다(ужинать)». Другими словами, «есть рис утром», «есть рис на обед» и «есть рис вечером». Всегда говорится, что «рис» присутствует в предложении и «рис» употребляется в пищу. Даже если корейцы употребляют в пищу продукты, которые не содержат риса, например, лапшу, мясо, рыбу, салаты и т.д., если еда функционирует как «прием пищи», мы используем выражение «есть рис». Поэтому, если иностранцы попытаются понять корейское предложение «밥을 먹다(кушать)» по-простому, оно может быть воспринято как эзотерическое. В дополнение к этому, давайте рассмотрим различные предложения, содержащие слово «밥(рис)», и узнаем, что означает это выражение и его особенности.

Мы перечислим корейские выражения, используемые «밥(рисом)» в предложениях, и их значение. Однако, помимо выражений, которые мы представим сейчас, в корейском языке есть и другие предложения, в которых используется это слово, поэтому мы рекомендуем вам просмотреть другие материалы и обратиться к ним, если они вам понадобятся.

1. Это предложение, уже упомянутое выше: «밥 먹었어요?», это вопрос, покушал ли я, если перевести его прямо на русский язык, но корейский смысл, который подразумевает: «Как у вас дела?». Обычно это то же самое, что и в русском языке: «Как дела?» – спрашивает человек, с которым вы постоянно общаетесь. В корейском языке нет прямого перевода предложения на русский язык: «Как дела?» или на английский: «How are you?». Даже

если вы используете его, в основном, для людей, с которыми вы давно не общаетесь, а также для людей, с которыми вы часто разговариваете. Поэтому выражение «밥 먹었어요? (Вы кушали?)» используется как рутинное приветствие.

2. Если перевести как «나중에 밥 한 번 먹어요», получится «Давай покушаем вместе в следующий раз». Значение этого предложения может быть использовано в самых разных ситуациях, обычно, когда вы назначаете встречу с оппонентом на неопределенный срок или слова, используемые в ситуациях, когда вы заинтересованы в другом человеке и флиртуете с ним. Совместный прием пищи – это, прежде всего, благоприятные отношения с собеседником, и это означает, что вы захотите встретиться снова, договорившись о встрече за обедом или ужином. Но, конечно, не все корейцы так делают, но если вы не сообщили им о точной дате встречи за обедом или ужином, то, скорее всего, это встреча на неопределенный срок, и вы не знаете, когда вы встретитесь, но вам нужно быть осторожным, потому что в этом предложении есть более глубокий смысл это означает, что однажды вы встретитесь.

3. «제가 밥 살게요» – это русское слово, означающее «я угощаю рисом (пищей)», которое обычно используется для обозначения того, что когда кто-то оказывает услугу или помогает, он отвечает взаимностью с благодарностью.

4. «아파도 밥은 꼭 챙겨 먹으세요» переводится как «Даже если вы больны, обязательно поешьте рис (пищу)». Обычно, когда вы больны, вы, как правило, не пробуете есть пищу, потому что у вас нет аппетита. Несмотря на это, корейцы используют это слово, потому что считают, что употребление в пищу хорошего риса излечит больных. Конечно, используется выражение «скорейшего вам выздоровления», но оно используется в качестве почетного обращения к взрослым или высокопоставленным людям.

5. «최고의 힘은 밥심이다» означает лучшая энергетическая ценность – рис, потому что рис – это величайшая энергетическая ценность, даже если вы больны, вы должны есть рис, и причина, по которой у вас нет энергии, заключается в том, что вы плохо съели рис, а чтобы хорошо работать и учиться, вы должны хорошо питаться рисом, другими словами, все связано с рисом и это выражение наиболее тесно связано с настроениями корейцев.

6. «콩밥을 먹다»- это «есть рис с фасолью», но те, кто услышит это впервые, вообще ничего не поймут. Это слово означает «попасть в тюрьму». Происхождение данного выражения восходит к периоду японской оккупации Кореи, когда в рационе борцов за независимость, предоставляемом японцами, доля более дешёвой фасоли преобладала над долей белого риса. И по сей день это выражение используется как идиоматическое обозначение тюремного заключения.

7. «밥도 없을 줄 알아!» означает «там не будет риса (пищи)!» и часто используется матерью, когда она злится на своего ребенка. Такое же выражение обычно используется в выражениях: «국물도 없을 줄 알아!» Это означает «там не будет супа!» и слово просто изменилось с риса на бульон, но имеет тот же смысл.

8. В русской интерпретации «밥그릇을 챙기다» получается «собирать миксу для варёного риса», что означает «собирать свою долю». Например, предположим, что после увольнения с работы знакомый сказал, что хочет работать там, если у вас есть место на работе, и попросил помочь, и вы можете использовать это выражение «내 밥그릇 챙기기도 바쁘다». Это означает, что трудно взять мою долю на этой работе, и даже это трудно, я не в состоянии помочь вам.

9. «밥값을 하다»- это означающее «делай ценность риса», что означает производить работу так же сильно, как вы ели рис.

10. «밥 맛 떨어지는 사람»- это «человек, который портит вкус риса», который настолько важен для корейцев, что они не хотят есть «рис», другими словами, когда они выражают мнение человека, который им не нравится и не хочет быть с ними.

11. Выражение «찬밥 신세» означает «оказаться в положении холодного риса». Обычно предпочтение отдается теплому, свежесваренному рису, а это отношение к остывшему рису отражает ситуацию, когда кто-то не занимает важного положения, находится на заднем плане и никому не нужен, то есть не пользуется признанием.

12. «다 된 밥에 재 뿌리기»– корейская пословица, означающая, что если посыпать готовый рис пеплом, его больше нельзя будет есть. Другими словами, это означает испортить дело, когда оно почти завершено. В корейском языке также можно найти выражения, связанные с рисом, в пословицах.

В повседневных разговорах, а также в пословицах и поговорках, предложения и выражения со словом «밥(рис)», используемым как в положительной, так и в отрицательной форме, содержат эмоции, чувства и значения, которые могут быть трудны для понимания не-корейцами.

Итак, я объясню, почему в корейском языке существует множество выражений со словом «밥(рис)», основываясь на истории и культуре. Исторически Корея была аграрным обществом, особенно с культурой, ориентированной на выращивание риса, поскольку большинство простых людей жили за счет рисоводства. Выращивание риса – это земледелие, которое напрямую зависит от климата и почвы, требует много времени и труда с весны до осени, поэтому рис, этот тяжело собранный урожай, был ценным ресурсом.

В недалеком прошлом белый рис был непозволительной роскошью для беднейших слоев населения, поесть его можно было только несколько раз в год по большим праздникам: на Новый год (по лунному календарю), на чхусок (сбор урожая), на рождение, а так же на поминки [2].

Для корейцев, живших бедной жизнью, где этот ценный и труднодоступный рис и одна порция приготовленного из него риса были напрямую связаны с выживанием, «рис» перестал быть просто понятием еды и стал означать «жизнь». Более того, фраза «밥을 먹다 (кушать (рис))» содержит в себе смысл не просто утоления голода, а самого процесса жизни. Корея имеет долгую историю переживания голода вплоть до недавнего времени, включая период японской оккупации, Корейскую войну, индустриализацию и кризис МВФ. Именно эта история и обстоятельства Кореи породили ценность и осознание того, что «хорошо и сытно питаться рисом означает жить в стабильном состоянии», что естественным образом повлияло на язык и привело к существованию различных выражений, связанных с рисом, в корейском языке.

Список литературы

1. 네이버 사전-밥 URL: https://ko.dict.naver.com/#/entry/koko/abc761a57e724f03b2ff6dcaa387de32

2. «Рис» как ключевой элемент картины мира корейского народа. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ris-kak-klyuchevoy-element-kartiny-mira-koreyskogo-naroda/viewer

3. 이정현, 박지현. (2022). 한국어 ‘밥’ 관련 관용표현 선정 및 등급화 연구 – 말뭉치 분석을 통한 의미 분류별 사용 양상을 중심으로 -. 어문론집, 90, 435-461.

Космынина Д.Н.
студент
Научный руководитель: ***Панова Е.П.***
к.фил.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ЖАНРЫ ОФИЦИАЛЬНО-ДЕЛОВОГО СТИЛЯ ПЕРИОДА ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Аннотация. В статье рассматриваются жанры официально-делового стиля, которые активно использовались в годы войны. В работе рассматриваются именно письменные жанры, такие как приказы, справки, автобиография, военные документы и др. Данный

материал собран на основе цифровых сайтов, а также взят из личного архива, принадлежащего семье Космыниных. Рассматриваются языковые особенности, которые используются в документах периода Великой Отечественной войны.

Ключевые слова: официально-деловой стиль, жанры документов, Великая Отечественная война, приказы, справки.

Kosmynina D.N.
Student
Scientific Advisor: ***Panova E.P.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

GENRES OF THE OFFICIAL BUSINESS STYLE OF THE GREAT PATRIOTIC WAR PERIOD

Abstract. The article examines the genres of official business style, which were actively used during the war years. The work considers written genres such as orders, references, autobiography, military documents, etc. This material is compiled on the basis of digital websites, as well as a personal archive belonging to the Kosmynin family. The article considers the linguistic features that are used in documents from the period of the Great Patriotic War

Keywords: official business style, genres of documents, the Great Patriotic War, orders, References.

Великая Отечественная война стала испытанием для всех сфер жизни советского общества, в том числе и для системы государственного управления. Огромное количество документов, созданных в тот период, свидетельствует о высокой степени регламентации. Официально-деловой стиль в годы войны был представлен широким спектром жанров, каждый из которых выполнял определенные функции в военном администрировании.

Стоит заметить, на сегодняшний день существует проблема памяти о событиях Великой Отечественной Войны. Стали забываться подвиги и заслуги наших предков. Люди сражались за мирное небо над головой своих детей. Раньше бабушки и дедушки рассказывали из уст в уста о подвигах и событиях тех времен. Наглядно показывали приказы, справки и награды. На данный момент времени остались только дети войны. Хочется подчеркнуть важность памяти и сохранения личного архива. Это воспитывает не только патриотизм и любовь к Родине, но и гордость за подвиги своих предков [2], [3], [4], [5], [6].

В архиве семьи Космыниных сохранились как письма с фронта, которые относятся к эпистолярным жанрам, так и официально-деловые документы: справки, военные билеты, автобиография, удостоверение, наградные листы, выписки из призывных пунктов на фронт.

Семейный архив помогает сохранить память о героизме наших предков, их жертвах и трудностях, с которыми они столкнулись во имя победы. Так же учит нынешнюю молодежь самоотверженности и патриотизму

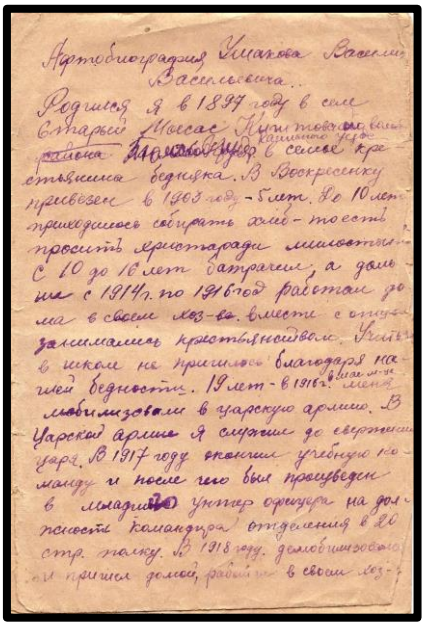
Кроме того, такие документы являются важным источником для изучения истории семьи, позволяют восстанавливать родословные и подтверждать факты о боевых заслугах. Они помогают молодому поколению осознать цену мира и уважать подвиг тех, кто защищал Родину.

Рассмотрим сначала личные документы, автобиографию и удостоверение, которые хранятся в архиве. Остановимся подробнее сначала на жанре автобиографии Ушакова Василия.

Василий Ушаков, родившийся в 1897 году в семье бедного крестьянина, с детства батрачил и собирал милостыню. В 19 лет был мобилизован в Царскую армию, после революции сражался у Колчака, затем в Красной армии против Врангеля. В 1922 году демобилизовался, вступил в ВКП(б) и занял должности в сельсовете и коммуне. В 1931 году был исключён из партии, осуждён и лишён избирательных прав. Переехал в деревню Дресвянка, где работал в колхозе «Гудок».

Благодаря автобиографии, написанной Василием, возможно узнать об исторической эпохе, в которую жил герой, а также помогает передать все тягости жизни Василия, помогает создать представление о жизни обычного человека в данный период времени, обо всех перипетиях, которые выпадали на долю человека: заблуждениях и поисках себя. Соответственно, благодаря этому документу мы можем глубже понять не только личность, но и эпоху, в которой он жил (рис. 1).

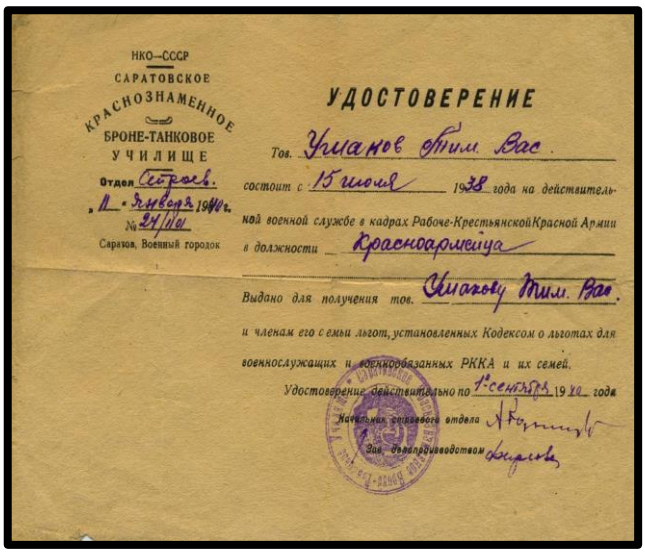
Остановимся более подробно на втором документе – удостоверение личности, который также относится к личным документам. Данное удостоверение принадлежит Ушакову Тимофею Васильевичу и подтверждает, что Тимофей состоит в должности Красноармейца в Краснознамённом бронетанковом училище для получения его семьи льгот (рис. 2).


Автобиография Ушакова Василия Васильевича.

Родился я в 1897 году в селе Старый Мосгас Никольского

С семьи крестьянина бедняка. В Воскресенку привезен в 1903 году - 5 лет. До 10 лет приходилось собирать хлеб - тоесть просить христа ради милостыню. С 10 до 16 лет батрачил, а далее с 1914 г. по 1916 год работал до лесе лесничества вместе с отцом занимались крестьянством. Учиться в школе не пришлось благодаря нашей бедности. 19 лет - в 1916 г. меня мобилизовали в царскую армию. В Царской армии я служил до свержения царя. В 1917 году окончил учебную команду и после чего был произведен в младшего унтер офицера на должность командира отделения в 26 стр. полку. В 1918 году демобилизовался и пришел домой, работал в своем лес-

Рис. 1. Автобиография Ушакова Василия Васильевича



НКО—СССР
САРАТОВСКОЕ КРАСНОЗНАМЕННОЕ БРОНЕ-ТАНКОВОЕ УЧИЛИЩЕ
Отдел Строев.
11 • января 1940г.
№ 24/106
Саратов, Военный городок

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Тов. Ушаков Тим. Вас.
состоит с 15 июля 1938 года на действительной военной службе в кадрах Рабоче-Крестьянской Красной Армии
в должности Красноармейца
Выдано для получения тов. Ушакову Тим. Вас.
и членам его семьи льгот, установленных Кодексом о льготах для военнослужащих и военнообязанных РККА и их семей.
Удостоверение действительно по 1-сентября 1940 года
Начальник строевого отдела
Зав. делопроизводством

Рис. 2. Удостоверение Ушакова Тимофея Васильевича

К распорядительным документам относится приказ о награждении, в котором записано описание подвига Тимофея Ушакова. В приказе о награждении возможно узнать, за что человек представлен к награде. В приказе есть как запись о представлении к награде, так и подробно описывается подвиг бойца. В приказе говорится о том, что Тимофей Ушаков награжден Орденом Красной Звезды за проявления мужества и самоотверженности [1]. В описании подвига Старший Лейтенант Ушаков несмотря на свое ранение в голову, которую он получил в ходе боя. Остался в строю и выполнял боевое задание (рис. 3, 4).

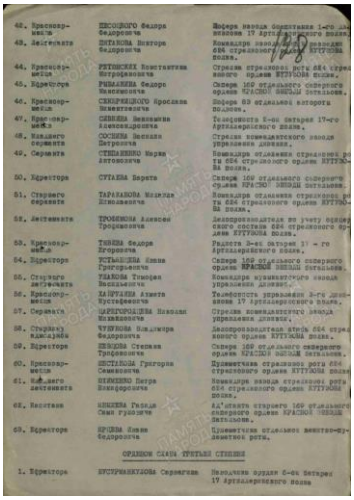
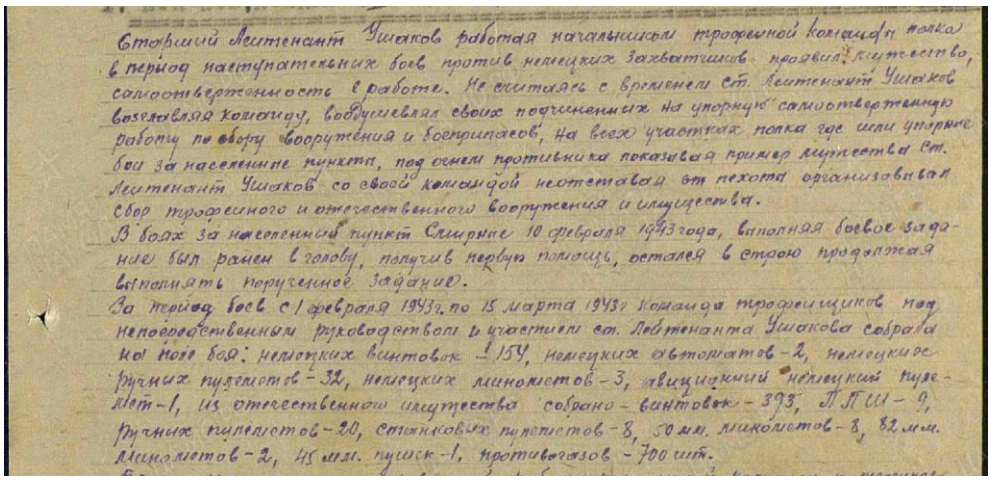


Рис. 3. Приказ 1945 – Награждение: Орден Красной Звезды

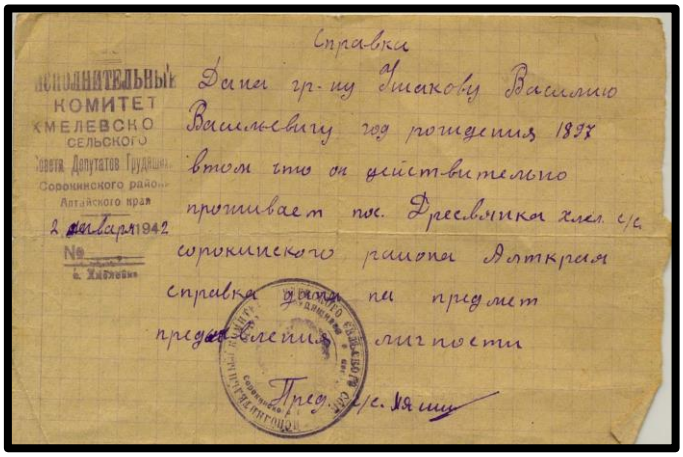


Ст. лейтенант Ушаков работая начальником трофейной команды полка в период наступательных боев против немецких захватчиков проявил мужество, самоотверженность в работе. Не считаясь с временем ст. лейтенант Ушаков воспитывая команду, воодушевляя своих подчиненных на упорную самоотверженную работу по сбору вооружения и боеприпасов, на всех участках полка где шли упорные бои за населенные пункты, под огнем противника показывая пример мужества ст. лейтенант Ушаков со своей командой неотставая от пехота организовывал сбор трофейного и отечественного вооружения и имущества.
В боях за населенный пункт Смирные 10 февраля 1943 года, выполняя боевое задание был ранен в голову, получив первую помощь, остался в строю продолжая выполнять порученное задание.
За период боев с 1 февраля 1943г. по 15 марта 1943г. команда трофейщиков под непосредственным руководством и участием ст. лейтенанта Ушакова собрала на поле боя: немецких винтовок – 154, немецких автоматов – 2, немецких ручных пулеметов – 32, немецких миномётов – 3, авиационный немецкий пулемет – 1, из отечественного имущества собрано – винтовок – 393, ППШ – 9, ручных пулеметов – 20, станковых пулеметов – 8, 50 мм. миномётов – 8, 82 мм. миномётов – 2, 45 мм. пушек – 1, противогазов – 700 шт.

Рис. 4. Описание подвига Ушакова Тимофея Васильевича

Из информационно-справочных документов сохранились справки, которые подтверждали участие граждан боевых действий, подтверждали статус и награды бойца, вели учет военнообязанных, способствовали оформлению социальных выплат.

Примером служат справка для льгот по потере кормильца принадлежавшая Анне Матвеевне (Ушаков Василий погиб в 1943 году). Справка Ушакову Василию о том, что он действительно состоит на военной службе и еще одна справка о проживание Василия в Дресвянке. Справка выданная Ушакову Николаю о том, что он действительно член сельского колхоза с 1943 года. Эти справки помогают собрать по крупицам судьбы членов семьи, перед глазами открывается живая история того периода времени (рис. 5).



Справка

Исполнительный комитет Кмелевского сельского Совета Депутатов Трудящихся Сорокинского района Алтайского края

2 января 1942 № ___

Дана гр-ну Ушакову Василию Васильевичу год рождения 1897 в том что он действительно проживает пос. Дресвянка хлеб. с/с сорокинского района Алтайского края справка дана по предмет предоставления льготы

Пред. с/с

Рис. 5. Справка Ушакова Василия Васильевича

В семейном архиве так же присутствуют письма с фронта которые относятся к эпистолярным жанрам. Несмотря на тяжелые условия и разлуку с семьей мои предки верили в скорую победу над фашисткой Германией: «Только бы разбить проклятого Гитлера, а разобьём его скоро», – отрывок из письма Василия.

«Товарищ Сталин сказал, что мы в 1942 году уничтожим полностью немецких захватчиков. Эти люди не заслуживают даже такого названия людей, потому что они позорят это слово людей, всячески издеваясь над мирным населением, применяя всякие жестокости, жгут сёла и города. Такие люди не могут носить звание людей, а потому их надо уничтожать, и мы это сделаем, а вы должны в этом помогать нам в трудовой работе», – отрывок из письма Тимофея.

«Так что в любую минуту готовы. Ранец на плечи. Сумка с книжками в руки вот и сборы все», – отрывок из письма Николая (рис. 6).



Рис. 6. Письмо Ушаковой Полины Васильевны Сестре Валентине Васильевне

Таким образом, возможно сделать вывод, что семейный архив Ушаковых – ценный исторический источник, позволяющий понять события Великой Отечественной войны и цену Победы. История семьи показывает вклад каждого в Победу – от боевых действий до труда в тылу, что служит примером патриотизма для молодёжи.

Список литературы

1. Манаева А. И. Особенности жанра карикатуры периода Великой Отечественной войны в журнале «Крокодил» (1941-1945) / А. И. Манаева, К. Я. Башкирова, Е. П. Панова // Взаимодействие вузов, научных организаций и учреждений культуры в сфере защиты информации и технологий безопасности : Сборник статей по материалам IV Международной научной конференции, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора А.А. Тарасова и доктора технических наук, старшего научного сотрудника О.В. Казарина. Москва, 19–21 апреля 2023 года. М.: Российский государственный гуманитарный университет, 2023. С. 116-121.

2. Память народа / [Электронный ресурс] // Память народа : [сайт]. URL: www.pamyat-naroda.ru (дата обращения: 17.02.2025).

3. Панова Е. П. Образ Второго фронта в американском кинематографе / Е. П. Панова, З. О. Жуманова, К. Я. Башкирова // Второй фронт в годы второй мировой войны: историческая правда и современные западные интерпретации (по материалам мировой печати) : Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию открытия Второго фронта, Москва, 21 октября 2024 года. М.: Московский Политех, 2025. С. 65-77.

4. Панова Е. П. Опыт просопографического исследования: участие в Великой отечественной войне работников тыла (на материале мемуаров из семейного архива) // Сталинградская битва: правда и вымыслы (по материалам мировой печати)) : материалы 5-й Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию Сталинградской битвы, Москва, 23 октября 2023 года. М.: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», 2023. С. 185-191.

5. Панова Е. П., Манаева А. И. Роль визуального образа в плакатах Великой Отечественной Войны 1941-1945 ГГ. (журнал «Крокодил») // Союз Советских Социалистических Республик как историко-культурный феномен: национально-государственное строительство. доклады 4-й Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования СССР. М., 2022. С. 119-128.

6. Современный школьный музей как инструмент воспитательной деятельности / С. С. Бубликова, А. А. Панкова, Е. П. Панова, В. Р. Комилова // Взаимодействие вузов, научных организаций и учреждений культуры в сфере защиты информации и технологий безопасности : Сборник статей по материалам V Международной научной конференции, посвящённой памяти доктора технических наук, профессора А.А. Тарасова и доктора технических наук, старшего научного сотрудника О.В. Казарина, Москва, 24–26 апреля 2024 года. М.: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный гуманитарный университет», 2024. С. 67-73.

Рубайло В.А.
студент
Научный руководитель: ***Кокорина Ю.Г.***
д.фил.н., к.и.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ ОБ УЧАСТНИКАХ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

Аннотация. Цель статьи заключается в рассмотрении ряда Интернет-ресурсов, которые могут быть задействованы для поиска и восстановления информации об участниках Великой Отечественной войны. В статье предлагается список электронных ресурсов и их краткий обзор. Приведенные источники использованы для восстановления биографии фронтовика Семашко Якова Ивановича.

Ключевые слова: Интернет-ресурсы; архив; информация о родственнике; Великая Отечественная война; герои Великой Отечественной войны; Семашко Яков Иванович.

Rubailo V.A.,
Student
Scientific Advisor: ***Kokorina Yu.G.,***
Doctor of Philology, Candidate of Historical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

INTERNET SOURCES FOR RESTORING INFORMATION ABOUT PARTICIPANTS OF THE GREAT PATRIOTIC WAR

Abstract. The purpose of the article is to examine a number of Internet resources that can be used to find and restore information about the participants of the Great Patriotic War. The article offers a list of electronic resources and a brief overview of them. These sources are used to restore the biography of the veteran Semashko Yakov Ivanovich.

Keywords: Internet resources; archive; information about a relative; The Great Patriotic War; heroes of the Great Patriotic War; Semashko Yakov Ivanovich.

80 лет назад, 9 мая 1945 года была окончена Великая Отечественная война – одна из самых страшных страниц в истории нашего государства, которая унесла жизни более 26 млн человек. У каждого жителя РФ был родственник, который принимал участие в тех военных действиях. Однако воспоминания или какая-либо информация о многих из них кажется утерянной, многие внуки и правнуки творцов Победы почти ничего не знают о своих предках.

Тема памяти подвига народа и каждого человека лично неразрывно связана с историей нашей страны и семьями, чьи родственники принимали участие в боевых действиях. Знания о своей семье для многих очень важный и значимый фактор, именно поэтому она остается актуальной по сей день. Сегодня любой человек может узнать и восстановить сведения о подвиге своего предка, даже если информация о нем была полностью потеряна. Для этих целей есть ресурсы, которые помогут не только вспомнить имя-отчество родственника, но и узнать подробности его боевого пути.

Цель человека, решившего восстановить свою родословную – найти как можно больше данных о своих предках. Поэтому главная задача данной статьи – составить список Интернет-ресурсов, которые помогут найти подробную информацию о своих родственниках, восстановить цепочку событий и открыть нечто новое. В преддверии 80-летия Дня Победы мы много слышим, читаем и смотрим о подвиге Великой Отечественной войны. В работе представлены сайты, которые со всех ракурсов и разными средствами рассказывают о Великой Отечественной войне. Представленная на этих ресурсах информация даст возможность начать больше понимать всю жестокость военных лет и как каждый участник прошел этот тяжелый путь. Источники, которые будут представлены в этой статье, были задействованы мной для сбора информации о герое войны Семашко Якове Ивановиче.

С чего начинается поиск? Когда человек решает заняться восстановлением своей родословной, чаще всего всё обрывается на прадедах. Многие сталкиваются с ситуацией, когда нет никакой информации о родственниках, принимавших участие в войне; сама она утеряна, а родственников, которые могли знать хоть что-то, уже нет в живых.

Есть мнение, что самостоятельно найти какую-либо информацию о своей семье практически невозможно, особенно, когда из всех данных есть

только фамилия родственника. Однако все не столь плачевно. Хотя поиск сведений для восстановления родословной крайне трудоемкий и долгий процесс, он все еще довольно увлекателен и реализуем. Так с чего же начать поиск?

Первый и самый простой способ получить какую-то информацию – это разговоры с родственниками. Расспросите родителей, бабушек и дедушек, теть и дядь обо всем, что они помнят. Проживающих в других городах расспрашивайте письмами по электронной почте, а лучше звонком по телефону. Следует разговаривать в спокойной, приятной обстановке, лучше всего дома у того, кого вы решили расспросить, но может подойти и другое место. Главное, чтобы опрашиваемый никуда не спешил – для серьезного опроса это не годится, лучше назначить личную встречу.

Запросы в архивы. Это еще один популярный способ поиска информации о своих родственниках. Здесь точно можно найти совершенно разную информацию о человеке, которого вы ищите: место призыва, наградные листы, боевые операции, звания и многое другое. И хотя работа с архивами остается одним из самых популярных способов поиска данных о родственниках, здесь есть несколько существенных минусов, которые усложняют работу. Самый главный минус – это деньги, если вы делаете удаленный запрос в архив, то за поиск придется заплатить вне зависимости от его результатов. Конечно, можно обратиться в архив лично, тогда это будет бесплатно, но в большинстве случаев тот архив, который нужен, может находится в другом городе. Второй минус работы с архивами – это вводные данные, если у вас есть только фамилия родственника, но нет даты рождения и предполагаемого места рождения, то поиск по архивам становится практически невозможным.

Поиск через Интернет-ресурсы. С приходом Интернета в нашу жизнь большое количество информации стало доступным каждому. Поиск сведений о родственниках через Интернет с недавнего времени стал также очень популярен, так как для такого сбора информации не нужно куда-то идти и обращаться, в большинстве случаев это совершенно бесплатно, ну и, конечно же, быстро. Сегодня существует большое количество сервисов для поиска данных о своих предках, это и открытые онлайн-архивы, и специализированные сайты, порталы и проекты, посвященные войне, форумы и списки. Большим плюсов в работе с Интернет-ресурсами является то, что для поиска сведений и своих родственниках человеку достаточно знать фамилию родственника, информацию о котором он желает найти.

Интернет-ресурсы для поиска. Как уже было отмечено, сегодня использование Интернет-ресурсов – это очень удобный способ поиска информации о родственниках. Специализированных сайтов, посвященных Великой Отечественной войне, создано много. И на каждом из этих сайтов можно узнать что-то новое о подвиге как всего народа, так и каждого человека лично. Ниже мной приведен список бесплатных Интернет-ресурсов, на которых

можно найти большое количество информации о действиях своего родственника во время войны.

Федеральное архивное агентство – центральный Архив Министерства обороны. Сведения об участии родственников в Великой Отечественной войне, о пропавших без вести, о подтверждении участия в партизанском движении, насильственном вывозе граждан СССР в Германию во время Великой Отечественной войны и др.

Память народа – портал с наиболее полной информацией об участниках Великой Отечественной войны. Создан Министерством обороны по решению Российского оргкомитета «Победа» и поддержан поручением Президента Российской Федерации и Постановлением Правительства РФ.

Библиотека Победы – подборка редких и ценных документов прошлых лет на портале Национальной электронной библиотеки. В коллекции собраны книги, открытки, плакаты, листовки.

Забытый полк – поиск мест захоронения воинов. В разделе «Помогите найти» можно разместить запрос о судьбе пропавшего солдата или офицера. Размещён список фронтовиков, которых ждут неврученные ордена и медали.

Мемориал – обобщенный банк данных содержит информацию о защитниках Отечества, погибших и пропавших без вести в период Великой Отечественной войны и послевоенный период. Списки репрессированных и умерших в лагерях и тюрьмах.

Подвиг народа – информационный ресурс открытого доступа, наполняемый всеми имеющимися в военных архивах документами о ходе и итогах основных боевых операций, подвигах и наградах всех воинов Великой Отечественной.

Сайт музейного комплекса «Дорога памяти» – здесь можно найти информацию о музейном комплексе «Дорога памяти», мемориале, расположенном на территории музея. В разделе галерея памяти, вбив в поисковую строку фамилию героя, можно найти подробные данные о его воинской службе, а также информацию о месте рождения и его жизни после войны.

Информация о герое. Летом 2024 года Московский Политехнический университет предложил своим студентам принять участие в проекте и найти сведения о участниках Великой Отечественной войны, которые в свое время были или студентами, или работниками университета. В рамках данной работы мне было необходимо найти информацию о двух участниках войны: Семашко Яков Иванович и Мостовой Александр Борисович. В этой статье я бы хотела показать результаты своей работы на примере героя Семашко Якова Ивановича (04.01.1910-05.11.1982).

Семашко Яков Иванович родился в 04.01.1910. в Белорусской ССР, Ястребово. С июня 1941 года был призван на службу в РККА.

За время Великой Отечественной Войны имел воинское звание лейтенанта; гв. капитана; гв. ст. лейтенанта; капитана. Служба проходила в следующих частях: 15 гвардейский стрелковый полк 2 гвардейской стрелковой

дивизии; Выборгский военно-пересыльный пункт, Ленинградская обл., г. Выборг; эвакуационный госпиталь 3025; 54 армия; 13 гвардейский стрелковый полк 3 гвардейской стрелковой дивизии; 2 гвардейская армия; 15 гвардейский отдельный истребительно-противотанковый дивизион.

Краткое досье героя Великой Отечественной войны:

ФИО: Семашко Яков Иванович

Дата рождения: 04.01.10.

Место рождения: Белорусская ССР, Брестская обл., Барановичский р-н, Ястребово

Воинское звание: лейтенант; гв. капитан; гв. ст. лейтенант; капитан

Дата начала службы: 01.07.1941.

Дата окончания службы: 15.12.1945.

Место призыва: Бауманский РВК, Московская обл., г. Москва, Бауманский р-н

Место службы: Выборгский военно-пересыльный пункт, Ленинградская обл., г. Выборг

Реквизиты документа: ЦАМО, Фонд: 1049, Опись: 2, Дело: 26

Части и подразделения: 15 гвардейский стрелковый полк 2 гвардейской стрелковой дивизии; Выборгский военно-пересыльный пункт, Ленинградская обл., г. Выборг; эвакуационный госпиталь 3025; 54 армия; 13 гвардейский стрелковый полк 3 гвардейской стрелковой дивизии; 2 гвардейская армия; 15 гвардейский отдельный истребительно-противотанковый дивизион.

Заслуги и награды:

Медаль «За отвагу» 27.02.1943

Орден Красной Звезды 03.10.1943

Орден Отечественной войны II степени 30.05.1944

Орден Отечественной войны I степени 25.12.1944

История участника войны. Семашко Яков Иванович родился в Беларуси в местечке Островно Витебской губернии в крестьянской семье. В семье было пятеро детей: три брата и две сестры. Все три брата до войны получили высшее образование. Яков Иванович, закончив Северокавказский университет в Ростове-на-Дону, работал в Москве в железнодорожном техникуме преподавателем математики. В РККА с июня 1941 года. Служил на должности помощника начальника штаба по разведке 13-ого гвардейского стрелкового Севастопольского полка 3-ей гвардейской стрелковой Волновахской дивизии. Воевал на Волховском, Сталинградском, Южном, 4-ом Украинском, 1-ом Прибалтийском фронтах. Был тяжело ранен на Волховском фронте (март 1942 г.), контужен на Южном фронте (август 1943 г.). Проводил большую работу по подбору и обучению кадров разведчиков. В результате этой работы разведчики выполняли все поставленные перед ними задачи. Сам невысокого роста, не обладавший особенной физической силой, подбирал в разведгруппу сильных, рослых солдат. Со своими разведчиками не раз доставлял ценные сведения, брал «языков». В феврале 1943 года в боях с немецкими захватчиками у населённого пункта Шапошниково

Матвеево-Курганского района Ростовской области, действуя в составе штурмовой группы, одним из первых ворвался на высоту в немецкие окопы. В боях с 8 на 14 апреля 1944 года при прорыве сильно укрепленной линии обороны немцев в районе г. Армянска Крымской АССР и в последующих боях за Евпаторию и Саки со своими разведчиками организовал непрерывную связь между ведущими бои соединениями, что способствовало успеху операции, организовал разведку на переднем крае и в тылу противника, разведал 24 огневые точки, добыл ценные сведения, взял в плен 15 немцев. Первым с группой разведчиков вошёл в родное Островно, из которого уже бежали немцы, испугавшиеся стремительного натиска советских войск. Как смелый, предприимчивый, изобретательный разведчик, самоотверженный офицер проявил себя на 1-ом Прибалтийском фронте. Точно установил расположение арьергарда противника в районе д. Монкайцы Шауляйского уезда, скрытно подвёл боевые порядки своего полка на расстояние до 200 метров к боевым порядкам противника; своевременно обнаружил засаду и боевые порядки противника, уберёг полк от потерь при движении на Покамонен. Ещё много удивительных историй можно рассказать о смелом разведчике. Награжден медалью «За отвагу», орденом Красной Звезды, орденом Отечественной войны 1 степени, орденом Отечественной войны второй степени, медалью «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941 – 1945 гг.» После войны был слушателем Высших Разведывательных курсов Усовершенствования офицерского состава Красной Армии. В дальнейшем всю свою жизнь связал с преподавательской деятельностью: работал преподавателем математики в Московском металлургическом техникуме.

Список литературы

1. Библиотека победы URL: https://pobeda.rusneb.ru/ (дата обращения 10.08.2024)
2. Воронежская областная универсальная научная библиотека имени И.С. Никитина // Список Интернет-ресурсов о Великой Отечественной войне: к 75-летию Победы URL:https://vrnlib.ru/ (дата обращения 10.08.2024)
3. Всероссийское генеалогическое древо // Советы начинающим генеалогам URL:https://docs.vgd.ru/kak-najti-predkov (дата обращения 10.08.2024)
4. Забытый полк URL: https://www.polk.ru/novosti/ (дата обращения 10.08.2024)
5. Мемориал URL: https://www.obd-memorial.ru (дата обращения 10.08.2024)
6. Музейный комплекс дорога памяти URL: https://1418museum.ru/ (дата обращения 10.08.2024)
7. Память народа URL: https://pamyat-naroda.ru/ (дата обращения 10.08.2024)
8. Подвиг народа URL: https://podvignaroda.mil.ru (дата обращения 10.08.2024)
9. Федеральное архивное агентство URL: https://archives.ru/library-oun.shtml (дата обращения 10.08.2024)
10. Яндекс. Поиск по архивам URL: https://yandex.ru/archive?ysclid=m0cb6uz82l277675269 (дата обращения 10.08.2024)

Алюбаева К.И.
студент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ТЫЛ, КОТОРЫЙ ВДОХНОВЛЯЛ: ОМСК – ГОРОД КУЛЬТУРЫ И ЗАВОДОВ В ГОДЫ ВОЙНЫ

Аннотация. Статья посвящена роли Омска как важного тылового центра в годы Великой Отечественной войны, объединившего промышленное производство и культурную жизнь. Рассматриваются процессы эвакуации заводов, деятельность театров (включая Театр им. Вахтангова), а также вклад художников и музыкантов в поддержание морального духа населения. Исследование основано на исторических фактах и архивных материалах, раскрывающих уникальный вклад Омска в оборону и культурное сопротивление в военные годы.

Ключевые слова: Великая Отечественная война, эвакуация заводов в Омск, трудовой подвиг, культура тыла, Омский драматический театр, театр им. Вахтангова, Окна ОмСХ.

Alyubaeva K.I.
Student
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

THE INSPIRING HOME FRONT: OMSK – WHERE CULTURE AND INDUSTRY THRIVED IN WARTIME

Abstract. The article explores the role of Omsk as a crucial homefront hub during the Great Patriotic War, combining industrial production and cultural life. It examines the evacuation of factories, the activities of theaters (including the Vakhtangov Theatre), and the contributions of artists and musicians in maintaining public morale. The study is based on historical facts and archival materials, revealing Omsk's unique role in defense and cultural resistance during the war years.

Keywords: Great Patriotic War; evacuation of factories to Omsk; labor feat; homefront culture; Omsk Drama Theater; Vakhtangov Theatre; Omsk Artists' Union Windows.

22 июня 1941 года жизнь в Омске, как и во всей стране, разделилась на «до» и «после». Война, которая началась так внезапно, ворвалась в каждый дом, в каждую семью. Но если на фронте шли бои, то в тылу, в далеком сибирском Омске, разворачивалась другая битва − битва за жизнь, за победу, за будущее. Этот город, тихий и уютный до войны, стал одним из главных тыловых центров страны. И его история − это история невероятного подвига, любви и стойкости.

Заводы. Уже осенью 1941 года в Омск начали прибывать первые эшелоны с людьми и оборудованием. Омск, как крупный город в глубоком тылу, стал одним из основных пунктов назначения для эвакуированных предприятий и людей. Перевозить заводы позволяли наличие железной до-

роги и речной путь по Иртышу. Станки, прессы, двигатели и другие сложные механизмы перевозились в поездах, людей отправляли в Омск на баржах по рекам. Тогда Омская область простиралась от юга России до северного ледовитого океана (включала в себя современную Тюменскую и часть Курганской области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа)

А не перевозить заводы даже не обсуждалось. Если бы заводы остались на оккупированных территориях, они были бы уничтожены или использованы врагом. Эвакуация позволила сохранить промышленность и продолжить производство военной техники и боеприпасов.

Заводы начинали работать буквально под открытым небом, пока строились цеха. Всего было перевезено около 100 предприятий. Самые значимые из них:

- Завод № 174 из Ленинграда − один из крупнейших танковых заводов СССР. На его базе в Омске был создан Омский танковый завод, он выпускал танки Т-34.
- Московский авиационный завод № 166 − производил бомбардировщики Ту-2.
- Харьковский моторостроительный завод − выпускал авиационные двигатели.
- Киевский завод «Большевик» − производил артиллерийские орудия.

В общем, заводы производили жизненно необходимую для победы на войне технику.

Люди, многие из которых никогда не держали в руках инструментов, становились у станков. Женщины, подростки, старики − все они работали, не зная усталости. И, конечно, дух народа в таких условиях просто необходимо поддерживать.

Театр. Культура и искусство стали инструментом поддержания морального состояния людей, в Омск эвакуировались театры, музеи, творческие коллективы и деятели искусства из западных регионов страны. Так Омск стал одним из центров культурной жизни СССР в годы войны. На омской сцене играли актеры эвакуированных театров им. Вахтангова, «Ромэн». Зимой устраивались городские ёлки, летом обустраивались пляжи, последний сеанс в кинотеатрах Омска начинался в 23 часа, а в театре – в половину первого ночи: благодаря этому омичи, трудившиеся допоздна, могли отдохнуть после тяжёлого дня. Также появилась традиция приводить на спектакли солдат, уходящих на фронт.

Самый известный переехавший театр – театр им. Вахтангова. Осенью 1941 года, после того как в здание театра имени Вахтангова в Москве попала бомба, было принято решение об эвакуации коллектива в Омск. Основной состав труппы во главе с художественным руководителем, народным артистом РСФСР Рубеном Симоновым, и часть студентов театрального училища

имени Щукина прибыли в Омск 22 октября 1941 года, всего около 250 человек. Готовясь к приезду театра им. Вахтангова, Омский областной отдел по делам искусств организовал специальную комиссию, которая начала готовить артистам жильё, решала вопросы питания и встречи труппы на вокзале.

Готовился к встрече со столичными коллегами и Омский драматический театр. И нельзя сказать, что всё проходило гладко: художественному руководителю театра, актрисе и режиссёру Лине Самборской, занявшей пост в июне 1941 г., пришлось повоевать за свою труппу в начальственных кабинетах. Дело в том, что многие театры, расположенные за Уралом, власти в приказном порядке переводили в другие места. Так, Омскую драму планировали перевести в Тару, Москаленки или Исилькуль. Самборская – единственная из художественных руководителей театров за Уралом, кто смог отстоять свой коллектив и право выступать на собственной сцене.

Чтобы понять значимость этого поступка, обратимся к послевоенному времени: после возвращения театров из эвакуации столичная комиссия по культуре была вынуждена признать, что некоторые театры за это время значительно просели в качестве постановок, растеряв труппу или перейдя к примитивному репертуару. А ведь это были театры, выросшие из мощнейших дореволюционных школ!

Так что Лина Самборская не просто отстояла для своих актёров здание театра – она вместе с супругом Николаем Шевелёвым, главным режиссёром театра, сохранила его самобытность и уровень актёрской игры всего коллектива.

Труппа омского театра и вахтанговцы, так их называли омичи, чередовали свои спектакли на сцене театра: 4 дня в неделю играли вахтанговцы, 3 − омичи. Обычно спектакли шли несколько раз в день: в 10:00, 14:30, 20:00 и 00:00 или 00:30 и длились по 3–4 часа (как правило, давали спектакль и концерт). Билеты в театр были дешёвыми: от 3 до 18 рублей. Намного дороже в те годы стоил хлеб: 500–600 рублей за булку… Сборы от спектаклей перечислялись в Фонд обороны, в помощь семьям фронтовиков или на подарки бойцам Красной Армии, а в 1942 г. вахтанговцы объявили сбор средств на постройку эскадрильи противотанковых самолётов «Советский артист».

Частью работы актеров стали поездки в госпитали и помощь в реабилитации солдатам. «В холодных автобусах, прижавшись друг к другу, ездили на концерты все без исключения мастера театра», – вспоминает в мемуарах сын Рубена Симонова Евгений, которому в начале войны исполнилось 16 лет.

Вместе с медсёстрами и санитарами актёры помогали раненым писать письма, переодеваться и передвигаться. Однако врачи просили, чтобы они больше заботились о моральном духе солдат, помогая отвлекаться им от невесёлых мыслей. Актёры читали стихи Лермонтова, Григорьева, Давы-

дова и Пушкина, показывали юмористические скетчи и устраивали концерты. Нередко актёры обоих театров вместе выезжали на концерты в госпитали, сельские районы, цеха предприятий или эвакопункты, открытые на железной дороге.

1941 г. Комедией У. Шекспира «Много шума из ничего» Московский государственный театр им. Вахтангова открыл свой сезон в Омске. В главных ролях были заняты артисты Р. Н. Симонов, Ц. Л. Мансурова, А. Л. Абрикосов.

Жители Омска могли сходить на спектакль «Фельдмаршал Кутузов», актуального как никогда, ведь немецкие войска в это время уже стояли под Москвой, а Красная армия готовилась начать контрнаступление. Этот спектакль критики единодушно назвали личным вкладом вахтанговцев в битву под Москвой, позже, после приезда Алексеея Дикого ставили патриотические пьесы: «Разлом» Бориса Лавренёв, «Фронт» Александра Корнейчука, спектакль «Олеко Дундич» Алексея Дикого, «Парня из нашего города» и спектакль «Русские люди» Константина Симонова, последний стал для Театра им. Вахтангова первой работой о Великой Отечественной войне. Критики высоко оценили постановку. На Омской сцене за такой короткий срок часть поставленных пьес вошла в золотой фонд советского театра.

В общей сложности коллектив Московского театра имени Евгения Вахтангова работал на омской сцене 22 месяца. Дружба между театрами до сих пор продолжается, с 1977 года раз в два года Государственный академический театр имени Евгения Вахтангова показывает свои спектакли в Омске, а Омская драма раз в два года приезжает с гастролями в Москву. С этого же года на здании Омского академического драматического театра находится мемориальная доска, посвящённая пребыванию в Омске Московского государственного академического театра имени Евгения Вахтангова (рис. 1).



Рис. 1. Мемориальная доска о коллективе театра им. Вахтангова на здании Омского Драматического театра

Омский Союз Художников. Творчество художников, эвакуированных в Омск, в этот период приобрело ярко выраженный агитационно-пропагандистский характер, направленный на поддержку боевого духа населения и военнослужащих (рис. 2). Одной из ключевых форм художественной работы стали сатирические плакаты, создававшиеся по аналогии с московскими «Окнами ТАСС». В Омске подобные агитационные материалы выпускались под названием «Окна сатиры» и представляли собой уникальный синтез изобразительного искусства и поэтического слова.



Рис. 2. Окно № 3. «Лев и котенок» Неизвестный художник. 1941–1942 гг.

Производство плакатов осуществлялось под руководством председателя Омского союза художников Тимофея Павловича Козлова, который не только координировал работу, но и сам активно участвовал в создании агитационных материалов. В этом процессе были задействованы как местные художники, такие как Кондратий Петрович Белов и Андрей Михайлович Дубровский, так и эвакуированные мастера, включая Ивана Николаевича Беспалова, Александра Яковлевича Быховского, Бориса Николаевича Дейкина, Семена Ильича Лещинского, Вячеслава Минеевича Мариупольского и Владимира Ивановича Цетнаровского. Примечательно, что Борис Дейкин не только создавал графические работы, но и писал тексты ко многим выпускам. Литературную часть плакатов также разрабатывали известные поэты – омич Леонид Николаевич Мартынов и эвакуированный Борис Константинович Ковынёв.

Для организации работы художников Омский горисполком выделил специализированное помещение на улице Ленина, где располагалась мастерская по изготовлению плакатов. За первый год было выпущено 45 «Окон Омского союза художников», из которых лишь 7 являлись копиями московских аналогов, а остальные представляли собой оригинальные произведения, созданные местными авторами. Эти плакаты рассматривались как важнейшее средство политической агитации, сочетавшее доступность восприятия с высокой художественной выразительностью.

Особую роль в создании сатирических плакатов играл поэт Леонид Мартынов, чьи стихотворные тексты значительно усиливали воздействие визуального ряда. Несмотря на вынужденный переход к публицистике и сатире, Мартынов сумел адаптировать свой стиль к требованиям плакатного жанра. Его сотрудничество с художниками, включая Т. П. Козлова, И. Н. Беспалова и К. П. Белова, привело к появлению ряда выдающихся агитационных работ. Одним из наиболее запоминающихся примеров стало первое «Окно ОмСХ» – «Гадина из Берхтесгадена» (рис. 3, 4), созданное Козловым в ответ на сообщение о резиденции Гитлера. Этот плакат, отличавшийся едкой сатирой, получил широкий отклик у омской публики. Вместе с тем, некоторые критики отмечали, что тексты Мартынова порой были излишне пространными, что несколько снижало их эффективность в контексте плакатного искусства.



Рис. 3. «Гадина из Берстесгадена». Сентябрь 1941 г., Худ. – Т.П. Козлов, текст – Л.Н. Мартынов



Рис. 4. «Новости фашистской ветеринарии». Октябрь 1941 г., Худ. – Т.П. Козлов, текст – Л.Н. Мартынов

Помимо работы над агитационными материалами, деятели культуры Омска активно участвовали в концертной деятельности, выступая перед ранеными в госпиталях, рабочими на предприятиях и военнослужащими на фронте. Эти выступления имели огромное психологическое значение, помогая людям сохранять стойкость в тяжелых условиях войны. Труд художников, музыкантов и актеров в военные годы был сопоставим по напряжению с работой в промышленности – они жили в неотапливаемых помещениях, испытывали недостаток в продовольствии, многие потеряли близких на фронте. Тем не менее, их вклад в общее дело победы оставался неоценимым, поскольку искусство стало одним из ключевых инструментов мобилизации духовных сил общества.

Список литературы

1. Город, изменивший театр: Омская прописка театра им. Вахтангова в годы войны [Электронный ресурс] // Трамплин. URL: https://tramplin.media/news/2/5047 (дата обращения: 9.03.2025)
2. История Омска: 1941-1945 годы [Электронный ресурс] // Официальный портал Администрации города Омска. URL: https://admomsk.gosuslugi.ru/gorod/istoriya/lenta-istoricheskih-sobytiy/19411945-gody/ (дата обращения 9.03.2025)
3. История театра [Электронный ресурс] // Омский Государственный Драматический театр. URL: https://omskdrama.ru/theater/history/ (дата обращения 9.03.2025)
4. Окна Омского союза художников [Электронный ресурс] // Исторический архив Омской области. URL: https://iaoo.ru/page/okna-omskogo-soyuza-hudozhnikov (дата обращения: 9.03.2025)

Богоутдинов Ф.Р.
студент
Научный руководитель: ***Крутина Е.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВТОРАЯ ДИВИЗИЯ НАРОДНОГО ОПОЛЧЕНИЯ СТАЛИНСКОГО РАЙОНА МОСКВЫ

Аннотация. В статье описывается формирование и боевой путь 2-й дивизии народного ополчения (2 ДНО) Сталинского района Москвы в июле – декабре1941 года. Дивизия была создана 4–7 июля из добровольцев Москвы и Подмосковья, включая рабочих крупных предприятий, студентов и преподавателей МАМИ, а также курсантов военных училищ. После краткой подготовки дивизия была направлена на Можайскую линию обороны, где участвовала в строительстве укреплений. Несмотря на потери и трудности, 2 ДНО сыграла важную роль в обороне Москвы, особенно на рубежах рек Лама и Вязьма. В октябре 1941 года, понеся тяжелые потери в боях под Вязьмой, дивизия была расформирована. Её героическое сопротивление стало частью общего подвига народного ополчения, продемонстрировавшего мужество и сплочённость советского народа в борьбе против фашизма.

Ключевые слова: Великая Отечественная война; народное ополчение; Битва под Москвой; 2-я дивизия народного ополчения; Вяземский окружение.

Bogoutdinov F.R.
Student
Scientific Advisor: ***Krutina E.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

SECOND DIVISION OF THE PEOPLE'S MILITIA OF THE STALIN DISTRICT OF MOSCOW

Abstract. The article describes the formation and combat path of the 2nd Division of the People's Militia (2 DNO) of the Stalinsky District of Moscow in July – October 1941. The division was created on July 4-7 from volunteers of Moscow and the Moscow region, including workers of large enterprises, Students and teachers of MAMI, as well as cadets of military schools. After brief training, the division was sent to the Mozhaisk defense line, where it participated in the construction of fortifications and held back the advance of German troops. Despite losses and difficulties, the 2nd DNO played an important role in the defense of Moscow, especially on the Lama and Vyazma rivers. In October 1941, having suffered heavy losses in the battles near Vyazma, the division was disbanded. Its heroic resistance became part of the general feat of the people's militia, demonstrating the courage and unity of the Soviet people in the fight against fascism.

Keywords: Great Patriotic War; people's militia; Battle of Moscow; 2nd People's Militia Division; Vyazemsky encirclement.

Формирование дивизии. С 4 по 7 июля 1941 года в Сталинском районе города Москвы была сформирована 2-я дивизия народного ополчения. Её личный состав набирался из рабочих и служащих заводов и фабрик района. Пополнялся батальонами из Балашихи, Серпухова. Местом формирования дивизии, или штабом, стала средняя школа № 434, расположенная по адресу: улица Щербаковская, дом 36. Часть ополченцев, как выяснилось при работе над книгой «Ополченцы московских вузов», записывались в школе № 425. Она находилась в соседнем здании с Московским Автомеханическим институтом. Позже школу закрыли, а здание передали МАМИ. Сейчас это корпус Б нашего вуза, где находится столовая.

Это была единственная школа в Москве, руководство которой осенью 1941 года ослушалось приказа закрыться и продолжали занятия со старшеклассниками. В начале октября в Москве была паника, многие в спешном порядке покидали город. А тех детей, которые остались, собрали в классы и продолжили занятия по основным предметам: математика, русский язык, физика и литература. Многие из них после учебы шли на Московский инструментальный завод, который располагался в 200 метрах от школы и помогали на производстве, выполняя несложную механическую работу или перетаскивали грузы. Те, что постарше, вставали за станки вместо ушедших на фронт рабочих.

Большая часть рабочих ушла именно в народное ополчение добровольно, имея бронь. В состав 2-й дивизии народного ополчения Сталинского района города Москвы записались около 800 человек Московского электролампового завода и ещё порядка 9000 с заводов, предприятий и вузов Сталинского района Москвы, ныне это Восточный административный округ (ВАО г. Москвы). На момент начала Великой Отечественной войны здесь функционировало около 70 предприятий, такие как: завод №24 им. Фрунзе, инструментальный завод, Измайловская прядильно-ткацкая фабрика, шелкоткацкая фабрика им. Щербакова и др. предприятий Сталинского района, также в состав дивизии вошло 68 студентов, преподавателей и сотрудников Московского автомеханического института (МАМИ), их биографии представлены в книге «Ополченцы московских вузов. Часть 1. МАМИ».

При работе над книгой были использованы 2 приказа 1941 года, где указан список из 14 работников МАМИ и 54 студентов. Только фамилии и инициалы. Важным аспектом работы стало изучение истории 2-й дивизии, чтобы иметь возможность сопоставлять и анализировать факты из биографий наших студентов и работников при работе над каждой из фамилий.

Кроме рабочих, студентов, преподавателей, в состав 2-й дивизии вошли бывшие военные, призванные из запаса, которым было поручено руководство подразделениями и курсанты вторых курсов Ярославского и Вышеволоцкого военных училищ, которым досрочно было присвоено звание лейтенантов. Общая численность 2-й дивизии народного ополчения составила около 12 тысяч человек. В ночь с 7 на 8 июля дивизия покинула Москву и

направилась в район Химки − Сходня − Крюково. Там она должна была получить военное обмундирование, вооружение и транспорт. Однако в результате первого же перехода из 12 тысяч человек, набранных в дивизию, отсеялись 3500. Остальные получили обмундирование, находясь в Химках.

Боевой путь дивизии. В ночь с 10 на 11 июля дивизия на железнодорожном и автомобильном транспорте добралась до районов Клина и Высоковска. С 13 по 15 июля был дан приказ заниматься строительством оборонительной полосы на участке Кузьминское − Теряева Слобода − Любятино протяжённостью 15 километров. 17 июля дивизия переместилась к реке Лама. К 25 июля была завершена оборонительная полоса на участке Ошейкино − Ярополец − Ивановское, расположенном северо-западнее Волоколамска. Эта полоса стала частью Можайского оборонительного рубежа, который сыграл важную роль в отражении первого наступления немецких войск на Москву в октябре 1941 года. В тот же день дивизия вошла в состав 32-й армии фронта Можайской линии обороны. 25 июля штаб 32-й армии приказал 2-й дивизии народного ополчения к 31 июля выйти к реке Вязьме и занять оборону на её берегу от Ордулева до Серижани, общая протяжённость фронта составляла 18 километров. Тогда были преодолены около 200 км, в основном пешком.

На реке Вязьме была построена ещё одна линия обороны, которая стала главной полосой обороны с передним краем по реке и полосой заграждений, а также вторая (тыловая) полоса обороны. Она имела передний край по линии Ломы − Марьино − Пекарево − Богородицкое и далее на юго-восток по восточному берегу болотистого ручья Бебря, общая протяжённость составляла около 18 километров. 1 сентября 2-я стрелковая дивизия народного ополчения сменила на Днепре 133-ю стрелковую Сибирскую дивизию, которая отправилась в район Ельни для участия в контрударе 24-й армии. Дивизия расположилась на участке Серково − Спичино − Яковлево, контролируя автомагистраль и железную дорогу Москва − Минск. В сентябре 1941 года дивизия занималась укреплением района автострады Москва − Минск у переправы через Днепр. 26 сентября 1941 года дивизия была преобразована в стрелковую дивизию кадрового состава. Ей был присвоен войсковой номер, и она стала называться 2-й стрелковой дивизией. 30 сентября 1941 года началась битва за Москву, где участвовала 2-я стрелковая дивизия в Вяземской оборонительной операции, которая проходила 2–13 октября 1941 года, вместе с десятью бывшими дивизиями московского ополчения. Исключением стала 4-я дивизия народного ополчения Куйбышевского района, которая в начале сентября была переброшена к озеру Селигер и потому не принимала участия в этих боях. 7 октября 1941 года немецким войскам удалось замкнуть в кольцо окружения части Западного и Резервного фронтов под Вязьмой. 11 октября 1941 года командование окружённой группировки Красной армии предприняло попытку организованного прорыва у села Бо-

городицкого, поставив в авангарде наступления бойцов 2-й стрелковой дивизии. Им удалось прорвать вражескую оборону, но из-за превосходящих сил противника к 12 октября кольцо окружения снова сомкнулось.

Судьба ополченцев 2-й дивизии народного ополчения Сталинского района Москвы с 26 сентября 1941 сложилась трагически: большинство погибли, пропали без вести или попали в плен в ходе Вяземской операции. Анализируя отрывочную информацию, исследователи приходят к выводам, что около 1500 человек удалось вырваться из окружения. Часть из них присоединилась к партизанам и осталась на оккупированной территории. А часть продолжила свой путь до воссоединения с регулярными войсками. Большинство остались на полях сражения под Богородицком. Часть попали в плен и умерли там от голода, холода и ран. На месте гибели 2-йдивизии установлена стела (рис.). Позже Дивизия была исключена из состава Красной Армии как погибшая.



Рис. Стела в селе Богородицкое Вяземского района Смоленской области на месте гибели 2-й дивизии народого ополчения Сталинского района города Москвы [5]

Подвиги ополченцев в Великую Отечественную войну оказали огромное влияние на победу Красной армии. Московское Народное ополчение – символ народного единства, героизма и мужества.

Список литературы

1. Муждабаева Л. Е., Дрожжина-Лабинская А. Ю. Ополченцы московских вузов. Часть 1. МАМИ. М., 2024, 123 с
2. Московское народное ополчение. Июль 1941-го http://smol1941.narod.ru/divnaropolh.htm (дата обращения: 03.04.2025)
3. Ополчение на защите Москвы. Документы и материалы о формировании и боевых действиях Московского народного ополчения в июле 1941 − январе 1942 г. / Сост. Л.С. Беляева, В.И. Бушков, И.И. Кудрявцев. М., 1978. С. 29-30.
4. Михайлов И.Г. Вязьма. Вязьма, 2021
5. Фотовыставка, посвященная 25-летию стелы в честь воинов 2-й дивизии Народного ополчения Сталинского района г. Москвы и 200-го ОАД. URL:

https://www.culture.ru/events/329762/fotovystavka-posvyashennaya-25-letiyu-stely-v-chest-voinov-2-i-divizii-narodnogo-opolcheniya-stalinskogo-raiona-g-moskvy-i-200-go-oad (дата обращения: 03.04.2025)

Оландарев А.А.
студент
Научный руководитель: ***Татаренко М.А.***
старший преподаватель
Волгоградский государственный институт искусств и культуры
Россия, Волгоград

ВЛИЯНИЕ МАССОВОГО ПРАЗДНИКА НА СОХРАНЕНИЕ СЕМЕЙНЫХ ЦЕННОСТЕЙ И ТРАДИЦИЙ

Аннотация. Семья является фундаментальной ячейкой общества, в рамках которой происходит передача культурных, духовных и нравственных ценностей из поколения в поколение. В современных условиях, когда общественные институты сталкиваются с кризисными явлениями, вопрос сохранения семейных традиций приобретает особую значимость. Важную роль в этом процессе играет массовый праздник как социокультурное явление, способствующее консолидации общества, укреплению родственных связей и формированию семейных ценностей.

Ключевые слова: массовый праздник, функции массового праздника, фестиваль, семья, семейные ценности, семейные традиции.

Olandarev A.A.
Student
Scientific Advisor: ***Tatarenko M.A.***
Senior Lecturer
Volgograd State Institute of Arts and Culture
Russia, Volgograd

THE IMPACT OF A MASS HOLIDAY ON THE PRESERVATION OF FAMILY VALUES AND TRADITIONS

Abstract. The family is a fundamental unit of society, within which cultural, spiritual and moral values are transmitted from generation to generation. In modern conditions, when public institutions are facing crisis phenomena, the issue of preserving family traditions is of particular importance. An important role in this process is played by a mass holiday as a socio-cultural phenomenon that contributes to the consolidation of society, strengthening family ties and the formation of family values.

Keywords: mass celebration, functions of mass celebration, festival, family, family values, family traditions.

В последние десятилетия российское государство активно поддерживает институт семьи на законодательном уровне, инициируя различные проекты и программы, направленные на укрепление семейных отношений. Однако, несмотря на эти усилия, статистика разводов остается высокой, что ведет к разрушению традиционных семейных укладов и ослаблению института семьи в целом. Актуальность исследования обусловлена несколькими ключевыми факторами: значимость семьи на государственном уровне, влияние массовых праздников на формирование культурных и нравственных ориентиров общества, статистические данные о состоянии семейных отношений и демографические вызовы, историческая трансформация семейных традиций и необходимость их сохранения.

Государственная поддержка семьи в России является одним из ключевых направлений социальной политики. Конституция РФ закрепляет права семьи, материнства, отцовства и детства как приоритетные ценности общества. В статье 38 Конституции указано: «Материнство и детство, семья находятся под защитой государства.» На законодательном уровне разработан и принят ряд нормативно-правовых актов, направленных на поддержку семейных ценностей: Указ Президента РФ от 14 мая 2021 года № 304 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» ставит задачу повышения уровня рождаемости и улучшения демографической ситуации; Концепция государственной семейной политики в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 25 августа 2014 года № 1618-р, определяет приоритетные направления работы по укреплению института семьи; Федеральный закон «О государственных гарантиях прав ребенка в Российской Федерации» от 24 июля 1998 года № 124-ФЗ защищает права детей и способствует созданию благоприятных условий для их воспитания в семье.

В последние годы в России реализуется ряд проектов, направленных на поддержку семейных ценностей. К числу наиболее значимых инициатив можно отнести: национальный проект «Демография», включающий программы поддержки семей с детьми, стимулирования рождаемости и укрепления института брака; программа «Крепкая семья», реализуемая при поддержке Фонда поддержки детей, находящихся в трудной жизненной ситуации; социальный проект «Семья – это главное», направленный на популяризацию традиционных семейных ценностей через культурные и образовательные мероприятия; фестиваль «Семья России», проводимый в различных регионах страны, где семьи принимают участие в конкурсах, тематических встречах и общественных инициативах. Кроме того, в 2024 году в России объявлен Год семьи, в рамках которого реализуются масштабные проекты, направленные на поддержку и развитие семейных традиций, воспитание подрастающего поколения в духе уважения к родственным связям и историко-культурному наследию.

Несмотря на предпринимаемые меры, ситуация с сохранением браков остается сложной. Согласно данным Росстата, в 2023 году в России было

зарегистрировано более 900 тысяч браков, но при этом более 600 тысяч разводов. Это означает, что на каждые 9 заключенных браков приходится 6 расторгнутых. Основные причины разводов включают: экономические трудности; несовпадение жизненных ценностей супругов; недостаток поддержки со стороны общества и государства; проблемы воспитания детей в неполных семьях.

Последствия разрушения семей особенно отражаются на детях. Согласно исследованиям, дети, воспитывающиеся без отцов, чаще испытывают психологические трудности, имеют проблемы с социальной адаптацией и реже создают крепкие семьи в будущем. Это, в свою очередь, негативно сказывается на демографической ситуации: уменьшается количество молодых людей, готовых к осознанному родительству, и снижается уровень рождаемости.

Кроме того, в современном обществе отмечается кризис семейных ценностей, связанный с изменением традиционных ролей мужчины и женщины в семье, распространением идеологии индивидуализма и снижением значимости семейных устоев. В этих условиях необходима целенаправленная работа по восстановлению уважения к семейным традициям, и одним из эффективных инструментов этой работы является массовый праздник.

Семейные традиции играли важную роль во всех культурах мира. В России исторически семейные ценности строились на принципах патриархата, уважения к старшему поколению и коллективного воспитания детей. Основными традициями русской семьи были: почитание родителей и предков; семейные праздники, связанные с религиозными и сезонными циклами (Рождество, Пасха, Масленица); передача ремесленных и бытовых навыков от старших к младшим; совместные труды и обряды.

Однако в результате урбанизации, развития информационных технологий и глобализации ряд традиционных семейных обычаев был утрачен или трансформировался. В современных условиях массовый праздник становится одной из форм сохранения и возрождения семейных традиций, обеспечивая возможность их актуализации в новых культурных реалиях.

Семья является важнейшей ценностью общества, и государственная политика направлена на ее поддержку. Однако высокий уровень разводов и кризис традиционных ценностей требуют дополнительных усилий по укреплению института семьи. Массовый праздник играет ключевую роль в этом процессе, поскольку объединяет поколения, передает культурные нормы и формирует ценностные ориентиры. В следующих разделах статьи будет подробно рассмотрено, каким образом массовые праздники могут способствовать сохранению семейных традиций, какие педагогические приемы используются в их организации и какие примеры успешных мероприятий можно привести.

Семья – это социальный институт, основанный на родственных связях, браке или усыновлении, объединяющий людей для совместного прожива-

ния, воспитания детей и ведения хозяйства. В социологическом и культурологическом аспектах семья выполняет важнейшие функции, обеспечивая непрерывность культурных традиций, социализацию новых поколений и эмоциональную поддержку индивидов. Семейные ценности – это совокупность моральных, духовных и культурных норм, регулирующих взаимоотношения внутри семьи и ее взаимодействие с обществом. Они включают: любовь и взаимоуважение – фундамент здоровых семейных отношений; ответственность и заботу – выражаются в поддержке друг друга, воспитании детей; сохранение традиций – передача опыта, обычаев, ритуалов, связанных с семейной жизнью; религиозные и духовные ориентиры – в некоторых культурах семья строится вокруг религиозных ценностей; патриотизм и гражданственность – семья формирует чувство привязанности к родине. Семейные ценности претерпевают изменения под влиянием времени, общественных процессов и культурных особенностей, однако их основа остается неизменной – укрепление связей между членами семьи и формирование прочной социальной структуры.

Традиции – это устоявшиеся формы поведения, передающиеся из поколения в поколение. Они формируют коллективную память семьи и общества. В разных странах семейные традиции могут сильно различаться: Россия – важную роль играют православные праздники (Рождество, Пасха), почитание старших, совместные трапезы, празднование дней рождения и юбилеев, семейные посиделки; Китай – культ предков, совместное празднование Нового года, традиция многопоколенных семей; Индия – сложная система родственных связей, культ родителей, особая роль брачных традиций; Западные страны – большее внимание уделяется личностному развитию членов семьи, но сохраняются рождественские традиции, День благодарения.

В условиях глобализации традиционные модели семейных отношений трансформируются. Однако массовые праздники помогают сохранить национальные и семейные ценности, предоставляя возможность их обновления и передачи следующим поколениям. Массовый праздник – это комплексное культурное событие, объединяющее большое количество людей через общие символы, ритуалы и обряды. В контексте семейных ценностей массовый праздник выполняет несколько функций, такие как: воспитательная – передача традиций и норм молодому поколению; объединяющая – укрепление семейных связей через совместное участие; коммуникативная – развитие диалога между поколениями; рекреационная – создание позитивной эмоциональной атмосферы.

Согласно трудам режиссеров массовых представлений И. М. Туманова, С. И. Гавдис, массовый праздник – это форма активного приобщения общества к культуре, в которой каждый участник становится носителем традиций и ценностей. В книге «Основы режиссуры массовых представлений и праздников» [1, с. 112] отмечается, что праздник формирует «эмоциональную платформу», на которой строится семейное и коллективное самосознание. Примерами таких праздников, способствующих укреплению семейных

традиций являются: день семьи, любви и верности (8 июля) – направлен на популяризацию традиционного брака; масленица – объединяет семьи через совместные гуляния и ритуалы; новый год – важнейший семейный праздник, включающий традиции дарения подарков, украшения дома.

Через вовлечение в праздники семьи укрепляют свою идентичность, передают ценности детям и создают эмоциональную связь между поколениями. Массовый праздник играет важную роль в воспитательном процессе, воздействуя на личность через коллективное переживание, эмоции, символику. В режиссуре массовых представлений выделяют несколько воспитательных задач праздника: формирование культурного сознания – знакомство с традициями, участие в обрядах; эмоциональное вовлечение – создание атмосферы сопричастности; нравственное воспитание – приобщение к идеалам доброты, любви, уважения; развитие творческих способностей – участие в конкурсах, театрализованных представлениях. На основе анализа педагогических подходов к режиссуре праздников [9, с. 87] можно сделать вывод, что массовые мероприятия являются не только развлекательными, но и социально значимыми, поскольку через них происходит формирование гражданского и семейного самосознания.

Одним из примеров успешного применения массовых праздников в воспитании семейных традиций является фестиваль «Семья России». Он проходит в различных регионах страны и включает: конкурсы для многодетных семей; театрализованные постановки о семейных традициях; мастер-классы по народным ремеслам; тематические лекции о воспитании детей. Фестиваль «Семья России» демонстрирует, что массовый праздник может быть не только формой досуга, но и инструментом передачи культурных традиций и семейных ценностей.

Массовый праздник является мощным инструментом сохранения семейных ценностей. Через традиции, коллективное участие и воспитательные элементы он способствует укреплению семейных связей, передаче культурных норм молодому поколению. Сохранение национальной идентичности и семейных устоев невозможно без культурных мероприятий, формирующих уважение к традициям и сплоченность общества. Согласно труду Туманова «Теория режиссуры массовых представлений» [9, с. 152], массовый праздник – это не просто культурное событие, а механизм формирования общественного сознания. Именно поэтому при организации массовых мероприятий важное место занимает работа с ценностями, традициями и культурными кодами общества.

Массовые театрализованные представления – это особый вид сценического искусства, в котором задействовано большое количество исполнителей и зрителей, а ключевой задачей является не только развлечение, но и передача социально значимых идей. Такие мероприятия выполняют важную социальную, воспитательную и культурную функцию, что делает их незаменимым инструментом популяризации семейных ценностей. Основные функции массовых театрализованных представлений: воспитательная –

формирование мировоззрения, передача опыта старших поколений молодежи; коммуникативная – создание пространства для диалога между участниками праздника; объединяющая – сплочение общества, укрепление связей между поколениями; эстетическая – развитие художественного вкуса через театрализованные формы. Таким образом, массовые праздники становятся не просто развлекательными событиями, а инструментами воздействия на общественное сознание, что делает их особенно значимыми в деле сохранения семейных ценностей. Массовые праздники играют ключевую роль в формировании семейных традиций, поскольку создают условия для коллективного переживания радости, формирования положительных эмоций и сплочения. В ходе праздника происходит обмен культурными кодами, передача национальных традиций от старших поколений младшим.

На основании исследований режиссеров массовых представлений [1, с. 174] можно выделить несколько способов, с помощью которых массовые театрализованные представления способствуют сохранению семейных традиций: интерактивность – семьи становятся не просто зрителями, а участниками действия: например, конкурсы среди семейных команд развивают коллективизм и чувство ответственности; ролевые модели – в театрализованных постановках отражаются образы крепких семей, что формирует у зрителей позитивное отношение к институту брака; образность и символика – использование народных мотивов, фольклора, сказочных и исторических персонажей помогает передавать традиционные ценности. Таким образом, массовый праздник становится не только формой досуга, но и инструментом воспитания семейных ценностей через театрализованное действо.

При создании массовых театрализованных представлений важно учитывать сценарные принципы, которые обеспечивают воспитательный эффект мероприятия. Согласно труду Туманова [9, с. 201], при разработке сценария массового праздника важно учитывать следующие принципы: сверхзадача – основная идея, ради которой проводится мероприятие. например, если праздник направлен на укрепление семейных ценностей, то его сверхзадача может звучать как «воспитание уважения к семейным традициям»; образное видение – праздник должен быть построен на ярких визуальных образах, символизирующих семейные ценности; сценическая динамика – структура мероприятия должна быть такой, чтобы зритель постоянно был вовлечен в процесс; интерактивные элементы – участие зрителей в конкурсах, викторинах, мастер-классах способствует лучшему усвоению информации. Эти принципы применяются при разработке сценариев для массовых мероприятий, направленных на популяризацию семейных ценностей.

В качестве примера рассмотрим церемонию открытия Года семьи в Волгоградской области (2024). Это событие стало значимым культурным мероприятием, направленным на популяризацию семейных ценностей. Так, тема праздника звучит так: «семья – источник силы»; идея: показать важность семьи как опоры общества и передатчика культурных традиций, а сверхзадача: через театрализованные постановки и интерактивные форматы

донести мысль о том, что семья – основа общества, а ее ценности должны сохраняться и передаваться следующим поколениям. основными компонентами праздника являются: торжественная часть: выступления представителей власти, подчеркивающие важность сохранения семейных традиций; театрализованное представление: спектакль с участием детей и взрослых, раскрывающий тему семьи через народные мотивы. интерактивные зоны: семейные мастер-классы, фотозоны в стиле разных исторических эпох, взаимодействие с залом с помощью шаров и других предметов для теплой атмосферы; музыкальное сопровождение: исполнение народных песен, современных композиций о семье.

Данный праздник стал ярким примером того, как массовое театрализованное представление может стать инструментом сохранения семейных ценностей. Вовлечение семей в процесс, использование традиционной символики и воспитательных элементов помогло создать эмоционально насыщенное событие, которое способствовало укреплению уважения к семейным традициям. Массовые театрализованные представления являются мощным инструментом популяризации семейных ценностей. Они помогают передавать культурные традиции, укреплять семейные связи и формировать позитивные ролевые модели. Через интерактивные элементы, художественные образы и символику массовые праздники воздействуют на общественное сознание, делая семейные традиции более значимыми и актуальными.

Массовые праздники, направленные на сохранение семейных ценностей, требуют глубокого анализа аудитории, четко сформулированной концепции и тщательной проработки сценарного плана. Разработка сценария такого мероприятия строится на театрально-зрелищных принципах режиссуры и включает несколько ключевых этапов. Согласно труду Туманова «Теория режиссуры массовых представлений» [9, с. 224], при создании массового праздника учитываются следующие методологические аспекты: анализ целевой аудитории (определение возрастного состава участников (семьи с детьми, молодые пары, многодетные семьи, пожилые люди); изучение традиций, актуальных для конкретного региона или социальной группы; выявление культурных и образовательных особенностей аудитории.); формулировка темы и идеи (тема – общий смысл праздника, например: «семья – хранитель традиций»; идея – ключевая мысль, которую должен донести праздник (например, показать, что семья – основа духовно-нравственного воспитания личности); сверхзадача – глобальная цель, ради которой создается праздник (например, укрепление института семьи в обществе); разработка сценарного плана (определение жанровой формы (театрализованное представление, концерт, интерактивная программа); построение драматургической структуры (экспозиция – завязка – кульминация – развязка); включение интерактивных элементов (конкурсы, мастер-классы, семейные квесты)); режиссерская интерпретация (выбор художественных средств выразительности (символика, декорации, костюмы); использование музыкального сопровождения, соответствующего тематике праздника; применение

мультимедийных технологий для создания эффектного зрелища). Таким образом, разработка сценария массового праздника – это сложный процесс, требующий продуманного подхода и учета психологических и культурных особенностей аудитории.

При разработке и проведении массовых мероприятий, ориентированных на семейные традиции, особое внимание уделяется следующим аспектам: включение семейных ритуалов и традиций (например, воспроизведение старинных свадебных обрядов, фольклорных праздников); интерактивное вовлечение семей (например, семейные конкурсы, выступления многопоколенных семей); использование национальных и региональных особенностей (например, тематические ярмарки, мастер-классы по традиционным ремеслам); создание эмоциональной связи между поколениями (например, форматы, где бабушки и дедушки делятся семейными историями с молодежью).

Согласно труду Гавдиса «Основы режиссуры массовых представлений» [1, с. 189], праздник – это не только развлечение, но и воспитательный инструмент, влияющий на формирование общественного сознания. Именно поэтому при создании массовых мероприятий важно учитывать психологические аспекты восприятия информации и использовать художественные средства для передачи ценностей.

Согласно анализу проведенных массовых мероприятий, можно выделить несколько ключевых принципов, которые обеспечивают успешность сценарной разработки: принцип преемственности (упор на передачу традиций от старшего поколения к младшему; включение элементов устного народного творчества (легенды, пословицы, сказки)); принцип вовлеченности (семьи должны не просто наблюдать, а активно участвовать в празднике; использование игровых форматов (квесты, театрализованные постановки с вовлечением зрителей)); принцип эмоционального воздействия (яркие визуальные образы, костюмы, сценография; музыкальное сопровождение, соответствующее теме праздника); принцип социальной значимости (праздник должен нести воспитательный смысл и поднимать важные общественные темы; освещение мероприятия в СМИ для распространения семейных ценностей среди широкой аудитории).

На государственном уровне поддержка института семьи является одной из приоритетных задач. Это подтверждается рядом федеральных программ и указов Президента РФ. Основные меры государственной поддержки семейных ценностей включают: национальный проект «Демография», направленный на укрепление института семьи; президентские указы о поддержке многодетных семей и семейных традиций; программы министерства культуры РФ, финансирующие фестивали и массовые мероприятия, популяризирующие семейные ценности. На основе этих данных можно сделать вывод, что массовый праздник – это не просто культурное явление, а важный инструмент социальной политики, направленный на укрепление семьи как базовой ячейки общества.

Массовый праздник играет ключевую роль в формировании семейного сознания. Методология его разработки включает анализ аудитории, формулировку темы и идеи, построение сценария и использование интерактивных элементов. Государственная поддержка таких мероприятий подтверждает их значимость для укрепления института семьи и сохранения национальных традиций. Таким образом, массовые праздники выполняют не только развлекательную, но и воспитательную функцию, помогая передавать культурные коды, укреплять семейные связи и формировать уважение к традиционным ценностям.

Список литературы

1. Гавдис С. И. Основы режиссуры массовых представлений и праздников: учебное пособие. М.: ГИТИС, 2012. 288 с.
2. Диденко Н. Ю. Массовая культура и семейные ценности в современном обществе. СПб.: Культурология, 2016. 198 с.
3. Иванова Е. В. Педагогика массового праздника: учебное пособие. М.: Вузовская книга, 2018. 212 с.
4. Калашников П. Н. Массовые мероприятия как способ воспитания семейных ценностей // Журнал культурной политики. 2020. № 2. С. 45–51.
5. Константинов И. А. Массовые праздники и театрализованные представления: теория и методика. М.: Просвещение, 2014. 240 с.
6. Официальный сайт Президента Российской Федерации. Национальные проекты и стратегические инициативы [Электронный ресурс]. URL: https://www.kremlin.ru (дата обращения: 29.03.2025).
7. Стратегия государственной семейной политики Российской Федерации на период до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru (дата обращения: 29.03.2025).
8. Татаренко М. А. Влияние специфических особенностей концепции «культуры участия» на функции массового праздника в России // Искусство Культура Образование: современные тенденции. 2024. № 1(1). С. 53-58.
9. Туманов И. М. Теория режиссуры массовых представлений и праздников: учебное пособие. М.: Академия, 2015. 320 с.
10. Федеральный закон РФ от 28 декабря 2013 г. № 442-ФЗ «Об основах социального обслуживания граждан в Российской Федерации».
11. Федеральный закон РФ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
12. Саенко Н. Р. Факторы трансформации массовых форм празднования в современной культуре / Н. Р. Саенко, М. А. Татаренко // Философская мысль. 2024. № 9. С. 30-41.

Осокина Е.А.
студент
Научный руководитель: ***Ковалева С.В.***
д.ф.н., профессор
Костромская государственная сельскохозяйственная академия
Россия, п. Караваево, Костромская область

ИСТОРИЯ КОСТРОМСКОГО КРАЯ: РЕПРЕССИИ В ГАЛИЧСКОМ РАЙОНЕ В 30-х ГОДАХ XX ВЕКА (ПО АРХИВНЫМ ДАННЫМ)

Аннотация. В статье представлены результаты исследовательской работы, посвященной изучению репрессий и их последствий в 30-е годы XX века в Галичском районе Костромской губернии. Цель исследования заключается в выявлении объективных данных по положению людей, в частности священников, в указанный период. Была собрана информация из разных источников по экономическому положению, социальному состоянию района, а также проанализированы архивные данные, конкретно рассекреченное дело № 1271-с священников Богословского Владимира Петровича, Капустина Василия Ивановича, Соболева Александра Михайловича. В результате исследования выявлено реальное положение людей священнического сословия, рассмотрено, как репрессии повлияли на жизнь священников, как их действия отразились на крестьянах, и какие решения предпринимало государство по отношению к определенным слоям населения.

Ключевые слова: сталинские репрессии; Галич; Костромская губерния; архив; священнослужители.

Osokina E.A.
Student
Scientific Advisor: ***Kovaleva S.V.***
Doctor of Philosophy, Professor
Kostroma State Agricultural Academy
Russia, Karavaevo settlement, Kostroma Region

THE HISTORY OF THE KOSTROMA REGION: REPRESSIONS IN THE GALICH REGION IN THE 30s OF THE XX CENTURY (ACCORDING TO ARCHIVAL)

Abstract. The article presents the results of a research paper devoted to the study of repression and its consequences in the 30s of the XX century in the Galich district of Kostroma province. The purpose of the study is to identify objective data on the situation of people, in particular priests, during the specified period. Information was collected from various sources on the economic situation and social status of the district, as well as archival data was analyzed, specifically declassified case No. 1271-from priests Vladimir Petrovich Bogoslovsky, Vasily Ivanovich Kapustin, Alexander Mikhailovich Sobolev. The study revealed the real situation of people of the priestly class, examined how repression affected the lives of priests, how their actions affected the peasants, and what decisions the state took in relation to certain segments of the population.

Keywords: Stalinist repressions; Galich; Kostroma province; archive; clergy.

Введение. Изучение архивных данных является актуальной темой не только для научных исследования, но и для нахождения сведений о своих предках, для анализа событий прошлого. Архивные материалы являются отражением экзистенциальной истории, которая характеризует реальную жизнь простых людей в контексте значимых событий минувших лет.

Объект исследования: репрессии, проходившие в Галичском районе в 30-х годах XX века. Цель: на основе изучения архивных материалов проследить влияние репрессий на судьбы людей того времени. Задачи:

1. Изучить материалы архивов, которые стали доступны для ознакомления спустя 75 лет.

2. Проанализировать, как отражались репрессии 30-ых годов прошлого века на судьбах священников.

1930-ые годы называют режимом жесточайшего террора, определённого внутренней политикой И.В. Сталина. Он сконцентрировал в своих руках всю полноту государственной власти и фактически стал вождём советского государства. Тот, кто стоял в оппозиции, признавался «врагом народа» и подвергался наказаниям. Такими наказаниями стали репрессии, коснувшиеся как партийных органов, так и широких слоёв общества.

Далее будет представлена информация из уголовного дела, в котором рассматривается жизнь трёх людей, репрессированных в 30-ые годы прошлого века. Показано, какие меры наказания по отношению к ним применялись. Вначале необходимо рассмотреть определение понятия «репрессии», каковы причины их возникновения, и как к ним относились разные слои населения. Согласно представлениям М.Г. Степанова, «под репрессиями в широком смысле понимается наказание, карательная мера, применяемая государственными органами. В отличие от государственного терроризма репрессии носят в большей степени инструментальный, чем демонстративный характер. С точки зрения направленности, репрессии всегда консервативны, т.е. нацелены на защиту и сохранение существующего строя… Любые репрессии являются проявлением политического насилия» [5, с.131].

Причины появления репрессий:

1. Борьба с инакомыслием – главная причина
2. Укрепление личной власти И.В. Сталина
3. Укрепление и сплочение тоталитарного общества на основе единой идеологии

Разумеется, обычные люди, далёкие от политической конкуренции, к жестокому режиму власти не могли относиться положительно. События, связанные с различными формами репрессий, вселяли в их сознание состояние страха. Этот период можно охарактеризовать как время доносов. Необходимо было следить за своей речью, не разглашать лишнего, не высказывать резкой критики в адрес субъекта политической власти. Человек мог оказаться осуждённым, даже не являясь виновным, например, из-за того, что его недолюбливает сосед, который мог написать донос и обвинить в ан-

тисоветском разговоре, возможно, и не существовавшем. «В архиве Комитета партийного контроля при ЦК КПСС имеется 11 томов списков о массовых расстрелах коммунистов в архиве Комитета партийного контроля при ЦК КПСС. … По таким спискам с февраля 1934 по сентябрь 1938 года 38 848 коммунистов были расстреляны и 5449 − заключены в тюрьмы и лагеря» [3, с.13].

От репрессий пострадала и церковь. В большей степени она мешала государству проводить свою политику, которая могла во многом противоречить религиозным заповедям. Нужно было сплотить народ не единой верой в Бога, а на основе идеологии, оправдывающей главенство партии, вождя в принятии политических, социальных, экономических решений.

Сам И.В. Сталин говорил про отношение власти к религии так: «Мы ведём пропаганду и будем вести пропаганду против религиозных предрассудков. Законодательство нашей страны таково, что каждый гражданин имеет право исповедовать любую религию. Это дело совести каждого. Именно поэтому и провели мы отделение церкви от государства… партия не может быть нейтральна в отношении религии, и она ведёт антирелигиозную пропаганду против всех и всяких религиозных предрассудков, потому что она стоит за науку, а религиозные предрассудки идут против науки, ибо всякая религия есть нечто противоположное науке…» [4].

На основе решений партии, правительства повсеместно снимались колокола, а церкви и монастыри переставали быть святынями, неприкосновенными местами. Например, в Галичском районе к 30-ым – 40-ым годам XX века было закрыто 8 церквей. «В бывшей церкви «воскресенье» давно работает метеорологическая станция. В здании бывшего собора разместилась пекарня. Здание бывшей церкви «зачатия» переоборудовано в клуб для рыбаков – колхозников. В бывшей церкви с. Умиленье… помещается Дом отдыха… В здании бывшего женского монастыря строится новая электростанция…Установлены два паросиловых двигателя, мощностью по 300 сил каждый» [1, с.173].

Такие решительные действия властей не устраивали народ, который следовал традициям православия со времен принятия христианства на Руси. Логично было предположить, что такие мероприятия станут причиной народных возмущений, диверсий против антирелигиозной политики советского государства.

Экономическое состояние. Экономическое состояние Галичского района в 1930-х годах ухудшилось, особенно после внедрения репрессивных мер во внутренней политике государства. Согласно исследованиям И.В. Курилова, «документальные данные, опыт реабилитации, накопленный и непосредственно после XX и XXП съездов КПСС, и в самое последнее время, неоспоримо свидетельствуют: в период 30−40-х и начала 20-х годов имела место практика массовых репрессий и произвола. Верхом беззакония стали специально созданные несудебные органы − так называемые «тройки», «особые совещания», а также практика составления и утверждения списков репрессируемых. Уровень жизни большинства населения был

низким, особенно в сельской местности» [3, с. 17]. Условия труда были тяжёлыми, как в сельском хозяйстве, так и на промышленных предприятиях. Наблюдалась постоянная нехватка товаров первой необходимости, одежды и обуви. Делая вывод о положении дел в тот период, И.В. Курилов пишет: «Подобная практика обернулась трагическими последствиями для сотен тысяч советских людей, оказала пагубное воздействие на социально-экономическое развитие страны, утверждала в сознании пренебрежение к нормам закона и человеческой жизни. Прогрессу советского общества, делу социализма и авторитету партии был нанесён серьезный ущерб» [там же].

В начале 1930-х годов в Галичском районе, как и повсеместно, проводилась насильственная коллективизация сельского хозяйства. Крестьян принуждали вступать в колхозы (коллективные хозяйства), отбирая у них землю, скот и инвентарь. Коллективизация встречала ожесточённое сопротивление крестьян, которые не хотели отдавать своё имущество в колхозы. Это приводило к конфискациям, арестам и депортациям «кулаков» (зажиточных крестьян) и их семей. Насильственная коллективизация и отсутствие у крестьян заинтересованности в результатах труда привели к резкому снижению сельскохозяйственного производства. И Галичский район не избежал последствий недорода и изъятия хлеба в голод 1932-1933 годов, вызванный политикой хлебозаготовок и коллективизацией.

В то время был популярным лозунг: «Буржуазия по всей стране хотела задушить Советскую власть «костлявой рукой голода»«. В Галиче же с продовольствием дело обстояло особенно плохо, потому что здешняя деревня даже в мирное время далеко не обеспечивала себя хлебом, а за три года войны его стало ещё меньше, и голод подступал не только к городу, но и к деревне. Горожане получали не более «восьмушки» (50 граммов) хлеба в сутки на человека, причем зачастую суррогата. Галичский Уисполком (Уездный исполнительный комитет) и Упродком (Уездный продовольственный комитет) прибегали к крайним мерам, чтобы добыть продовольствие: в 1918 году закрытое партийное собрание, ввиду особо тяжёлого положения, решило проверить запасы продовольствия у местной буржуазии и изъять его излишки.

По городу, разбитому на участки, члены партии и милиция провели обыски. Таким путем было обнаружено и изъято большое количество продовольствия и других товаров, которые галичские торговцы припрятали для спекуляции. Положение с финансами оказалось не лучше. От старых властей уездный исполком получил пустую кассу, и, чтобы выдавать зарплату рабочим и служащим, содержать школы и больницы, власть ввела чрезвычайный налог на местную буржуазию. Но буржуазия под разными предлогами уклонялась от его уплаты. Приходилось снова прибегать к обыскам, которые выявляли много золота и драгоценных камней. Например, у купца Нешпанова на чердаке дома нашлось около 8 килограммов золотых монет и золотых вещей, которые и пошли на общее дело» [2, с. 38].

Экономическое положение Галичского района в 1930-х годах было сложным и противоречивым. С одной стороны, проводилась индустриализация и развивалась лесная промышленность. С другой стороны, насильственная коллективизация сельского хозяйства привела к снижению производства, голоду и ухудшению жизненного уровня населения. Этот период стал трагической страницей в истории района.

Настроения общества. Публикации рассматриваемого периода носили идеологически-официальный характер. Практически во всех работах исследователей того времени красной нитью отмечалась мысль о великих заслугах И.В. Сталина, его гениальности, счастливой жизни советских граждан в СССР: «… из … районной газеты (1938 год) мы узнаем о том, что в городском кинотеатре демонстрируется кинофильм «Ленин в Октябре». Фильм имеет огромный успех среди трудящихся Галича и района. Во время сеансов зрители города аплодируют при появлении на экране Владимира Ильича Ленина и Иосифа Виссарионовича Сталина…» [1, с.107]

Из-за таких факторов, как коллективизация, раскулачивание, пропаганда, голод и страх общественное настроение в Галичском районе в период репрессий было крайне сложным и неоднозначным. В качестве доказательства можно привести отрывки из газет, характеризующих общественную жизнь того времени.

В партийной организации кожзавода «Революция», например, развернулось массовое обсуждение законопроекта о запрещении абортов, помощи роженицам и т.д. Как сообщала местная газета, рабочие и работницы зольного цеха, ширпотреба и других цехов с большим подъемом встретили законопроект. Они благодарили партию, правительство и лично товарища Сталина за повседневную заботу о людях [1, с.105]. Однако реальность не соответствовала официальным заявлениям правительства. В частности, заведующий райздравотделом (районный отдел здравоохранения) тех лет Дмитриев обеспокоен тем, что «дело здравоохранения в нашем районе поставлено плохо. Оно идёт почти самотёком. Мне самому вплотную заниматься своей непосредственной работой приходится редко, так как приходится очень много быть в деревне в качестве уполномоченного райисполкома» [1, с.106]

Не остаются в стороне от политического надзора вопросы религии: «В нашем районе антирелигиозная пропаганда не развёрнута… В городе живёт поп Назаров. Он объявил себя «святым», приглашает к себе старушек и среди них ведёт антисоветскую агитацию» [там же].

Архивное дело репрессированных. В Государственном архиве Костромской области мною было проанализировано рассекреченное совсем недавно дело № 1271-с священников Богословского В. П., Капустина В. И., Соболева А. М. Оно содержит 72 листа. Дело было начато 17.11.30, окончено 17.12.30.

По расследованиям установлено: Богословский, Капустин, Соболев представляют собой единую контрреволюционную группу, которая собиралась у Соболева и устраивала выпивки. Было заявлено, что они среди населения вели

открытую антисоветскую агитацию. Так, например: в январе 1930 года передовая часть деревенской общественности подняла вопрос о закрытии церкви. Капустин и Богословский провели «бешеную агитацию». Говорили: «Распоряжения Советской власти не правильные, надо добиться, чтобы церковь не закрывали, православные, не отдавайте церковь божью на поругание Анафеме». В магазине говорили: «Вот советская власть до чего довела, ничего не стало, скоро и совсем с голода помирать будем» [дело 1271-с, с. 49].

Капустин говорил крестьянину середняку Березникову: «Советская власть доживает последние минуты и дни, так как Бог такой власти дольше не потерпит, потому что она идёт против религии, против самого Бога. И что только проклятая власть не делает нас пастырей божьих, притесняет, душит налогами, церкви закрывают, на религию устраивает гонение, кощунствуют, надо самим православным вооружиться против этой антихристовой власти» [там же].

В марте 1930 г., встретив ехавшего из Галича крестьянина Голубева, Капустин говорил ему: «Советская власть доживает последние дни, так видно из священного писания, ибо эта то власть и есть антихриста, но её скоро свергнут» [там же].

Когда на Богословского наложили сельхоз налог, он стал ездить по верующим собирать деньги, ведя агитацию: «Православные, помогите, Советская власть совсем меня задушила, житья нет» и т.д. [там же], настраивая крестьян против советской власти. Во время компании по закрытию церкви, Богословский просил крестьян не дать закрыть храм, говорил, что власть скоро поменяется. Свидетель Журавлев доказывает, что Богословский говорил: «Советская власть всех ободрала, сделала нищими» и т.д. [там же]. Зимой 1929г во время собрания по самообложению Соболев говорил: «Раньше при царе мы знали только один налог, а теперь Советская власть задушила разными налогами, что не день, то новый налог, не будем налог подавать» [там же].

Весной 1930г в деревне Завал Ожогинского сельсовета организовался колхоз с 18-тью обобществленными хозяйствами бедняков и середняков. Вышеуказанная группа лиц вела работу по его развалу. Соболев вступил в колхоз и проводил там агитацию: «Колхоз разорит крестьянина в конец», после пьянки собрал нелегальное собрание колхозников, стал убеждать их вместе с ним уйти из колхоза, 15 хозяйств подали заявление о выходе. Тех, кто шел против Соболева и оставался в колхозе, представители группы начинали травить, и в итоге они тоже выходили из колхоза. Однако свидетельство Травиной и Смирновой было написано рукой Капустина. Богословский говорил: «Вот вам и колхоз, был да лопнул как мыльный пузырь, так лопнет и вся Советская власть».

Капустин, Богословский и Соболев после допроса не считают себя виновными в антисоветской агитации. Соболев признал, что Боголюбский и Капустин приходили к нему и устраивали выпивки, признал факт развала им колхоза, но, выгораживая Капустина, говорил, что заявления о коллективном выходе из колхоза писал лично сам.

Заключение:

1) Богословский Владимир Петрович, 31 год, поп, судился в 1930г (по ст.133). Заключить в концентрационный лагерь на 3 года.

2) Капустин Василий Иванович, 48 лет, поп, лишенец, не судимый. Заключить в концентрационный лагерь на 3 года.

3) Соболев Александр Михайлович, 67 лет, бывший церковный староста, крестьянин середняк, прав голоса не лишён, не судимый. Освободить.

Заключение. Репрессии 1930-х годов оставили глубокий след в судьбах людей всех слоёв населения, но особенно жестокими они были по отношению к священнослужителям. Советская власть рассматривала религию как «опиум для народа» и своей политикой способствовала её полному искоренению. Священники стали одной из главных мишеней репрессивной машины. Вот как это отражалось на их судьбах:

- Храмы и монастыри закрывались и переоборудовались под склады, клубы, кинотеатры и другие учреждения. Имущество церквей конфисковывалось.
- Священники и их семьи подвергались социальной изоляции и остракизму. Их избегали, боялись общаться с ними, чтобы не навлечь на себя подозрения.
- Священники подвергались массовым арестам по обвинениям в «контрреволюционной деятельности», «антисоветской агитации», «шпионаже» и «вредительстве». Многие были расстреляны или погибли в лагерях и тюрьмах.

Репрессии 1930-х годов стали катастрофой для религиозных организаций и верующих. Священники подвергались преследованиям, их лишали жизни, свободы и средств к существованию. Церковь была практически уничтожена, храмы и монастыри закрывались, религиозная жизнь была подавлена. Целью советской власти было полное искоренение религии и создание атеистического общества. В заключение можно сказать, что репрессии 1930-х годов затронули все слои советского общества. Хотя их формы и последствия различались в зависимости от социального статуса и рода занятий, общим для всех было чувство страха, несправедливости и потери.

Список литературы

1. Виноградова (Рычкова) С. В. Есть град Галич… [Б.м.]: ДоММира. 2006 г. 302 с.
2. Галич: коллективная монография / Белов Л. [и др.]. Ярославль: Верхне-Волжское книжное издательство, 1983. 96 с.
3. Реабилитация. Политические процессы 30-50-х годов / сост. Курилов И. В., Михайлов Н.Н., Наумов В.П.; ред. Яковлев А.Н. – Москва: Издательство политической литературы, 1991. 460 с.
4. Сталин И. В.. Цитаты // [Электронный ресурс] Режим доступа: https://history.wikireading.ru/hzW2me4LYO (дата обращения: 08.03.2025)
5. Степанов М. Г. Сталинская репрессивная политика в СССР (1928–1953 гг.): взгляд советской историографии: монография – Абакан: ХРИПК и ПРО, 2009. 237 с.
6. Kovaleva S., Kizilova N., Kashirina O., Isaenko A., Odnoprienko V. Adaptation of foreign Students in the educational and sociocultural system of an agricultural university / В сборнике: Innovations in Sustainable Agricultural Systems (ISAS 2024) (Lecture Notes in Networks and Systems). Conference proceedings. Cham, Switzerland, 2024. С. 399-405.

Щерба А.В.
студент
Научный руководитель: ***Ковалева С.В.***
д.ф.н., профессор
Костромская государственная сельскохозяйственная академия
Россия, п. Караваево, Костромская область

КРАЕВЕДЕНИЕ: ПРОБЛЕМА РЕПРЕССИЙ В КОСТРОМСКОЙ ГУБЕРНИИ В СЕРЕДИНЕ XX ВЕКА

Аннотация. Статья посвящена истории Костромского края середины XX века, которая связана с проблемой репрессий определенного слоя общества – священнослужителей. Представлена экономическая справка региона того времени, рассмотрены причины и последствия обозначенного феномена истории. В качестве примера приведено уголовное дело попавших под репрессии священнослужителей, которое дополнило и подтвердило некоторые уже известные факты об этой мере наказания. Указанное дело было рассекречено в 2024 году и находилось Костромском государственном архиве.

Ключевые слова: краеведение, проблема репрессий, репрессии 30-ых годов, И.В. Сталин, СССР, сталинские репрессии, священнослужители, Галичский район, политика Сталина, Костромская губерния.

Shcherba A. V.
Student
Scientific Advisor: ***Kovaleva S.V.***
Doctor of Philosophy, Professor
Kostroma State Agricultural Academy
Russia, Karavaevo settlement, Kostroma Region

LOCAL HISTORY: THE PROBLEM OF REPRESSION IN KOSTROMA PROVINCE IN THE MIDDLE OF THE 20TH CENTURY

Abstract. The article is devoted to the history of the Kostroma region in the middle of the twentieth century, which is Associated with the problem of repression of a certain stratum of society – the clergy. The economic background of the region of that time is presented, the causes and consequences of this historical phenomenon are considered. As an example, the criminal case of clergymen who fell under repression is given, which supplemented and confirmed some already known facts about this measure of punishment. The case was declassified in 2024 and was located in the Kostroma State Archive.

Keywords: local history, the problem of repression, the repressions of the 30s, I.V. Stalin, USSR, Stalinist repressions, clergymen, Galich district, Stalin's policy, Kostroma province.

Целью написание статьи является репрезентация архивных материалов, которые были рассекречены в 2024 году. Задачами исследования стоял анализ репрессии 30-ых годов: как они отражались на судьбах людей, совпадала ли официальная информация о подвергшихся репрессиям с реальными судьбами жертв этой меры наказания. А также итоги этого политического инструмента регулирования общественных взглядов. Актуальность

проекта состоит в том, чтобы обратить внимание современников на богатую событиями историю нашей страны и пробудить интерес к ее изучению. Молодежь должна учиться на опыте предыдущих поколений, пытаться не повторять прошлых ошибок и усваивать все ценное и положительное в практике своей жизни. Особенно это актуально для изучения истории родного края, потому что, имея интерес к своей малой Родине, молодые люди смогут принести пользу родному краю, реализуя свои способности в разных сферах деятельности.

Методы. В ходе работы над статьей были использованы разные методы исследований. А именно: анализ уголовных дел в Государственном архиве новейшей истории Костромской области; анализ статей и книг по экономическому состоянию Галичского района в 30-е годы XX-ого века, а также историческое описание города Галича в этот промежуток времени. Работа проводилась и в Костромской универсальной научной библиотеке.

I. О репрессиях в глобальном смысле. Вначале необходимо рассмотреть определение понятие «репрессии», каковы причины их возникновения, и как к ним относились разные слои населения. Согласно представлениям М.Г. Степанова, «под репрессиями в широком смысле понимается наказание, карательная мера, применяемая государственными органами. В отличие от государственного терроризма репрессии носят в большей степени инструментальный, чем демонстративный характер. С точки зрения направленности, репрессии всегда консервативны, т.е. нацелены на защиту и сохранение существующего строя… Любые репрессии являются проявлением политического насилия» [7, с. 131].

Можно выделить несколько причин появления репрессий:

1. Как способ борьбы с инакомыслием (главная причина)
2. Как инструмент укрепления личной власти И.В. Сталина
3. Как способ укрепления и сплочения тоталитарного общества

Разумеется, обычные люди, далекие от политической конкуренции, к такому жестокому режиму не могли относиться положительно. События, связанные с различными формами репрессий, вселяли в их сознание состояние страха. Этот период можно охарактеризовать как время доносов. Необходимо было следить за речью, не высказывать резкой критики в адрес любого субъекта политической власти. Человек мог оказаться осужденным, даже не являясь виновным, например, из-за того, что его недолюбливает сосед, который мог написать донос и обвинить в антисоветском разговоре, возможно, и не существовавшем. То, что под репрессии попало в те годы большое количество людей, подтверждают 11 томов списков о массовых расстрелах коммунистов в архиве Комитета партийного контроля при ЦК КПСС. По таким спискам с февраля 1934 по сентябрь 1938 года 38 848 коммунистов были расстреляны и 5449 – заключены в тюрьмы и лагеря. [5, с.13] Также от репрессий пострадала и церковь. В большей степени она мешала

государству проводить свою политику, которая могла во многом противоречить религиозным заповедям. Народ нужно было сплотить не единой верой в Бога, а единой верой в партийную идеологию и в их вождя.

Сам И. В. Сталин говорил про религию так: «Мы ведём пропаганду и будем вести пропаганду против религиозных предрассудков. Законодательство нашей страны таково, что каждый гражданин имеет право исповедывать любую религию. Это дело совести каждого. Именно поэтому и провели мы отделение церкви от государства… партия не может быть нейтральна в отношении религии, и она ведёт антирелигиозную пропаганду против всех и всяких религиозных предрассудков, потому что она стоит за науку, а религиозные предрассудки идут против науки, ибо всякая религия есть нечто противоположное науке…» [6]

Повсеместно снимались колокола, а церкви и монастыри переставали быть святынями, неприкосновенными местами. Например, в Галичском районе, про который мы будем далее говорить, на момент 30-ых – 40-ых годов было закрыто 8 церквей. «В бывшей церкви «Воскресенье» давно работает метеорологическая станция. В здании бывшего собора разместилась пекарня. Здание бывшей церкви «Зачатия» переоборудовано в клуб для рыбаков – колхозников. В бывшей церкви с. Умиленье… помещается Дом отдыха. … В здании бывшего женского монастыря строится новая электростанция…Установлены два паросиловых двигателя, мощностью по 300 сил каждый» [1, с.173]. Или, например, в 1934 году здание собора Благовещения пресвятой Богородицы города Буя приспособили под пекарню, ставшую впоследствии Буйским хлебозаводом.

Радикальные перемены привычного, устоявшегося столетиями образа жизни крестьян, не поддерживались народом, который следовал традициям православия. Насилие порождало насилие, поэтому вполне закономерными были проявления возмущений, диверсий против антирелигиозной политики советского государства.

Позиция власти была ясна: легче управлять народом, который подчиняется законам, а не заповедям, советская власть выше церкви, и поэтому нужно принимать меры, результатами которых будет укрепление партийной власти и сплочение народа общей идеей: трудиться на благо обществу. Не смотря на проводимую государством политику, нельзя сказать, что жизнь в стране ухудшилась: по сравнению с 20-ыми годами, где СССР ещё не успел оправиться от Первой мировой и Гражданской войн, оставаясь при этом аграрной страной, в 30-ые годы произошёл экономический подъем: Советский союз стал индустриальной страной (по результатам первой пятилетки).

«К концу 30-х XX века годов удалось приблизиться по промышленным показателям к ведущим западноевропейским странам. Достигнуто это было в большой степени за счет привлечение крестьян на стройки новых предприятий и использования сил заключенных. По абсолютным объемам промышленного производства СССР в конце 30-х вышел на 1-е место в Европе и 2-е место в мире после США. Такие высокие результаты были достигнуты

путем создания командно-административной системы, трудового героизма рабочих, жесточайшего режима экономии, применения…технологий» [4, с.58].

Это также подтверждают данные об экономическом положении Галичского района в местной газете «Северная правда» в выпуске №95 от 22.04.1969 года в статье «Глядя на карту…». В ней рассказывается какие перемены произошли в Галичском районе за годы советской власти. «Галичский леспромхоз ежегодно дает 300 тыс. кубометров деловой древесины». В статье говорят об хорошей организации предприятий «теперь в районе крупные механизированные хозяйственные предприятия: 16 колхозов и 8 совхозов. На вооружении этих социалистических предприятий 541 трактор, 162 комбайна, 188 автомашин…Известностью пользуются галичские льнозаводы…Район полностью электрифицирован…Общее количество радиоточек 11.450…Галичане пользуются воздушным и железнодорожным сообщением» [3].

И в культурной сфере произошли перемены: «К услугам галичан 4 Дома культуры, 48 клубов, 29 библиотек, 2 музыкальные школы» [3]. Несмотря на то, что указанная статья напечатана в 1969 году и затрагивает характеристику Галича, но, в целом, она отражает ситуацию и в других регионах, которые активно развивались. Следовательно, курс, взятый когда-то партией и советским правительством, способствовал развитию страны в экономической, социальной и культурной сферах.

Значит в глобальном смысле для государства репрессии носили больше пользы, чем вреда. (хочется отметить, что под «государством» в данной статье понимается не народ, а именно правительство с конкретным курсом развития страны. Именно отдельному кругу лиц в правительстве эта мера наказания стала эффективной для борьбы с инакомыслием и выгодной для достижения новых вершин в экономике.)

Тема репрессий долго считалась закрытой для исследователей, а тем более критика данной меры наказания была попросту невозможна в силу идеологических и политических факторов тех лет. В 1950-ые годы ситуация несколько изменилась в связи со смертью И.В. Сталина. Тогда даже в тезисах отдела пропаганды и агитации ЦК КПСС и института Маркса – Энгельса – Ленина – Сталина при ЦК КПСС «Пятьдесят лет Коммунистической партии Советского Союза (1903–1953)» говорилось: «Культ личности противоречит принципу коллективного руководства, ведет к снижению творческой активности партийных масс и советского народа и не имеет ничего общего с марксистско-ленинским пониманием высокого значения направляющей деятельности руководящих органов и руководящих деятелей...» [7, с.133]. Само отношение к Сталину начинает постепенно меняться: теперь новое правительство с Хрущевым возлагало вину за развязывание репрессий именно на Сталина и его круг приближённых, а соответственно информация о бывшем главе государства и его некоторые действия в проводимой политике преподносились обществу в негативном ключе.

До 90-ых годов тема репрессий в научных работах и исследованиях также оставалась неосвященной. Советская историческая наука объясняла, что репрессии были вынужденной мерой для формирования нового советского общества. И только в 1991 году 18 октября выходит закон N 1761-1 «о реабилитации жертв политических репрессий», в котором осуждается многолетний террор и массовые преследования народа, выражая глубокое сочувствием жертвам необоснованных репрессий. Так все жертвы восстанавливались в их гражданских правах, устранялись иные последствия произвола и обеспечивались компенсации материального ущерба.

II. УГОЛОВНОЕ ДЕЛО РЕПРЕССИРОВАННЫХ. В архиве города Костромы в 2024 году были рассекречены уголовные дела попавших под репрессии священнослужителей. Одно из таких дел 1936 года – Дело № 632- с священника Троицкого Ильи Владимировича, служителя культа религиозной общины, церковной старосты Горячевой Александрой Яковлевной и активной церковницей Троицкой Анны Михайловны. Все трое обвинялись по статье 58-10 УК РСФСР («антисоветская агитация и пропаганда»). На основании обвинительного заключения 13.11.1936 было установлено, что обвиняемые «на протяжении ряда лет систематически вели контрреволюционную агитацию пораженческого и антиколхозного направления, распространяли пораженческие клеветнические слухи о войне, о настроении в колхозах, о руководителях партии и правительства и печати». За указанные деяния на основании протокола судебного заседания Специальной коллегии Ярославского областного суда от 18 января 1937 года Троицкого Илью Владимировича и Горячеву Александру Яковлевну приговорили к лишению свободы на 5 лет и 3 года соответственно, а Анна Михайловна Троицкая была освобождена под подписку о невыезде. Ее дело передано в прокуратуру на доследование (5.07.1936 г. её дело было прекращено, поскольку свидетели отказались от своих показаний.)

Горячеву А. Я. обвиняли в организации сопротивления верующих против снятия колоколов в церкви в погосте «Ильи Пророка». По данным протокола допроса от 1.09.36 г. Горячева пыталась добиться созыва собрания перед Районным исполнительным комитетом, и Троицкий И.В. писал заявление в эту организацию, но, предположительно, созыва собрания они не добились, так как бригада для снятия колоколов все же прибыла. Следствие предполагало, что обвиняемая специально отправила в это время школьника с запиской с известием об этом событии по деревням, чтобы, вероятно, спровоцировать верующих на недовольства. Но Горячева, объяснила, что отправила мальчика с запиской только к председателю церковного совета Смирновой с просьбой прийти срочно на погост, так как у них снимали колокола, но просьбы сообщать что-либо верующим в записке не было, утверждала обвиняемая. Как было все на самом деле нельзя точно знать, но в обвинительном заключении следствием было установлено, что: «в мае 1936 года вместе с попом Троицким организовала сопротивление снятия колоколов.» … «по приезде бригады для снятия колоколов отказалась выдать ключи,

рассылала специальных нарочных с записками, созывая народ к сопротивлению» [дело № 632-с, с. 93-97].

Также по данным обвинительного заключения было установлено, что обвиняемая, «являясь технической работницей школы, распространяла иконки среди учеников» [дело № 632-с, с. 93-97]. Хотя по заявлениям самой Горячевой, она просто раздала накопившиеся в церкви маленькие иконки и раздала их школьникам без агитации ходить в церковь.

В показаниях Троицкой Анны о Горячевой было сказано, что церковная староста «осуждала колхозников, которые туда вступили. Она же говорила, что власть задушила налогами. Говорила, что надо сплачивать верующих для оказания сопротивления» [дело № 632-с, с.49].

Уголовные дела подобного характера подтверждают, что политика богоборчества активно проводилась повсеместно, и многие верующие были против нее, и кто-то более активный даже пытался этому строю сопротивляться, вследствие чего мог быть даже арестован. Слова Троицкого И.В. о власти (из его личного разговора со свидетелем Петром Троицким): «Советская власть построила колхозы, в которых крестьяне живут плохо. В церковь они ходят мало, потому что сильно зависят от своих руководителей» [дело № 632-с, с.62].

Но даже антисоветские разговоры в узком кругу могли привести к уголовному наказанию. Так, на одном из чаепитий в доме Троицкой Анны и Петра, на котором присутствовали и Горячева А.Я., и Троицкий И. В., а также псаломщик той же церкви Иорданский И.Н., часто велись беседы, в которых ругали советскую власть, колхозы. Из протокола допроса от 11.10.1936 г. обвиняемой Троицкой Анны Михайловны: «антисоветских разговоров в моем доме было много, когда приходили Троицкий и Горячева. Они ругали советскую власть, колхозы, говорили про большие налоги. Я их в этих разговорах не поддерживала» [дело № 632-с, с.52].

Осужденные (Троицкий И.В., Троицкая А.М. и Горячева А.Я.) уголовного дела №632-с были реабилитированы на основании закона «о реабилитации жертв политических репрессий» в 1991 г.

Заключение. Проанализировав уголовные дела осужденных в годы репрессий, можно сделать вывод, что с многими людьми обошлись очень жестоко и несправедливо, особенно с религиозным обществом. Да, людей удалось объединить, получилось достичь больших успехов в промышленности и обогнать многие страны, преодолев многовековое отставание нашей страны от США и стран Западной Европы, но способ, которым это было достигнуто можно назвать ужасным точки зрения гуманизма. Но, повторюсь, репрессии − это эффективный инструмент в руках власти для регулирования общественных настроений, поэтому нельзя однозначно сказать, что репрессии − это резко негативная страница истории нашей страны. Обычные люди от них страдали, тогда как государство процветало, за счёт, лишних рабочих

рук заключенных (в их числе были и репрессированные), которые принимали участие в строительстве важных промышленных и транспортных объектов, развивая экономику страны.

Список литературы

1. Виноградова (Рычкова) С. В. Есть град Галич… [Б.м.]: ДоММира. 2006 г. 302 с.
2. Галич: коллективная монография / Белов Л. книга / [и др.] Ярославль: Верхне-Волжское книжное издательство, 1983. 96 с.
3. Глядя на карту…//Северная правда – 1969. – 22 апреля.
4. Корчагина С. И., Черепухина В. С., Чернявская Е. Н. Социально-экономическое развитие СССР в 1920 – 1930 годы XX века. Journal «Bulletin Social-Economic and Humanitarian Research», № 9 (11), 2021, e-ISSN 2658-5561 – 64
5. Реабилитация. Политические процессы 30-50-х годов / сост. Курилов И. В., Михайлов Н.Н., Наумов В.П.; ред. Яковлев А.Н. М.: Издательство политической литературы, 1991. 460 с.
6. Сталин И. В. Цитаты // [Электронный ресурс] Режим доступа: https://history.wikireading.ru/hzW2me4LYO (дата обращения: 08.03.2025)
7. Степанов М. Г. Сталинская репрессивная политика в СССР (1928–1953 гг.): взгляд советской историографии: монография. Абакан: ХРИПК и ПРО, 2009. 237 с.

Ким С.
студент
Научный руководитель: ***Поспелова М.С.***
к.фил.н., профессор
Сувонский университет
Республика Корея, Хвасон

ИСПОЛНИТЕЛЬСКОЕ ИСКУССТВО РОССИИ И КОРЕИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Аннотация. В статье мы сравним исполнительское искусство в России и Южной Корее и рассмотрим несколько причин, по которым южнокорейское исполнительское искусство не получило такого же развития, как его российский аналог. В этой статье также будут рассмотрены предпосылки и последствия развития медиаиндустрии в противоположность маргинализированному исполнительскому искусству в Южной Корее.

Ключевые слова: исполнительское искусство, цирк, балет, мидиаиндустрия, национальная поддержка.

Kim S.
Student
Scientific Advisor: ***Pospelova M.S.***
Candidate of Philology, Professor
The University of Suwon
Republic of Korea, Hwaseong-si

PERFORMING ARTS OF RUSSIA AND KOREA: COMPARATIVE ANALYSIS

Abstract. This article will compare the performing arts in Russia and South Korea and examine several reasons why South Korea performing arts have not developed as much as their Russian counterpart. This article will also examine the background and implications for the media industry as opposed to the marginalized performing arts in South Korea.

*Keywords***:** the performing arts, circus, ballet, media industry, the national support.

Мы встречались со многими людьми из бывшего Советского Союза, особенно из России и Казахстана, и узнали, что в Южной Корее не так развито исполнительское искусство, как в России. Наши русские и казахские друзья ходили на балет и в цирк по выходным, и они интересовались, почему корейцы не используют исполнительное искусство для проведения досуга. Мы заинтересовались этой темой и задались вопросом, почему исполнительное искусство в Южной Корее не так развито, как в других странах, особенно в России. Хотя балетные представления в Корее существуют, количество людей, посещающих их, крайне мало, а цирк Донгчун, единственный цирк в Южной Корее, значительно сократился. Мы решили, что эта тема может помочь нам понять культурные различия между двумя странами, и мы подробно проанализируем её в этой статье.

В Южной Корее люди не так часто ходят на балет и в цирк, как в России. Так в чем же причины того, что корейцы не любят исполнительское искусство? Мы рассмотрим причины недостаточного развития исполнительского искусства в Южной Корее по сравнению с Россией.

Во-первых, это развития в историческом прошлом. В России балет и цирк издавна считались национальным развлечением, и их традицией были балет Большого театра и музыка великих русских музыкантов Чайковского и Мариинского. Кроме того, во времена Советского Союза культурные искусства активно поддерживались, поскольку были связаны с имиджем страны. Интерес к балету в России был обусловлен «политикой вестернизации», начавшейся с приходом на престол Петра I. Одной из многочисленных инициатив по вестернизации был балет, который Петр I рассматривал как воспитание западноевропейских манер и надеялся разрушить образ России как закрытой страны, введя его в русское высшее общество. Во время его правления балет был светским танцем, но при Екатерине Анне Ивановне он стал профессиональным, как никогда раньше, и впоследствии получил всеобщее признание как исполнительское искусство. Помимо балета, в XVIII веке при дворе выступали акробаты, фокусники и дрессировщики из Западной Европы, а основа современного российского цирка была заложена в 1773 году, когда Чарльз Хьюз открыл цирк в Санкт-Петербурге. К началу XIX века российская императорская семья начала официально спонсировать цирк, и он стал популярным видом развлечений в России. Расцвет цирка

пришелся на советскую эпоху, когда Владимир Ленин передал его в государственную собственность и реорганизовал в художественно-просветительское учреждение. В 1927 году было основано «Государственное училище циркового и эстрадного искусства» и началось систематическое цирковое обучение. В Южной Корее, напротив, до династии Чосон доминировала конфуцианская культура, а традиционная музыка и народные представления были характерны скорее для исполнительского искусства. Позже, во время японской оккупации и Корейской войны, у западных исполнительских искусств, таких как цирк и балет, оставалось все меньше возможностей для развития. В этих суровых условиях основатель цирка Пак Донгчун в 1925 году основал цирк Донгчун, и в Корее появилась цирковая культура. Однако в 1990-х годах популярность цирка резко упала из-за появления различных видов поп-культуры, которые были более доступны, чем цирк. Кроме того, с середины и до конца 1990-х годов цирк стало трудно содержать из-за финансовых трудностей и уменьшения аудитории, и некоторые артисты сменили профессию или уехали за границу. В 2000-х годах финансовые трудности так и не были решены, и обсуждался проблему о расформировании цирка. Однако усилия, направленные на сохранение цирка, помогли ему выжить, и сегодня он продолжает регулярно выступать на постоянной площадке в Ансане.

Так становятся ли традиционные представления, кроме балета и цирка, популярными или доминирующими в современной Южной Корее? Ответ на этот вопрос, к сожалению, отрицательный. В Южной Корее поход в театр рассматривается не как повседневное культурное потребление, а скорее как «особое событие». Другими словами, поход в театр считается роскошью, а не формой развлечения. Корейский образ жизни также объясняет, почему поход в театр считается роскошью. Многие корейцы ведут образ жизни, в котором, как правило, не хватает свободного времени. Корея – одна из стран с самым длинным рабочим днем и самым низким количеством свободного времени, поэтому посещение театра часто не является приоритетом для многих корейцев, поскольку в будние дни они заняты работой или учебой, а в выходные – другими делами, например, отдыхом или домашними делами. Чтобы посетить представление, нужно заранее заказывать билеты, а спонтанное посещение невозможно из-за времени, затрачиваемого на дорогу. Традиционные представления – это также один из аспектов корейской культуры, который корейцы считают неудобным в современном мире. Традиционные представления, представляющие Корею, такие как гугак (корейская музыка, передающаяся с древних времен) и танцы трупп, часто используются в качестве образовательной или туристической продукции и не стали частью повседневной культурной жизни. Именно поэтому исполнительские искусства западного образца, такие как балет и цирк, не стали более популярными.

Как уже говорилось, Россия активно поддерживает балет и цирк со времен Советского Союза, поскольку исполнительское искусство прочно ассо-

циируется с имиджем страны, а государство обеспечивает бесплатное художественное образование и создает систему подготовки элитных артистов, делая балет и цирк популярной культурой. В Южной Корее тоже есть такая организация, как Национальный балет Кореи, но она не так доступна для публики, а государственная поддержка гораздо меньше, чем в России. В Южной Корее основными отраслями культуры являются не балет и цирк, а K-POP, кино и драма, и государство поддерживает медиаиндустрию гораздо больше, чем исполнительское искусство. Поэтому исполнительское искусство в Южной Корее, естественно, маргинализировано.

Во-вторых, мы можем ссылаться на различия в национальной поддержке. В России балет и цирк – давняя традиция, и люди часто ходят на представления с друзьями и даже с семьей. Для поощрения такого культурного погружения правительство предлагает множество инициатив по поддержке студентов, особенно в столице – Москве. Самый яркий пример – «Пушкинская карта», масштабный социальный проект, финансируемый российским правительством и направленный на развитие литературной жизни молодежи. По этой карте можно приобрести билеты в музеи, театры, концертные залы и другие места по всей России, причем воспользоваться ею могут молодые люди в возрасте от 14 до 22 лет. Студенты российских вузов и колледжей также могут получить скидку на вход в музеи, галереи, парки и другие места в Москве и по всей России, предъявив студенческий билет. Кроме того, некоторые музеи Москвы предлагают бесплатный вход в третье воскресенье каждого месяца, а Международная студенческая карта (ISIC) предоставляет ряд скидок на культурные мероприятия, такие как театр и балет. В Южной Корее же популярные представления, такие как фильмы и концерты (не классические), и у них меньше возможностей насладиться исполнительским искусством, тем более что существует множество альтернативных способов потребления культуры, таких как концерты K-POP и OTT. Однако в последние годы все больше людей стали смотреть мюзиклы, но они по-прежнему не очень популярны.

Во-третьих, это проблема цены и доступности театра. В России билеты на балет и цирк стоят относительно недорогие, а также существует множество скидок, особенно для студентов. Это объясняется тем, что правительство поддерживает ряд инициатив, направленных на привлечение публики к исполнительским искусствам, что делает их более доступными. С другой стороны, в Южной Корее такие представления, как балет и цирк, воспринимаются как элитные виды искусства, поэтому билеты на них стоят очень дорого. Кроме того, крупные театры сосредоточены в Сеуле, что, безусловно, менее доступно, чем в России, где театров много.

Можно с уверенностью сказать, что все эти причины способствовали развитию корейской медиаиндустрии. Драмы, фильмы и OTT потребляются широким кругом возрастных групп в Корее, потому что эти медиаиндустрии имеют преимущества с точки зрения доступности, а также экономики по

сравнению с культурой исполнения. Корейская медиаиндустрия – это кульминация социальных изменений и технологического прогресса. Как уже упоминалось ранее, просмотр спектакля не только сложен для импровизации, но и требует сложного и длительного процесса, в то время как просмотр фильма или драмы гораздо дешевле и не требует длительного времени. Кроме того, с 1980-х годов телевизионные драмы стали репрезентативной формой культурного потребления для корейцев, а с быстрым развитием Интернета и смартфонов драма или фильм, которыми наслаждались по телевизору, были расширены до OTT, которыми можно легко наслаждаться где угодно. После экономического кризиса МВФ в 1997 году корейцы стали тратить меньше денег на культурные мероприятия, и чаще стали смотреть телевизионные драмы и фильмы, а не посещать дорогостоящие спектакли. Корейская киноиндустрия также начала активно развиваться примерно в это время, в нее инвестировали крупные корпорации, а кинотеатры распространились по всей стране, что сделало поход в кино более распространенным и популярным, чем посещение спектаклей. Глобальный успех K-POP также способствовал развитию южнокорейской медиаиндустрии: страна стала крупным экспортером медиаконтента, поскольку мировой спрос на K-POP стремительно рос. Кроме того, в эпоху после событий COVID-19 индустрия выступлений сократилась, и люди стали больше времени проводить дома, наслаждаясь культурной жизнью, что привело к тому, что OTT развивается быстрее, чем когда-либо прежде.

Вывод: Другими словами, причины недостаточной популярности исполнительских искусств, таких как балет и цирк, в Южной Корее можно объяснить историческими предпосылками, отсутствием государственной поддержки, моделями потребления культуры населением, проблемами цены и доступности, а также ростом различных медиаиндустрий, которые заменили исполнительские искусства. Медиаиндустария в Южной Корее в силу ряда факторов пережила бурный рост и теперь составляет значительную часть культурной жизни корейцев. Многие люди наслаждаются удобством и эффективностью смартфонов, а с точки зрения глобальной перспективы корейская медиаиндустрия является великой культурной отраслью с большим потенциалом для будущего развития.

Список литературы

1. История цирка в России https://www.culture.ru/materials/253330/istoriya-cirka-v-rossii
2. История русского цирка https://artareaproject.ru/page/istoriya-russkogo-cirka1
3. История Санкт-Петербургского цирка на Фонтанке. Цирк Чинизелли. https://dzen.ru/a/XigFG4bEqQCysz5f
4. Почему советский цирк считался лучшим в мире. https://mir24.tv/articles/16430555/nedetskoe-zrelishche-sedennaya-aktrisa-stihi-mayakovskogo-i-drugie-fakty-iz-istorii-cirka-na-cvetnom-bulvare
5. Чарльз Хьюз. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.86554bed-67e2e61d-b10ddc88-74722d776562/https/www.britannica.com/biography/Charles-Hughes

6. 러시아 발레 교육의 역사와 바가노바 시스템, 2024, vol.6, no.2, 통권 20호 pp. 395-414 (20 pages), 신혜조 https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART003066297

7. 한국 현대 곡예/서커스의 시대적 변화 양상-1960년대~2000년대의 레퍼토리를 중심으로-, 2015, vol., no.30, pp. 585-616 (32 pages), 허정주 https://www.kci.go.kr/kciportal/ci/sereArticleSearch/ciSereArtiView.kci?sereArticleSearchBean.artiId=ART001965989

8. 모스크바 문화생활 지원사업 https://www.mos.ru/en/news/item/28558073/

9. 모스크바 문화생활 지원사업 https://www.rbth.com/education/329309-russia-Students-isic-discounts?utm_source=chatgpt.com

10. 국내 OTT 사업의 발전 양상 https://zdnet.co.kr/view/?no=20241230141716#:~:text=%EC%9C%A0%EB%A3%8C%20%EC%84%9C%EB%B9%84%EC%8A%A4%20%EA%B3%BC%EA%B8%88%EC%9D%84%20%ED%86%B5%ED%95%9C,77.0%25%EC%97%90%EC%84%9C%20%EA%BE%B8%EC%A4%80%ED%9E%88%20%EC%A6%9D%EA%B0%80%ED%96%88%EB%8B%A4

Дурина А.К.
студент
Научный руководитель: ***Бегичева О.В.***
д.иск., профессор
Волгоградский государственный институт искусств и культуры
Россия, Волгоград

ПОСТАНОВОЧНЫЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОПЕРЫ ДЖ. ПУЧЧИНИ «ТУРАНДОТ» В АСПЕКТЕ СТРАТИФИКАЦИИ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ТЕКСТА ОПЕРЫ

Аннотация. В статье вскрывается мифокод оперы «Турандот» с опорой на выразительные возможности сценографии и костюмов в постановках «Турандот» Д. Бертмана и «Турандот в Запретном городе» Чжана Имоу.

Ключевые слова: интерпретация, реинтерпретация, «Турнадот» Дж. Пуччини.

Durina A.K.
Student
Scientific Advisor: ***Begicheva O.V.***
Doctor of Art History, Professor
Volgograd State Institute of Arts and Culture
Russia, Volgograd

STAGED INTERPRETATIONS OF THE OPERA BY J. PUCCINI'S «TURANDOT» IN THE ASPECT OF STRATIFICATION OF THE LITERARY TEXT OF THE OPERA

Abstract. The article reveals the mythocode of the opera «Turandot» based on the expressive possibilities of set design and costumes in the productions of «Turandot» by D. Bertman and «Turandot in the Forbidden City» by Zhang Yimou.

Keywords: interpretation, reinterpretation, «Tournadotte» by J. Puccini.

Опера «Турнадот» Дж. Пуччини до настоящего времени остается одним из самых таинственных произведений в классическом музыкальном репертуаре. Ее сюжет основан на древнекитайской легенде, которая в основе имеет тюркские корни и составляет симбиоз философии, мифа и социального конфликта, что делает этот текст прекрасным объектом для современных постановочных интерпретаций.

В центре внимания нашего доклада находятся две современные постановки оперы: «Турандот в Запретном городе» (1998) титулованного китайского режиссера Чжана Имоу, известного своими работами в области кинематографа, а также церемонией открытия и закрытия Олимпиады в Пекине, и «Турандот» не менее известного российского театрального режиссера Дмитрия Бертмана, руководителя московского музыкального театра Геликон-Опера, народного артиста РФ.

Знаменитая история о холодной китайской принцессе и попавшем под воздействие ее гипнотической красоты принце-чужеземце в их прочтении превращается в живую дискуссию о сложных человеческих чувствах, но что наиболее важно, опера рассказывает историю, в центре которой находятся вечные законы бытия, цикличность Вселенной, круговращение природы, и попадающие в этот круговорот человеческие судьбы. Обычно два текста на один сюжет в искусствознании рассматриваются в сравнении, однако наша задача в другом: разные постановки мы привлекаем в качестве взаимодополняющих источников, позволяющих вскрыть художественную концепцию опуса.

Как известно, оперный текст имеет две основные жанрово-смысловые страты. Обратимся к исследованию С. Гончаренко. Автор пишет, что «Верхний (внешний) социально-актуальный слой отражает историко-стилевой контекст эпохи, в которую произведение создано. Доминирующие в данную эпоху жанрово-стилевые каноны находят индивидуальное претворение в либретто и оперной партитуре. «Верхняя» жанровая страта определяет особенности одного или группы произведений: литературно-музыкальные формы, психологию героев, образный строй музыки, вокальный стиль оперы (характер музыкальной декламации и мелодики). Она иногда указана в авторском определении жанра, поставленном на титульном листе парти-

туры, или зафиксирована в высказывании композитора» [2, с. 22]. По мнению исследователя, именно «верхняя» страта вписывает конкретный оперный текст в историко-стилевой контекст эпохи.

Если «верхняя» страта всегда попадает в поле зрения реципиента, то «нижняя» страта, отвечающая за древний мифоритуальный код оперы, архаический по своему происхождению, далеко не всегда лежит на поверхности. Она читается в либретто как текст-код, преобразованный в нарратив, а следовательно, требует выявления с помощью инструментальных методов исследования.

Цель данной работы – вскрыть мифокод оперы «Турандот», опираясь на выразительные возможности сценографии и костюмов в обозначенных выше постановках Д. Бертмана и Чжана Имоу.

Следуя за либретто, обозначим последовательность событий оперы.

Действие разворачивается в волшебном Китае, в стенах императорской столицы, именуемой «Сиреневый Город». Главными героями сказочно-мифологического повествования являются принцесса Пекина Турандот и странствующий, неизвестный императорскому двору принц Калаф. Фабула сюжета завязана на ситуации выбора жениха для принцессы, избегающей уз брака. По условиям коварной героини, преодолеть барьер ненависти холодной девы, носящей на себе печать родового проклятия, ставшего причиной ее добровольного безбрачия, сможет лишь тот претендент на руку и корону, который отгадает три сложные загадки. Каждая из них ставит претендентов на руку холодной принцессы в тупик, обрекая их на жестокую публичную казнь.

В «верхней», социально-актуальной страте находится бытовой конфликт между претендентами на руку Турандот. В «нижней», мифоритуальной страте содержится мотив нарушения цикличности ритмов бытия. Обращает на себя внимание достаточная развернутая ремарка композитора/либреттиста к началу представления. В ней изначально содержатся знаки, говорящие о нарушении вселенского равновесия. Так, например, из текста предисловия, в котором содержатся указания на древний китайский символ черепахи и образы хтонических чудовищ, становится ясно, что в мир гармонии и незыблемости мирового порядка нарушен: «Сцена полностью окружена полукругом массивных бастионов. Справа изгиб прерывается высоким крытым портиком, сплошь украшенным монстрами, единорогами, фениксами, с колоннами, поднимающимися из спин огромных черепах» [3, с. 4]. Как известно, черепаха является символом гармоничного Космоса, в то же время согласно ремарке композитора, к ней примыкают мифические существа хтонического мира, являющиеся в китайской культуре носителями хаоса. Эта диалектика порядка и хаоса и есть отправная точка для понимания замысла произведения.

Первое действие включает в себя четыре крупных раздела, следующих друг за другом: сцену казни персидского принца, восход Луны, встречу Калафа и Турандот и сцену предупреждения о надвигающейся опасности. Сценическим лейтмотивом всего первого действия становится призыв к смерти:

«Смерти!», «Палача!», – провозглашает толпа вслед за мандарином, объявившим условия брака. Звуковым проводником мотива Танатоса становится гонг, гулкие удары которого возвещают начало церемонии казни.

В рассматриваемых постановочных версиях топос смерти получал яркое режиссерское воплощение. У Чжана Имоу инфернальный мир получает четкую и однозначную маркировку с помощью декораций. Открывается опера появлением украшенной черепами лодки, везущей отца главного героя Тимура со своей служанкой Лиу. Их сопровождает толпа масок-теней, словно сошедших со стен Сиреневого города. Здесь возникают прямые ассоциации с Хароном – перевозчиком душ в древнегреческой мифологии. Кроме того, Тимур и Лиу облачены в белые одежды, символизирующие траур.

У Дмитрия Бертмана в театре «Геликон-опера» инфернальный мир маркируется с помощью декораций и костюмов труппы. Топос смерти в этой постановке предстает перед зрителем во всей своей гротескной и зловещей красе. Он формируется посредством экспрессивных костюмов и мрачных декораций. Костюмы выполнены в мрачных тонах, на головах рогатые маски, что у европейского зрителя вызывает ассоциации с разного рода нежитью и сущностями подземного мира.

Особого внимания заслуживает сцена хорового заклинания Луны и звучащий за сценой детский хор «Там на восточных горах». Общеизвестно, что Луна в китайской мифологии наделена позитивными коннотациями и связана с богиней любви, однако восходящая Луна не трогает сердце холодной девы, а восходящая Луна не становится восходящей любовью, и комментарий детского хора «О принцесса, ты полюби! Оживет тогда, зацветет земля» остается без ответа[1]. Таким образом, сюжетный мотив холодной девы связан с земледельческим культом. Он прямо указывает на причины нарушенного равновесия в природе: отсутствие любви у главной героини есть нарушение ритуального поведения. Любовь – это жизнь, холодное сердце девы – это смерть.

Все средства спектакля Геликон-Оперы подчеркивают, что сердце принцессы скованно льдом. В сценическом решении происходит метонимический перенос: Луна/ любовь – гонг / глашатай смерти. Этот мотив подмены множится благодаря сценографическому решению, когда все сценическое пространство заполняют фигуры пустых чёрных кругов, размером с Луну и гонг. Возникает эффект умножения визуального лейтмотива гонга-Луны, словно мир смерти отражается в зеркалах.

Режиссёрский подход к сцене восхода Луны в постановке Чжана Имоу также наполнен визуальными метафорами. Он использует игру света и тени, чтобы создать ощущение нереальности происходящего. Лунный свет, отражаясь от белых одежд хора и декораций, создает эффект сияния, будто сама

[1] Аналогичный мифоритуальный мотив холодной девы был ключевым в опере Н. Римского-Корсакова «Снегурочка». Напомним, что согласно сюжету сказки А. Островского, весна не приходила в царство берендеев, пока существовала не знающая любви Снегурочка.

Турандот излучает эту холодную энергию. Контраст между ярким лунным светом и глубокими тенями, скрывающими черты лиц, усиливает ощущение загадочности.

Драматургическим центром второго действии является мотив разгадывания загадок. В Геликон-Опере сцена представляет собой многоуровневую конструкцию, разделяющую пространство на два уровня: мир подземный, где в заключении находится душа Турандот, ее прошлое, ее тайна, и верхний мир, в котором протекают реальные события. Перед зрителем предстает Турандот, одновременно находящаяся в двух мирах. В верхнем героиня беззвучно открывает рот, в то время как в подземном мире ее голосом говорит инфернальное чудовище. Грим и пантомимика актрисы подчеркивают их связь. Безусловно, акцент на параллелизме миров, их неразрывной связи является одной из самых ярких режиссерских находок Д. Бертмана.

Таким образом, с помощью режиссерских решений мифоритуальный код оперы выходит из подтекста. В сценографии Д. Бертмана и Чжана Имоу имплицитно присутствующие мотивы, обычно скрытые в подтексте, с помощью визуальных средств, монументальных декораций, символически нагруженных костюмов, сложных световых эффектов и визуальных проекций выходят на поверхность. Использование масштабных декораций, многоур**овнево**й сцены создает ощущение мифопространства, создавая многоуровневую смысловую ткань, в которой самым необычным образом переплетаются герои, их судьбы, а зритель погружается в мир архетипов и символов.

Список литературы

1. Денисов А. «Персефона» И. Стравинского-новая жизнь мифа о возвращении из царства смерти / 2. А. Денисов [Текст] // Миф Музыка Обряд. Москва: Издательский дом «Композитор», 2007. С. 73.

2. Гончаренко С. С. О поэтике оперы [Текст] : учебное пособие. Новосибирская гос. консерватория (акад.) им. М. И. Глинки, Каф. теории музыки. Новосибирск : Новосибирская гос. консерватория (акад.) им. М. И. Глинки, 2010. С. 22

3. Клавир оперы «Турандот» Дж. Пуччини. М.: Издательство «Музыка» 1980.

4. Пропп В. Я. Морфология волшебной сказки. М.: Лабиринт, 2003.

5. Мелетинский Е. М. Мифы древнего мира в сравнительном освещении Архивная копия от 14 мая 2012 на Wayback Machine

6. Фрэзер Д. Д. Золотая ветвь : исследование магии и религии; [пер. с англ. М. К. Рыклина]. Москва : Эксмо, 2006.

Зеленская Т.А.
студент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

СТРАДАНИЕ КАК ПРИЧИНА, ФОРМА И СОДЕРЖАНИЕ ИСКУССТВА

Аннотация. В статье рассматривается причины зарождения априорного страдания у художника, значение его для зрителя, а также процесс перехода страдания в причину, форму и содержание искусства.

Ключевые слова: страдание, искусство, причина, форма, содержание.

Zelenskaia T.A.
Student
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

SUFFERING AS THE CAUSE, FORM AND CONTENT OF ART

Abstract. The article examines the causes of the origin of a priori suffering in the artist, its significance for the viewer, as well as the process of the transition of suffering into the cause, form and content of art.

Keywords: suffering, cause, form, content, art.

Искусство – это обширный пласт человеческой культуры, огромное влияние на общество которого сложно игнорировать. Нередко можно услышать фразу «Художник должен страдать», например, она упоминается в манифесте Марины Абрамович [1]. Она характеризует творцов примерно настолько же, насколько силён стереотип о нищете художника. Однако любопытно, по какой причине на деятеля искусства накладывается это долженствование и какое влияние оно оказывает на самого художника, на его искусство и зрителя, его созерцающего? Также немаловажен вопрос, действительно ли чувство внутренней муки столь обязательно. В случае отрицательного ответа художники, выходит, страдают напрасно. Тенденцию на нестандартную и зачастую донельзя печальную жизнь людей, одарённых творческой гениальностью, сложно не заметить. Количество самоубийств среди поэтов и писателей XX века стремится к заоблачному, а такие художники, как Фрида Кало, Ван Гог или Пикассо полностью превращают жизнь в страдальческий перфоманс. Вероятно, подобная модель проявления себя в рамках материального мира для многих творцов является перводвигателем созидательного порыва. Страдание совершает постоянные метаморфозы. Рождаясь из внутреннего или внешнего опыта, оно становится причиной рождения нового творчества, затем страдание может перетечь и в содержание искусства, а достигая своего апогея в разуме гения, оно эволюционирует до формы.

Ответы на эти вопросы определённо требуют постепенности, и в таком случае стоит рассмотреть, как страдание вообще зарождается в душе творца. Подобные рассуждения принято начинать с истоков, а именно с античности. Сквозь всю метафизику Платона протекает понятие эйдоса [2, 100b-102a]. Если рассматривать проблему творца и страдания с идеалистических позиций, то внутренние терзания возникают в душе человека хотя бы потому, что результат не соответствует представленному. Тщетные попытки в точности повторить образ, возникший в воображении, создают в душе деятеля искусства глубокую трагедию, а бесконечные самоуничижения за несоответствие неизбежно приводят к страданиям. Казалось бы, такая модель восприятия разрушительна, но именно неудовлетворённость итогом деятельности служит причиной для совершенствования своих навыков. Но воплотив явившуюся идею в полной мере, творец создаёт гениальную работу, которая окупает все его предыдущие страдания. Великие люди неизбежно вынуждены преодолевать перечень неудач, из раза в раз провоцирующий очередное страдание, ибо априорно наделены подобным складом психики.

Здесь необходимо затронуть Аристотелевский труд «Поэтика» [2, с. 6], в частности учение о катарсисе. Главная идея этого понятия: трагедия очищает. К этому философ приходит через изначальную двойственность человеческой природы. Любая личность имеет как положительные, так и отрицательные черты, позывы и желания, но в обществе вся низменность обратной сущности блокируется, и от того остаётся нереализованная потребность, которая из раза в раз подавляется. Взаимодействие с внутренним миром в таком ключе рано или поздно приведёт к тотальному угнетению собственного естества. Но это вполне решаемо через трагедию, ведь освобождение посредством неё достигается как актёром, так и зрителем. В трагедии инсценировка эмоций доходит до вершины пафоса. Хороший актёр будет сосредоточен на том, чтобы весь накопленный негативный опыт переживать за счёт вверенного ему героя. Обернув свою ранее не проявлявшуюся тёмную сторону в красивую форму, он открыто и без стеснения может делиться внутренним Я на публику. Таким образом человек безопасно высвобождает значительную часть своей истинной, но скрываемой сущности и, следовательно, конвертирует страдание в искусство. Зритель в этот момент глубоко погружён в созерцание происходящего, его охватывают чувства «сострадания и страха» и, по мнению Аристотеля, именно они необходимы для полного проживания гнетущего состояния. Трагедия должна доводить смотрящего до крайней степени эмоционального накала во время кульминации и до максимального облегчения во время развязки. Переживая столь драматичные события вместе с героями эпоса, зритель также получает необходимый выплеск таящихся в душе подавляемых чувств. В данной парадигме в качестве художника выступает актёр и подлинные страдания для владения мастерством в совершенстве, пожалуй, сойдут за необходимость. Чем выше невыраженная эмоциональная потенция, тем активнее играющий будет проявляться на сцене в образе своего героя.

Как и упоминалось, рассматриваемая проблема была актуальна во все времена и её осмысление достигало пиковых точек в расцвет немецкой классической и европейской неклассической философии, в частности иррационализма. Афоризмы С. Кьеркегора наглядно отображают весь спектр страданий, переживаемых автором во время создания трудов. По количеству цитат, связанных с темой печали, можно судить, что это чувство ушло в самые глубины души философа и стало его частью. Наиболее примечательной является фраза: «что такое поэт? − Несчастный, переживающий тяжкие душевные муки; вопли и стоны превращаются на его устах в дивную музыку. Люди толпятся вокруг поэта, повторяя: «Пой, пой еще!», иначе говоря − пусть душа твоя терзается муками, лишь бы вопль, исходящий из твоих уст, по-прежнему волновал и услаждал нас своей дивной гармонией» [7, с. 1]. Кьеркегор этой сравнительно ёмкой цитатой отражает тягость и обречённость бытия художника. Весьма поэтично здесь передан процесс превращения душевных терзаний поэта в сладостное пение для других людей. Казалось бы, как нечто настолько уничтожительное может возыметь прекрасную оболочку, влекущую к себе толпы людей? Главная способность человека искусства − умение придать своим страданиям правильную форму, именно ту, которая наиболее радушно воспринимается обществом. Иногда это всё, что требуется от произведения. Суть работы отходит на второй план и на содержание внимание обращается не так часто.

В нынешнюю эпоху контент схватывается особенно быстро и потому воспринимающий успевает уловить лишь внешнюю структуру предмета искусства, и тут же перейти к другому творению, содержание же требует полного погружения, в которое углубляются далеко не все. Столкнуться и осознать весь спектр страданий творца, пожалуй, не дано никому, но в некоторых ситуациях даже малая его часть насквозь пронзает своей глубиной и тягостью. И в этом случае художнику удаётся достичь сразу нескольких главных целей. Во-первых, форма его произведения смогла увлечь и восхитить зрителя, во-вторых, настолько, что он даже погрузился в содержание и достиг за счет этого нового уровня восприятия через эмоции. Вызываются более глубокие и благородные чувства: сопереживание, ужас, отчаяние или тоска. Погружённый в своё дело творец старается не делать своё произведение поверхностным, он придаёт ему некую многослойность для зрителей разной подготовленности к апперцепции. Разряд людей, в искусстве не слишком разбирающихся, не трудно впечатлить яркими красками или реалистично прописанным телом с драпировками, тех, кто заинтересован сферой смыслов восхищают неочевидные аллюзии на различные пласты культуры, искусствоведы же стараются реализовать в своём восприятии комплексный подход ко всем возможным составляющим и доподлинно определить, действительно ли образец перед ними является объектом искусства.

Рассуждение не может обойтись без философии А. Шопенгауэра. В его труде «Мир как воля и представление» наиболее важна в рамках данного

исследования часть, посвящённая эстетике. Жизнь – страдание, ибо она целиком состоит из круговорота непрекращающихся желаний, и попытка их достичь не позволяет оказаться в состоянии спокойствия. Но на некоторое время разрушительного влияния воли можно избежать благодаря навыку чистого созерцания. Данный навык в совершенстве доступен творческим гениям, поскольку обычные люди имеют иного рода познавательную способность. Они без проблем схватывают причинно-следственные связи и внешнее устройство мира, но художнику доступно созерцать при помощи одного лишь представления, осуществляя восприятие этим методом ему удаётся временно избавиться от воли и ощутить благодатное забвение. Созидает он часто в этом же состоянии. В таком случае логично предположить, что задача гения создать нечто, что заставит испытывать те же чувства желающих узреть его работы. Но гениальные вещи не рождаются беспричинно, для них нужен сильнейший порыв внутренней энергии. Многие философы не раз высказывались о том, что высшая степень одарённости может граничить с безумием [10, с. 115], ибо способность зреть в корень вещи заставляет доводить впечатление от данного созерцания до максимума. У художников это переносится и в жизненный опыт. Великому не свойственна усреднённость, все эмоции, чувства и желания должны быть запредельными, потому творческие люди подвержены различным аффектам и разрушительному образу жизни. За счёт совокупности особенностей условий созидания и достижения желаемого эффекта от творчества, между зрителем и художником создаётся неразрывная связь, побуждающая творца искать в себе источник страданий, будь то внутренняя организация, заставляющая ощущать в себе инаковость восприятия окружающей реальности или поиск волнующих душу обстоятельств во внешнем мире, но в итоге должно образоваться что-то, заставляющее ощущать эмоциональный накал, сопровождающийся потребностью в выражении. Для освобождения подходит любая из форм искусств, будь то поэзия, музыка живопись или актёрское мастерство.

Так через призму страданий рождается нечто наполненное и потому интересное зрителю. Когда техническое мастерство воедино сплетается с мастерством придачи грамотной формы для отражения внутреннего мира, то на свет появляется работа, которая впоследствии может именоваться шедевром. Какую роль здесь играет созерцающий? Во-первых, без признания работа не может считаться произведением искусства, во-вторых, зачастую художник должен любыми методами бороться за интерес зрителя, в-третьих, высшая форма гениальности, вполне вероятно, характеризуется именно созданием такого произведения, которое позволит своим завораживающим великолепием вогнать наблюдателя в состояние немого восхищения и избавить его от влияния воли, подобно тому как художник сам от неё избавляется за счёт особенностей внутренней организации. Таким образом, ценой своих страданий творец может избавить от них публику. Это должно быть его главной целью. Если работа действительно цепляющая, то зрителю дозволено узреть её эйдос, что является высшим благом как для художника, так и для наблюдателя.

Несмотря на целый спектр благородных целей, которые своим творчеством может достичь художник, в трудах Ж. Маритена «Ответственность художника» звучит мысль − творцу вполне дозволено быть эгоистом, если того требует величие замысла в его произведении [5, с. 6]. Возможно, эгоизм, граничащий с нарциссизмом в контексте творчества, будет даже полезен, так как автор, создавая свои работы, стремится отразить в них собственное видение и распространить его на остальных людей. В творчестве содержится часть личности созидающего, оттого неуникальные и типизированные работы, в которых сложно заметить элементы, передающие индивидуальность художника, искусством являться не могут. В лучшем случае это могло бы считаться хорошо отточенным мастерством. Желание вершить именно вещи, относящиеся к разряду искусства, требует немалого нарциссизма, ибо в купе с потребностью распространить своё видение на огромное количество человек также добавляет необходимость создать нечто уникальное, нестандартное и определяющее исключительно созидающего. Творчество – сфера для реализации собственной неповторимости.

Вопрос, откуда берётся столько страданий у художника, освещён всё же не до конца. Ещё из стоицизма принято заимствовать принцип, что страдание есть выбор человека, если нельзя поменять происходящее, то стоит менять отношение к нему, неужели те, кого считали гениями, не дошли до столь очевидной мысли? На самом деле художники порою намеренно взращивают в себе хаос и муки. Возвращаясь к Аристотелю, вспомним: народу требуется трагедия и есть несколько путей, чтобы достоверно её, воплотить в жизнь: искать эмоционального резонанса во внешних обстоятельствах, или обращаться внутрь себя. Вышеупомянутому С. Кьеркегору, судя по его трактату, достаточно было лишь одного фактора непонимания со стороны общества и тяготящей сущности человеческой природы, чтобы бесконечно уничтожаться, пребывая в глубокой печали.

Если обратиться к биографии поэтов XX века, они ради получения творческой энергии организовывая свою жизнь часто сомнительным образом. Трагедия неразделённой любви, постоянное злоупотребление алкоголем, сопутствующие проблемы с психическим здоровьем − подобное присуще именно творческим людям, это могло бы оказаться и досадным совпадением, но трудно отрицать, что для чего-то гениального необходимо априори обладать иным складом ума и душевной организацией. Безусловно, есть и те, кто способен к творчеству без обременения тяжестью всей трагедии человеческого бытия, но зачастую подобные экспонаты могут граничить между подлинным искусством и грамотным ремеслом. Периодически может казаться, что биография определённых художников не обладает никаким примечательным страданием, но многие факты, в особенности, связанные с душевной организацией и внутренней жизнью творца, навсегда потеряны во времени, тогда достаточно лишь копнуть немного глубже, чтобы обнаружить червоточину, питающую муками естество художника и побуждающую создавать великое.

Есть и иные причины, влекущие за собой порождение искусства. Здесь весьма уместной окажется цитата, упоминаемая в «ответственности художника». Элиот пишет: «Для начала меня смущает утверждение, что «поэт... чем больше он поэт, тем больше мучим потребностью сообщить другому свой опыт» [5, с. 6]. Извечное чувство недосказанности и отрешённости от остальных людей из раза в раз заставляет писать, оборачивая эмоции и чувства в характеры лирических героев. По мнению О. Кривцуна [3, с. 237], художник в целом способен отыграть в своём произведении любую роль и достоверно изобразить персонажей, ему несвойственных и не близких п состоянию души. Оттого следует вывод о том, что творческая душа пуста, и потому наполняется всеми характерами и поведениями столь достоверно, но на деле с этим утверждением крайне трудно согласиться, ибо для яркого выражения эмоций в произведении, как было доказано выше, как минимум необходимо ими обладать. Душа художника, наоборот, должна быть наполнена переживаниями и личностной оценкой происходящего, чтобы благодаря этим факторам оставалась необходимость в самовыражении, а также отображении собственного видения.

Рационально предполагать, что если бы художники действительно свободно вбирали в себя любое содержание, за неимением наполненности, то у них не возникало бы потребности отразить собственное видение, так как отражать, стало быть, попросту нечего. Да, на гении лежит обязательство отдаваться целиком и полностью искусству, но это не обязует его отказаться от своей человеческой составляющей, он прежде всего человек, а не художник. Будучи человеком, он передаёт именно личный накопленный опыт, что уже не позволяет ему оставаться пустым. Типаж творца, о котором повествует О. Кривцун, вероятно подходит для созидания массового искусства, так как оно неизбежно должно быть лишено значительной доли индивидуальности. Оно нарочито туманно передаёт мысли и характеры, чтобы как можно больше людей имели возможность обнаружить там нечто соотносящееся с ними. Все чувства и мысли примитивизируются и разжёвываются. Если в песне описывается феномен любви, то из всех аспектов этого многогранного чувства остаются лишь эйфория и муки от расставания. Подобное содержание поймут не только все, кто проживал эти чувства, но их упрощение позволяет уловить суть даже людям, ещё их не испытывающим. Искусство такого рода это скорее инструмент для получения автором всеобщего признания и обретения популярности. Истинный же творец стремится быть понятым, а для этого ему необходимо создавать исключительно для своей не слишком многочисленной и отчасти элитарной аудитории.

Корень страдания и особенность личности художника кроется ещё глубже. Для большинства творцы остаются загадочными и странными персонами. Некоторые совершенно не понимают, отчего бы художнику не изображать лишь позитивные и светлые вещи, с какой целью его руками создаётся нечто бросающее в леденящий ужас, почему же им не удаётся до-

вольствоваться мирскими радостями, вроде попойки с товарищами, или материальной прибыли… Небезызвестный поэт Борис Рыжий говорил: «Вот говорят: поэту нужна трагедия. Да трагедия поэта в том, что он поэт, вот и всё». Для полного осмысления этой фразы стоит обратиться к современному исполнителю Андрею Федоро́вичу, известному под псевдонимом «Pyrokinesis», в его текстах звучит мысль о цене, которую приходится платить творцу за возможность создавать. В песне «Диско элизиум» она является одной из центральных:

«Не видать мне счастья простого
Человеческого, так и быть
У искусства большая цена
Её надо платить
А оно того стоит? Не знаю
То бишь значит
Не знаю, как может иначе быть
По-человечески, чтоб
И за тексты, я плачу дорого с самого детства
Это от дьявола, или от Бога?
Это не выбор, и не дорога
Привычная боль, с ней тексты и пение
Безусловны как сердцебиение»

Если сплести воедино строчки Бориса Рыжего и куплет песни, то трагедия поэта становится куда яснее: он не может не писать, страдание присущи ему априори, и это очередной раз доказывает, что они по итогу с некоторой необходимостью конвертируются в искусство. Творец в таком случае лишён выбора, если он хочет сохранить дух своего гения. У него есть лишь выбор сохранить дар подобной ценой или стараться стать более приземлённым, затерявшись среди лишённых творческого порыва людей, при этом никогда не оставаясь принятым, так как в нём изначально заложено иное понимание мира и общества. Если под формой искусства в данном сочинении подразумевается инструмент, с помощью которого доносится идея в творчестве автора, то первородное страдание в таком случае вполне может им являться. Во многих случаях личность неотделима от творчества. Она либо в значительной мере его дополняет, либо через неё раскрывается посыл произведения, в иных ситуациях биография творца вполне может заместить собою его творчество. Когда всё естество созидающего носит характер страдания это становится основным способом донесения мыслей. Корень всего им сотворённого искусства кроется в извечных душевных муках и невозможности не создавать.

Петляя по лабиринту рассуждений, легко упустить основные мысли, которые должны были быть высказаны в данном сочинении. Они частицами мелькали в различных аргументах, но, пожалуй, стоит выказать их в менее разрозненном варианте. Итак, утверждение, что страдание является причи-

ной искусства, пожалуй, затрагивалось наибольшее количество раз, это чувство необходимо как зрителю, так и самому художнику. Созерцающий высвобождает схожие с героем произведения эмоции, а созидающий разделяет их за счёт своего произведения, а также находит способ конвертировать душевные терзания в творчество, существует ещё огромное множество причин нужды во внутренних муках, но так как они практически неисчерпаемы и обозреть в полной мере душу художника невозможно, то стоит перейти к страданию, переходящему в содержание. Народу банально интересно наблюдать за тяготящими героя печалями, так как на контрасте с трагичными историями вымышленных миров читатель невольно радуется, что не находится в схожей ситуации. В целом, когда большую часть произведения зрителя держат в нервном напряжении или глубокой печали, то в кульминационные моменты достигается пик эмоционального накала, за которым следует столь необходимый катарсис.

То, что страдание зачастую является содержанием искусства мысль вполне очевидная. Стоит только целостно обозреть всю русскую литературу и горькое послевкусие щемящей тоски после прочитанной книги окажется неизбежным. Если творец должен страдать, то это ощущение косвенно или напрямую будет идти в совокупности с его произведением. Этот спектр чувств донельзя многогранен и от того так привлекает людей. Есть в этом также и религиозный подтекст, ведь именно страдающие люди могли окупить этим свою порочность, а испытываемые муки праведников позволяли быть причисленным к лику святых, так что не исключено, что человек может быть так влеком этим чувством в связи с подсознательным желанием загладить свои грехи через тягостное проживание собственной боли. Страдания, заключающиеся в прямом содержании, могут выглядеть как сложный сюжет, способный вызвать негативные эмоции, косвенное же страдание сокрыто в деталях.

Во время первого восприятия наблюдателя впечатляет роскошная форма, будь то качественно написанная музыка или богатый с точки зрения языка текст, но погружаясь в произведение, он улавливает элементы истинных чувств, испытываемых художником на момент написания. Так в уже упоминаемой работе О. Кривцуна [3, с. 41] личность художника определяется его творчеством, и дабы постичь его в полной мере необходим навык чтения между строк можно в полной мере определить, в каких местах крик души автора на первый взгляд показался прекрасной песней. И страдание в этом случае сокрытая от простого восприятия суть всей деятельности автора.

Финальным аккордом повествования станет рассуждение о страдании как форме искусства. Заявление может показаться излишне громким или просто не вполне понятным. Великая способность страдать таким образом, чтобы результат выходил настоящим искусством. Редко в каких-нибудь точных науках биография играет важную роль в итоговых трудах учёного, но в случае художников она интересна не только вследствие слепого фанатизма.

Это зачастую действительно становится частью всего искусства, произведённого автором, так как она может сильнейшим образом влиять на восприятие работ. Общеизвестной стала необходимость разделять личность автора и его творчество, но разделять лишь в том смысле, что личность не должна влиять на отношение зрителя, ибо черты присущие творцу, даже самые бесчеловечные, позволили в какой-то мере создать ему его великое произведение, гений более достоверно опишет все самые низменные чувства в своём произведении, если погрузится в них напрямую, чтобы впечатлить созерцающего, высказанное обязано быть максимально искренним. Страдание, высказанное в произведении, невольно заставляет погрузиться в личность создателя, если плод его трудов действительно вызвал высшую степень восхищения. Дабы постичь искусство, сотворённое им в полной мере, источники вдохновения и жизненный опыт творца просто не могут быть вычленены из контекста. Но одно из главных отличий биографий творцов от иных − они могут служить отдельным литературным произведением при достойном оформлении. Творческие люди нередко живут таким образом, чтобы собрать вокруг своей персоны максимальное количество внимания и всё своё бытие превратить в искусство. Поэты XX века совершали самоубийство не только из-за невозможности выносить кладезь душевных терзаний, в этом действии было некое величие замысла. Борис Рыжий был убеждён в необходимости уйти молодым, дабы навсегда остаться прекрасным поэтом в памяти людей. Со временем, а тем более к старости, многие творцы приходят к ощущению исчерпанности и доживают дни с этой ничем не заполняемой пустотой, и некоторые выбирают смерть, нежели путь, в котором им в конце концов придётся предать своё дело и начать производить третьесортное искусство. В этом и есть главная ответственность художника – оставаться верным делу, и гении готовы пожертвовать ради этого своей жизнью, если того требует внутреннее ощущение. Таким образом, искусством становятся не только произведения и жизнь художника, а благодаря гениальности в купе со страданием им может стать даже смерть.

Список литературы

1. Абрамович А. Манифест жизни художника, музей современного искусства «Rigas Laiks» (Русское издание), Лето 2012.
2. Аристотель. Поэтика. Минск: Литература, 1998.
3. Кривцун О. Эстетика: Учебник. М.: Аспект Пресс, 2000. С. 234-241.
4. Кьеркегор С. Афоризмы эстетика // Кьеркегор С. Наслаждение и долг. Предисл. П. Ганзена. Ростов-на-Дону: Феникс, 1998. С. 7-32.
5. Маритен Ж. Ответственность художника // Самосознание европейской культуры XX века: Мыслители и писатели Запада о месте культуры в современном обществе. М., 1991. С. 171-207.
6. Платон. Апология Сократа. Перевод С.П.Маркиша // Платон. Собр. Соч. В 4-х томах. Том 2. М.: «Мысль», 1993.
7. Рыжий Б. В России расстаются навсегда // 12 песня Трагедия (скит). URL: https://vk.com/music/album/-2000725458_21725458_1759a6ca080df271aa
8. Саенко Н. Р. Нигитогенный характер арт-практик XX века и постсовременности / Н. Р. Саенко, А. В. Вальковский // Вопросы культурологии. 2011. № 6. С. 95-99.

9. Саенко Н. Р. Творчество как «приключение небытия» // VI Серебряковские научные чтения : Материалы Международной научно-практической конференции: в 2 книгах, Волгоград, 17–19 апреля 2008 года / Волгоградский муниципальный институт искусств им. П.А. Серебрякова, Волгоградский государственный университет. Том Книга 2. Волгоград: Волгоградский государственный университет, 2008. С. 29-33.
10. Федорович А. (pirokinesis) Диско Элизиум URL: https://genius.com/Pyrokinesis-disco-elysium-lyrics
11. Шопенгауэр А. Мир как воля и представление. URL: www.100bestbooks.ru С. 110-151.

Панина О.А.
студент
Московский политехнический университет
Москва, Россия

КОНЦЕПЦИЯ УСТАЛОСТИ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА ХАНА БЁН-ЧХОЛЯ

Аннотация. В статье рассматриваются идеи Хана Бён-Чхоля о феномене усталости в современном обществе, детальный анализ причин и последствий усталости, затрагивая темы многозадачности, депрессии и созерцательности.

Ключевые слова: общество усталости, дисциплина, достижения, хроническая усталость, депрессия, скука, трудовая культура, внутренняя гармония, общественное состояние.

Panina O.A.
Student
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia

HAN BYUNG-CHUL'S CONCEPT OF FATIGUE IN MODERN SOCIETY

Abstract. The article examines Han Byung-Chol's ideas about the phenomenon of fatigue in modern society, a detailed analysis of the causes and consequences of fatigue, touching on the topics of multitasking, depression and contemplation.

Keywords: fatigue society, discipline, achievements, chronic fatigue, depression, boredom, work culture, inner harmony, social condition.

Философия, как отражение человеческой мысли, всегда обращалась к вопросам, связанным с духовным и общественным состоянием. Мне предоставилась возможность познакомиться с трудами выдающегося немецкого философа корейского происхождения Хана Бён-Чхоля, который оказал значительное влияние на современные дискуссии о нынешнем обществе. Целью моего исследования стало изучение концепций Хана Бён-Чхоля, который в своей работе поднимает одну из наиболее острых проблем развитых стран – феномена усталости. В своей книге «Общество усталости» (2010)

автор изучает причины и последствия этой эпидемии, предлагая глубокий анализ современного общества. Его идеи находят отклик в сердцах многих людей, поскольку отражают реальные переживания миллионов жителей индустриальных стран. Анализ его трудов позволит не только лучше понять механизмы, лежащие в основе нашего восприятия успеха и конкуренции, но и выявить пути к восстановлению внутреннего равновесия в условиях современной культуры постоянного напряжения.

Переходя к основному содержанию моего исследования, стоит отметить, что одним из ключевых тезисов работы Хана Бён-Чхоля является противопоставление двух типов обществ: «дисциплинарного» и «общества достижений». Дисциплинарное общество, по мнению автора, характеризовалось высокой степенью контроля и подчиненности граждан, основополагающими постулатами этого общества автор называет «запреты, приказы и законы» [5, с. 27]. Современное же общество, «общество достижений», напротив, характеризуется «проектом, инициативой и мотивацией». Это делает человека более свободным и независимым от правительства и других государственных структур.

По мнению автора, ни «дисциплинарное» общество, ни «общество достижений» не являются идеальными. Однако нельзя не заметить, что «общество достижений» обладает рядом преимуществ, что явно выделяет его на фоне «дисциплинарного» общества. В современном «обществе достижений» человек самостоятельно определяет, что ему делать и чем заниматься. Хоть многие его действия все же обусловлены различными социальными установками и общественными ожиданиями, он тем не менее волен делать выбор самостоятельно, а не действовать в рамках чьих-то указаний.

Как писал в своей книге французский социолог Жорж Вигарелло: «Усталость нашего «четвертичного» общества, общества компьютеров и офисов, глуха и невидима; на смену физической нагрузке пришла нагрузка информационная» [1, с. 71]. И действительно, Хан Бён-Чхоль поднимает и эту тему. Нельзя не согласиться с автором в части множества проблем, с которыми сталкиваются люди в «обществе достижений»: переизбыток информации, множество внешних раздражителей, перманентное нахождение в состоянии проактивного действия, сопровождающий каждого человека звуковой и визуальный шум. Для современного человека абсолютно нормально сначала отправиться на работу, потом провести время в фитнес зале, по дороге заняться чтением или просмотром развлекательных видео, а вечером встретиться друзьями. По мнению автора, в такой ситуации человек перестает замечать базовые, но важные для жизни вещи. Он начинает стремиться к целям, которые, на его взгляд, являются значимыми, но на самом деле не имеют для него особого смысла.

В данном контексте автор негативно высказывается и о многозадачности: он сравнивает человека с диким зверем, для которого такая многозадачность «как раз широко распространена» [5, с. 32]. В этой части мы не можем

не согласиться с автором, поскольку невозможность сконцентрировать внимание на чем-то конкретном не позволяет человеку углубиться в ту или иную деятельность и достичь в ней высоких результатов и профессионализма. Человек, который пытается взяться за всё сразу, как правило, не достигает успеха ни в одном из своих начинаний и не получает от этого удовольствия. Следствием такого образа жизни становится депрессия, которая является еще одним «гордиевым узлом» современного общества.

Автор считает: «Депрессия – это заболевание общества, которое страдает от переизбытка позитивности» [5, с. 29]. Действительно, человек, гоняющийся за впечатлениями, эмоциями, предъявляющий к себе высокие требования, которым зачастую сложно соответствовать, и забывающий о важности отдыха, рефлексии и тихого созерцания окружающего мира, рано или поздно достигает состояния выгорания и нездорового нежелания что-либо делать. Депрессия всегда связана с особо опасным внутренним конфликтом человека, который ведёт войну с самим собой. Проблема депрессии требует глубокой проработки и, к сожалению, не может быть решена универсальной методикой или таблеткой.

По мнению философа, решением проблемы вечного стресса, депрессии и угнетённости может стать «глубокая скука». Он уверен: «Если сон – это высший пункт телесного расслабления, то глубокая скука – это высший пункт расслабления духовного» [5, с. 33]. При этом автор различает скуку деструктивную и скуку конструктивную. Деструктивная, по его мнению, выражается в абсолютном разрушающем бездействии, которое не приводит ни к какому положительному эффекту. Конструктивная же скука (например, запрет заниматься любой работой в религиозные праздники), напротив, освобождая человека от физической активности, позволяет обратиться к своим внутренним переживаниям, заглянуть вглубь себя и побыть наедине с собой, чтобы найти внутреннюю гармонию и свободу. Такая скука становится конструктивной, так как внешнее бездействие превращается в важный шаг к духовному благополучию. Мы отдыхаем физически, но обретаем умиротворение и внутреннюю гармонию.

Однако, несмотря на потенциал конструктивной скуки, как пути к внутреннему покою, современное общество значительно усложняет этот процесс. Оно превращает людей в *animal laborans*, трудящихся существ, постоянно занятых делами и обязанностями. В таком контексте даже стремление к духовной гармонии через скуку оказывается затруднено, ведь трудовая деятельность становится приоритетной ценностью. Подтверждение этому найдем в книге еще одного автора – философа Алексея Соловьёва: «Режим выживания, включившийся в условиях хронического стресса и истощения, точно не стимулирует когнитивные способности, умение рационально планировать долгосрочные цели или вообще хоть какое-то здравомыслие» [3, с. 61].

Как ни парадоксально это не звучит, автор противопоставляет «труд» «действию». Под «действием» он понимает активность, сопровождаемую

интеллектуальными и духовными целями. Любое «действие» должно быть целенаправленным и важным не только для общества, но и для самого человека, так как оно способствует развитию духовности и сознательности. «Движение идет от физического к ментальному» [1, с. 426] – подтверждает и Жорж Вигарелло. В то же время «трудовое общество» автор оценивает негативно, считая его бессознательным и основанным на заранее заготовленных шаблонах. В таком обществе человек действует не ради собственного духовного и физического блага, а потому что так принято или ему указывают сверху.

Я согласна с автором и считаю, что любое действие и любая активность человека должны иметь цель и приносить пользу, а не быть просто бессознательным набором поступков.

Подводя итог, можно сказать, что размышления Хана Бён-Чхоля позволяют глубже понять современные общественные тенденции и выявить причины растущего психологического дискомфорта, особенно в условиях развитого общества. Анализируя усталость как явление современности, Хан Бён-Чхоль подчёркивает важность поиска внутренней гармонии и баланса между активностью и отдыхом, работой и духовным развитием. Трудовая культура, направленная исключительно на достижение внешних целей, лишает нас возможности обрести истинную радость и смысл существования. Только найдя гармонию внутри себя, мы сможем противостоять стрессам и депрессиям, которые стали неотъемлемой частью современной реальности.

Таким образом, философия Хана Бён-Чхоля призывает нас задуматься над вопросами личного выбора, внутреннего покоя и осознанности. Его идеи служат призывом к пересмотру наших ценностей и приоритетов, что поможет нам лучше понимать и выстраивать гармоничные отношения с окружающим миром и самим собой.

Список литературы

1. Вигарелло Ж. История усталости от Средневековья до наших дней. М.: Новое литературное обозрение, 2024.
2. Саенко Н. Р. Бытие человека в условиях ускорения социокультурной динамики / Н. Р. Саенко, В. С. Хрустова // Исторические, философские, политические и юридические науки, культурология и искусствоведение. Вопросы теории и практики. 2014. № 2-2(40). С. 175-178.
3. Соловьев А. Е. Эпоха выгорающих супергероев: Как саморазвитие превратилось в культ, а погоня за счастьем завела нас в тупик. М.: Альпина Паблишер, 2024.
4. Соломатова М. А. Ускорение жизни в условиях современной культуры и развития технологий / М. А. Соломатова, Н. Р. Саенко // Экологическая безопасность и устойчивость социального развития : Материалы Международной образовательной конференции, Москва, 22 марта 2024 года. Москва: Московский Политех, 2024. С. 13-17.
5. Хан Б. Ч. Общество усталости. Негативный опыт в эпоху чрезмерного позитива. М.: АСТ, 2023.

Туголукова С.А.
студент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

УСПЕХ И СЧАСТЬЕ В ЭТИКЕ ИММАНУИЛА КАНТА И В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Аннотация. В статье исследуется тема актуальности этики И. Канта в современном мире. Раскрываются характерные черты категорического императива, подчёркивается сложность нравственного выбора и недостижимость нравственного идеала. Сквозь призму нравственного выбора анализируется стремление человека к успеху и счастью. Безусловный нравственный закон противопоставляется разрушительному характеру морали успеха. Обосновывается мысль о том, что погоня за материальными атрибутами успеха и счастья нередко ведёт к разочарованию, а для подлинного счастья человеку нужна цель, наполняющая его жизнь смыслом. Автор приходит к выводу, что сегодня этика Канта не только сохраняет актуальность, но и продолжает развиваться в современных этических концепциях − этике достижений и «алмазном правиле», сформулированном М. Эпштейном.

Ключевые слова: категорический императив; нравственный выбор; счастье; успех; мораль успеха; этика достижений; алмазное правило.

Tugolukova S.A.
Student
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

SUCCESS AND HAPPINESS IN THE ETHICS OF IMMANUEL KANT AND IN THE MODERN WORLD

Abstract. The article examines the relevance of I. Kant's ethics in the modern world. It reveals the characteristic features of the categorical imperative, emphasizes the complexity of moral choice and the unattainability of the moral ideal. Through the prism of moral choice, a person's desire for success and happiness is analyzed. The unconditional moral law is contrasted with the destructive nature of the morality of success. The idea is substantiated that the pursuit of material attributes of success and happiness often leads to disappointment, and for true happiness a person needs a goal that fills his life with meaning. The author comes to the conclusion that today Kant's ethics not only remains relevant, but also continues to develop in modern ethical concepts – the ethics of achievement and the «Diamond Rule» formulated by M. Epstein.

Keywords: categorical imperative; moral choice; happiness; success; morality of success; ethics of achievement; diamond rule.

Иммануил Кант в своих трудах «Основы метафизики нравственности» и «Критика практического разума» сформулировал высший нравственный закон поведения человека − категорический императив, который призывает воспринимать каждого человека как цель, а не как средство; поступать так, как хотелось бы, чтобы поступали другие.

Категорический императив − это учение об универсальной морали, которая не зависит ни от опыта, ни от человеческих желаний, это модель нравственного поведения, применимая в любой момент времени к любой ситуации и способная стать всеобщим законом. Единственным основанием моральных поступков является долг, основанный на свободной воле человека. При этом выполнение долга против воли, например, из чувства страха, по Канту не может считаться нравственным.

Категорический императив является частью обширной философской концепции Канта − агностицизма. Философ считал, что некоторую часть человеческих знаний никогда нельзя будет подтвердить опытным путём, и поэтому всегда будут существовать явления, которые невозможно познать до конца − «вещи в себе». К таким непознаваемым явлениям Кант относил и волю человека, лежащую в основе его нравственных поступков, и саму человеческую нравственность. По мнению философа, моральный закон стоит в одном ряду с физическими законами мироздания, а значит истинные причины морали невозможно установить, и в этом можно усмотреть проявление Божественного замысла. Эта убеждённость в абсолютности нравственного закона отражена в знаменитом изречении Канта о том, что нравственный закон внутри наполняет душу столь же сильным удивлением и благоговением, что и звёздное небо над головой [2, с. 248].

Суть категорического императива хорошо иллюстрирует пример из классической литературы. В романе Пушкина А.С. «Капитанская дочка» автором поднимается большое количество проблем, одной из которых является проблема нравственного выбора. Молодой офицер Алексей Швабрин переходит под знамёна бунтующего Пугачёвского войска для личной выгоды − собственную жизнь он ценит выше жизней своих боевых товарищей, капитана и его семьи. Предательство совершается Швабриным из побуждения спасти свою «шкуру», и средства достижения этой цели не имеют для него никакого значения. В то же время главный герой романа − Пётр Гринёв − даже под страхом скорого повешения не отступает от своих моральных принципов и не предаёт своих товарищей. Действия Гринёва могут показаться иррациональными, ведь они неизбежно должны привести его к гибели, однако им движет уверенность в своей правоте и непоколебимая верность присяге истинной императрице − эти идеалы для молодого офицера ценнее жизни. С точки зрения кантовской этики, можно сказать, что Гринёв в своих действиях руководствуется категорическим императивом: его личное счастье, значимость его собственной жизни становятся для него менее важными, чем нравственные идеалы и моральные догмы дворянина − офицерская честь, долг, честность, доблесть, вера в справедливость.

Нетрудно заметить, что понятие категорического императива созвучно так называемому золотому правилу нравственности − поступай с другими так, как ты хочешь, чтобы поступали с тобой. Однако в реальности следовать этому правилу бывает поистине трудно. В приведённом выше примере

перед Петром Гринёвым стоит сложный выбор: на одной чаше весов находится нравственный поступок, а на другой − его собственная жизнь. В этой связи совершенно очевидно, что категорический императив не может быть определяющим принципом поведения для всех людей. Сам Кант считал, что это невозможно, понимая, что всегда найдутся люди, преследующие личные цели, а не нравственный идеал.

В современном мире редки примеры альтруизма, безвозмездной добродетели, помощи ближнему. Потому ли это, что следование высшему нравственному закону ставит людей перед выбором: своё собственное счастье или высшее благо? Или же на то имеются иные причины? Можно с уверенностью утверждать, что в нашем мире индивидуализм и эгоизм прочно укоренились, а капиталистическое общество живёт по принципу «благо для индивидуального себя», а значит в современных реалиях проблемы этики, поднятые Кантом, приобретают особую актуальность.

В эпоху, когда технологии и инновации стали доминирующими во многих сферах бытия, возникла парадоксальная ситуация: с одной стороны, современные цифровые и электронные достижения демонстрируют силу человеческого разума, а с другой, порождают расслабленность мышления, нежелание пользоваться собственным умом. Сегодня у многих людей нет нужды в глубоких знаниях, достаточно лишь «загуглить» вопрос, и через пару минут на него найдутся готовые ответы. Эта лёгкость получения информации таит в себе серьёзную опасность: не способный к критическому мышлению человек становится лёгкой добычей для разнообразного рода манипуляций − интеллектуальных, политических, социологических. Вследствие этого основополагающие жизненные ориентиры и критерии морали оказываются под влиянием навязанных человеку стереотипных шаблонов мышления и поведения.

В современном обществе массовое сознание, общественные идеалы и ценности формируются под влиянием массовой культуры, которая агрессивно насаждает культ сугубо материальных атрибутов бытия, внедряя в сознание обывателя фактически эталонное представление об успехе во всех его возможных ипостасях [3, с. 36]. Идеал счастливой, успешной и правильной жизни прочно связывается со сверхпотреблением огромного количества товаров и услуг, при этом духовные ценности девальвируются и отодвигаются на задний план. Их утрата неизбежно ведёт к исчезновению сдерживающей силы нравственности, теперь ничто не ограничивает человека. Это приводит к тому, что значительное число людей сегодня пытается улучшить лишь свою собственную жизнь, утрачивая способность стремиться к общему благу, сопереживать ближнему. Синтез эгоизма и успехоцентризма в сочетании с утратой сдерживающих моральных норм стал настоящим бичом современного мира и привёл к укоренению в обществе «морали успеха», допускающей достижение успеха любой ценой, включая использо-

вание нечестных и подлых приёмов, позволяющих в борьбе за успех получать преимущество тем, кто готов цинично конкурировать с другими и использовать их.

В наше время человеческие взаимоотношения стали оцениваться с точки зрения пользы и возможной прибыли, которую они приносят или могут принести. Другие люди воспринимаются как средство достижения личных целей. Например, одним из показателей успеха и высокого статуса является широкий круг полезных знакомств и выгодных связей. Ещё более ярко выражено потребительское отношение по отношению к работникам сферы обслуживания. Ни для кого не секрет, что к официантам, курьерам, уборщикам и прочим нередко относятся как к рабам, попрекая их за нерасторопность или рассеянность. Грубо, нахально и демонстративно высказать недовольство их работой отнюдь не считается чем-то зазорным, наоборот такое поведение оправдывается и приветствуется, ведь «клиент всегда прав».

В капиталистическом мире погоня за успехом, статусом, обладанием материальными благами воспринимается как условие, гарантирующее счастье [1, с. 104]. Однако исследования говорят о том, что успешные люди, наоборот, редко становятся счастливыми. Более того наблюдается обратная тенденция: стремление к успеху и богатству плохо сказывается на самочувствии и психическом здоровье, в результате чего резко возрастает тревожность, увеличивается риск поведенческих расстройств [9]. Стрессы, депрессии, выгорание, нехватка времени на себя и близких людей стали постоянными спутниками успешных людей. В результате в конце XX века в западном обществе возникло массовое явление добровольного увольнения квалицированных и высокооплачиваемых менеджеров, желающих жить более спокойной жизнью пусть и с меньшим уровнем доходов. Это явление, получившее название дауншифтинг, стремительно распространилось по миру. Так, согласно исследованиям, дауншифтерами себя назвали 28 % населения Америки в 1995 году, и около 25 % населения Великобритании в 2003 году [5, с. 57]. Получило распространение данное явление и в России.

Погоня за успехом, абсолютизация материальных благ, переизбыток вещей в жизни человека оказались не способны сделать его счастливым. В обществе возникла потребность в идеях, противостоящих деструктивному характеру морали успеха, в связи с этим возрастает интерес к этике Канта.

Великий философ считал стремление к счастью естественным для человека, но подчёркивал, что удовольствия и радость не должны являться самоцелью, потому что это приведёт к неизбежному разочарованию. Это связано с тем, что люди воспринимают счастье посредством своих чувств и эмоций, но они изменчивы и непостоянны: сегодня человека радует одно, а завтра совсем другое. Кроме того, исполнение желаний часто зависит от внешних обстоятельств, на которые человек повлиять не в силах. Истинное счастье Кант связывал с долгом и нравственностью, именно они способны дать человеку осознание правильности своих поступков и наполнить его

внутренней гармонией и удовлетворением. Кант считал нравственность необходимым условием для достижения счастья и ввёл понятие «высшее благо», обозначающее единство моральности и счастья.

Сегодня этическое учение Канта продолжает развитие в современных этических концепциях. Эпштейн М. Н. сделал этику Канта более понятной для современных обывателей. Он сформулировал «алмазное правило», которое дополняет категорический императив: «Поступай так, чтобы твои наибольшие способности служили наибольшим потребностям других людей» [10, с. 50]. Эпштейн предлагает каждому человеку направить его собственные таланты и способности на благо окружающих, получать удовлетворение от труда и совершаемых поступков, и при этом делать то, в чём нуждаются другие люди, то, что не может сделать никто другой. Эта концепция основывается на идее служения всеобщему благу, обществу, государству. Идея служения находится в основании ещё одной этической концепции, родственной учению Канта − этике достижений, которая предусматривает, что высокие социальные и властные позиции должны занимать наиболее нравственные, достойные и компетентные люди, проявившие себя на поприще служения. Именно они, а не богачи, звезды шоу-бизнеса и блогеры, должны становиться элитами общества, символами жизненного успеха и примерами для будущих поколений.

Этика Канта сегодня актуальна не менее, чем 200 лет назад. Она является базисом современных этических концепций, противостоящих эгоизму, безудержному потреблению и морали успеха. Эти этические концепции формулируют иные толкования счастья и успеха, возвращающие людей к подлинным ценностям. Ведь люди чувствуют большее счастье тогда, когда они создают, а не приобретают, когда совершенствуют свой внутренний мир, а не получают внешние блага. Для подлинного успеха и счастья человеку нужна цель, наполняющая его жизнь смыслом.

Список литературы

1. Данилина А. А. Неравнозначность понятий «успех» и «счастье» // Вестник СурГУ. 2014. № 3 (5). С. 101–105.
2. Кант И. Критика практического разума. М.: АСТ. Эксклюзивная классика, 2024. 256 с.
3. Ковалева С. В., Панова Е. П., Решетов Р. В. Ценности и символизация успеха в современном кинематографе // Философия и культура. 2024. № 1. С. 34–44.
4. Кузнецов В. В., Климов В. Ю., Панов Р. А. Честь как основание этики достижений или как проявление морали успеха (на примере политехников) // Научно-технические ведомости СПбПУ. 2016. № 1 (239). С. 140–149.
5. Лисова Е. В. Дауншифтинг: стратификационные эффекты // Экономическая социология. 2008. Т. 9, № 2. С. 56–65.
6. Саенко Н. Р., Лобанова Ю. В. История философии. Основные этапы : Учебник. Саратов : Вузовское образование, 2022. 137 с.
7. Философия: Учебник для вузов / Под общ. ред. В. В. Миронова. М.: Норма, 2005. 673 с.

8. Холодницкий С. В. Категорический императив Канта: границы применения // Молодой учёный. 2018. № 28 (214). С. 112–113.
9. Шипачева Д. Не в деньгах счастье: как успех стал чумой XXI века и что с этим делать // Forbes. 2019. URL: https://www.forbes.ru/forbeslife/388855-ne-v-dengah-schaste-kak-uspeh-stal-chumoy-hhi-veka-i-chto-s-etim-delat (дата обращения: 26.02.2025).
10. Эпштейн М. Н. От золотого правила − к алмазному. Об этике дара и различия // Человек. 2009. № 1. С. 49–54.

Полюшкевич А.А.
студент
Научный руководитель: ***Ковалева С.В.***
д.ф.н., профессор
Костромская государственная сельскохозяйственная академия
Россия, п. Караваево, Костромская область

ВРЕДНЫЕ ПРИВЫЧКИ МОЛОДЕЖИ (КУРЕНИЕ): ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Аннотация. В статье рассматривается проблема зависимости сознания молодежи от вредных привычек, в частности, курения. Приводятся данные социологического опроса, проведенного среди молодежи, обучающейся в Костромской государственной сельскохозяйственной академии. Как показывает исследование, увеличилось число курящих среди подростков и молодых людей, данная зависимость негативно сказывается на их здоровье и социальной жизни. В результате аналитической обработки данных социологического опроса выявлены причины курения, предложены способы преодоления этой зависимости.

Ключевые слова: курение; история распространения табака; социологический опрос; способы борьбы; молодежь; здоровье; веры и ее религиозная форма.

Polyushkevich A.A.
Student
Scientific Advisor: ***Kovaleva S.V.***
Doctor of Philosophy, Professor
Kostroma State Agricultural Academy
Russia, Karavaevo settlement, Kostroma Region

HARMFUL HABITS OF YOUTH (SMOKING): HISTORY AND MODERNITY

Abstract. The article examines the problem of dependence of youth's consciousness on harmful habits, in particular, smoking. The data of a sociological survey conducted among young people studying at the Kostroma State Agricultural Academy are presented. The study shows that the number of smokers among teenagers and young adults has increased, and this addiction negatively affects their health and social life. As a result of the analytical processing of the

sociological survey data, the causes of smoking have been identified, and ways to overcome this dependence have been proposed.

Keywords: smoking; history of tobacco distribution; sociological survey; methods of struggle; youth; health; faith and its religious form.

Обычай курения табака возник еще до нашей эры у американских индейцев. Ритуал, связанный с их язычеством, перерос в каждодневную бытовую привычку во всем Западном полушарии. Скорее всего, это связано с тем, что в 1571 году были изданы труды врача Николаса Мондареса из Испании о чудотворных свойствах растений рода Nicotiana семейства Пасленовых, способных излечить от тридцати шести разных заболеваний [3].

Одной из причин распространения табакокурения стало заметное влияние на развитие экономики, основанное на увеличении доходов от продажи табака. Поэтому этот продукт стал завозиться в разные страны. Так в конце XVI века английские купцы завозят табак в Россию. При Иване Грозном среди знати становится популярным курение, но с приходом на царство Михаила Федоровича Романова в начале XVII века курение подвергается строгому запрету. Возможной причиной запрета мог послужить Московский пожар в 1634 году. Запрет держался до периода реформ царя Петра Алексеевича (Петра I). Царь был заинтересован в пополнении казны для осуществления различных реформ. 11 февраля 1697 года Петр I подписал указ, согласно которому разрешалась свободная продажа табака по всем питейным заведениям России. Первая легализация табака на уровне государства дала огромный импульс к развитию индустрии табакокурения.

В СССР впервые о вредном влиянии табака на здоровье человека стали говорить в 1950-х годах, а первые попытки борьбы с психофизиологическими зависимостями стали осуществляться только в 1970-х годах. К этому времени население страны уже плотно «подсело на никотиновую иглу», поэтому первые перебои с ввозом табака в СССР вызвали ряд недовольств: неофициальные акции протеста, критика в литературе и искусстве, публичные демонстрации [2].

На настоящий момент самые курящие страны мира по соотношению к общему количеству населения:

1) Россия – 48,5 % (59 000 000 человек);
2) Англия – 35,7 % (17 700 000 человек);
3) Турция – 35,5 % (18 900 000 человек);
4) Китай – 31,8 % (333 700 000 человек);
5) США – 23,9 % (57 200 000 человек);
6) Гана – 5,5% (800 000 человек).

Индустрия продажи табака существовала практически в неизменяемом виде наряду с пропагандой, налогами, наказанием нелегальных продавцов до 2003 г. В этом году китайский фармацевт Хон Лик осуществил прорыв в изготовлении сигарет, создав первую электронную сигарету. Целью пред-

принимателя было снижение негативного виляния табачного дыма на здоровье человека, что могло бы помочь ему бросить вредную привычку. Но электронные сигареты оказались более опасными для здоровья. Причинами более вредного воздействия электронных сигарет на здоровье человека являются: состав пара (пропиленгликоль, содержащийся в жидкости для электронных сигарет, пагубно влияет на печень и почки, ароматизаторы способны вызвать аллергию, привести к развитию бронхиальной астмы и другим проблемам с органами дыхания), высвобождение формальдегида (его относят ко второму классу опасности − высокоопасным веществам).

При курении табака дым, поступая в легкие, адсорбируется в кровь. Кровь разносит негативные вещества в различные органы, в том числе сердце и головной мозг. Самый опасный из вредных веществ – никотин, по кровеносной системе легко попадает в клетки головного мозга. В первую очередь подвергаются тяжелым заболеваниям сердечно-сосудистые и дыхательные системы (самые распространенные: инсульт и рак легких). Затем поражению подвергаются и остальные органы, а также ткани. Никотин вредит и репродуктивной системе, вызывая импотенцию и бесплодие.

Феномен веры, характеризующий сущность сознания человека, мог бы способствовать снижению количества курящих людей [4]. В Книгах Библии о курении табака не говорится, так как они были написаны за тысячи лет до появления этой психофизиологической зависимости человека. Однако в Библии говорится, что люди не должны «осквернять свои тела, ибо вы Храм Божий...» [1]. Любая плотская зависимость человека, которая разрушает его здоровье, недопустима с точки зрения Божественного Проведения о его судьбе, поэтому Бог дал указание содержать «свои сосуды (то есть тела – А.П.) в чистоте» перед Ним.

Задача человека, проживающего свою жизнь в мире дольнем, земном, заключается в очищении себя от всего того, что оскверняет плоть, душу и дух. Курение вредно для здоровья, вызывает привычку, зависимость от материальных веществ, в результате человек утрачивает свою свободу и становится «рабом» греха. Любая зависимость, которая мешает субъекту развиваться, преобразовывать себя, должна быть преодолена, чтобы быть здоровым, физически выносливым, «чистым» как телом, так и душой. Пропагандирование здорового образа жизни, необходимость отказа от употребления вредных для здоровья веществ, умение выходить из стрессовых ситуаций с помощью культуры в ее классических формах (произведения писателей, поэтов, художников, композиторов) – все это является средством для формирования и развития лучших качеств молодежи [5].

На базе Костромской государственной сельскохозяйственной академии проводилось социологическое исследование среди молодежи от 17-23 лет. Всего в опросе участвовало 75 человек. В анкете было 14 вопросов. Такие как: Каковы причины появления вредной привычки? Знаете ли вы о вреде курения? Курят ли ваши родные и близкие? Хотели бы вы бросить курить? По данным опроса: процент курящей молодежи составляет 60%, и многие

из них начинают курить из любопытства или стресса, при этом 28% не планируют бросать курить, несмотря на осознание вреда. Этот факт свидетельствует о глубокой зависимости и низкой мотивации к искоренению негативных привычек. Согласно опросу, большинство родителей у молодежи не курят, а сами молодые люди принимают решение о курении на основе своего выбора. Чтобы решить данную проблему и помочь избавиться от негативной зависимости необходимо:

- Знакомить молодежь с основами религиозной культуры, подчеркивая ценность здоровья и самоуважения;
- Организовывать мероприятия, которые помогут развить критическое мышление и моральные установки, способствующие отказу от вредных привычек;
- Активно развивать спортивные направления, в том числе в вузах, школах, чтобы молодежь стремилась к здоровому образу жизни и находила альтернативу курению в физической активности;
- Поощрять занятия саморазвитием, творчеством, которые наполнят жизнь смыслом и отвлекут от вредных привычек;
- Оказывать психологическую поддержку, на занятиях по гуманитарным дисциплинам обсуждать проблемы, связанные с негативным отношением к жизни, знакомить с историческими, культурными, научными разработками, в которых рассказывается о традиционных для русского менталитета ценностях;
- Проводить информационные кампании, Круглые столы, на которых обсуждаются последствия табакокурения, для этого использовать социальные сети и медиаплатформы.

Подводя итоги исследования зависимости сознания молодежи от табакокурения, можно сказать следующее:

– применение табака имеет долгую историю, начавшуюся с традиций американских индейцев, в результате индустриализации оно стало широкодоступным, что привело к серьезным проблемам со здоровьем;

– использование табака в практике жизни связано с экономическими факторами, которые показывают увеличение доходов государства от продажи сигарет;

– электронные сигареты, появившиеся вначале 2000-х, рассматривались как менее вредная альтернатива табаку, однако их употребление также связано с негативными последствиями для здоровья и психологической зависимостью сознания, особенно среди молодежи;

Таким образом, для эффективной борьбы с курением среди молодежи важно разработать комплексные подходы, включающие программы по повышению осведомленности о рисках курения и альтернативных способах снятия стресса и наслаждения жизнью без этой пагубной зависимости. Занятия по обозначенной проблеме должны проходить на регулярной основе, чтобы молодежь, вновь и вновь знакомящаяся с информацией о негативных

последствиях курения, постепенно и осознанно приобретала навык по искоренению этой вредной привычки.

Список литературы

1. Библия, из Первого послания апостола Павла к Коринфянам, глава 3, Новый Завет.
2. Захарова Л. А., Ибатов А. Д., Нагибина Ю. В. К формированию программ борьбы с табакокурением среди медицинских работников // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2017. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/k-formirovaniyu-programm-borby-s-tabakokureniem-sredi-meditsinskih-rabotnikov (дата обращения: 09.05.2025).
3. Мельниченко Г. А., Бутрова С. А., Ларина А. А. Влияние табакокурения на здоровье и массу тела человека // Ожирение и метаболизм. 2010. №1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tabakokureniya-na-zdorovie-i-massu-tela-cheloveka (дата обращения: 09.05.2025).
4. Kovaleva S [and others]. Adaptation of foreign Students in the educational and sociocultural system of an agricultural university // Innovations in Sustainable Agricultural Systems (ISAS 2024) (Lecture Notes in Networks and Systems). Conference proceedings. Cham, Switzerland, 2024. С. 399-405.
5. Kovaleva S [and others]. Mathematical tools for updating the value profile of environmental university programs' Students / В сборнике: BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference «Development and Modern Problems of Aquaculture» (AQUACULTURE 2023). Сер. «BIO Web of Conferences» 2024. С. 04020.

Потяженко С.Е., Овсянников А.Д.
студенты
Научный руководитель: ***Прихожев П.В.***
доцент
Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации
Россия, Москва

ПСИХОЛОГИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ КОРОТКИХ ВИДЕО: ПОЧЕМУ ОНИ ЗАХВАТЫВАЮТ ВНИМАНИЕ?

Аннотация. В статье исследуются когнитивные механизмы популярности коротких видео (TikTok, Reels, YouTube Shorts), формируемые быстрой дофаминовой реакцией и «клиповым мышлением» через бесконечную ленту. Показано, как бренды создают «вирусный» контент, удерживают внимание в первые секунды и вызывают эмоциональный отклик для повторных просмотров. Отмечается рост инвестиций в рекламу и адаптация стратегий под клиповый формат. Делается вывод о двойственном влиянии: ролики эффективно удерживают внимание, но требуют новой рекламной среды.

Ключевые слова: короткие видео; дофамин; клиповое мышление; эффект серийности; внимание; бренды; рекламная индустрия.

Potyazhenko S.E., Ovsyannikov A.D.
Students
Scientific Advisor: ***Prikhozhev P.V.***
Associate Professor
Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration
Russia, Moscow

THE PSYCHOLOGY OF SHORT VIDEO CONSUMPTION: WHY DO THEY CAPTURE ATTENTION?

Abstract. This article investigates the cognitive mechanisms underlying the popularity of short videos (TikTok, Reels, YouTube Shorts) shaped by rapid dopamine responses and «clip thinking» facilitated by infinite feeds. It demonstrates how brands generate «viral» content, retain viewer attention in the first few seconds, and elicit emotional responses that encourage repeated viewing. The study also notes the growing investment in advertising and the adaptation of strategies to the clip format. The conclusion highlights a dual impact: while these videos effectively capture attention, they also necessitate a new advertising environment.

Keywords: short videos; dopamine; clip thinking; serial effect; attention; brands; advertising industry.

1. Дофамин и «быстрое» вознаграждение. Дофамин – нейромедиатор, отвечающий за систему вознаграждения в мозге. Он выделяется, когда человек ожидает удовольствие или получает положительный опыт, формируя ощущение радости и поощряя повторение соответствующего поведения [12, с. 45]. Классические примеры работы дофаминовой системы – удовольствие от вкусной еды или ощущение от выигрыша в азартной игре. Просмотр интересного видео также приводит к выбросу дофамина, закрепляя положительную эмоцию. Особенность коротких видео в том, что они обеспечивают быстрое и частое дофаминовое подкрепление. Каждые несколько секунд зритель получает новую порцию контента – смешной скетч, яркий трюк, занимательный факт – и при получении позитивной реакции (смех, удивление, удовлетворение любопытства) мозг награждает себя дозой дофамина.

По словам нейропсихолога С. Хафиз, скроллинг ленты коротких видео подобен игре на автомате: «Когда вы прокручиваете страницу и натыкаетесь на то, что вызывает смех, мозг получает ударную дозу дофамина. Если контент не нравится, вы мгновенно переключаетесь дальше – в поисках того, что принесёт больше дофамина» – в результате повторения этого цикла мозг привыкает желать всё более быстрого вознаграждения от всё более короткого контента. Платформу TikTok даже называют «дофаминовой машиной», столь эффективно она способна снабжать мозг микропорциями удовольствия. Непредсказуемость контента и быстрая награда закрепляют привычку к постоянному скроллингу, формируя дофаминовую зависимость.

Эмпирические данные подтверждают воздействие коротких видео на систему вознаграждения. Например, врачи отмечают схожесть нейрохимических процессов при злоупотреблении соцсетями и при приёме психоактивных веществ: оба типа стимулов повышают уровень дофамина, вызывая

временный подъём настроения, за которым следует спад и желание повторить стимуляцию [4, с. 130]. После просмотра коротких видео обычные занятия кажутся скучными, что стимулирует возвращение к телефону за новыми роликами, что формирует склонность снова вернуться к телефону за новой порцией вознаграждения.

Исследование китайских учёных, проведённое среди старшеклассников – активных пользователей TikTok, показало связь между чрезмерным увлечением короткими видео и ухудшением когнитивных функций: у подростков с признаками зависимости от TikTok выявлено сокращение объёма рабочей памяти и более высокие показатели тревожности и депрессии [10]. Эти эффекты опосредованы именно системой вознаграждения мозга: постоянная стимуляция быстрыми удовольствиями снижает способность получать удовлетворение от более медленных, длительных видов деятельности.

Дофаминовый механизм во многом объясняет притягательность коротких видео. Мгновенное удовлетворение и положительные эмоции, которые зритель легко получает при просмотре такого контента, вызывают у него желание повторять этот опыт, формируя привычку регулярного (а порой и компульсивного) потребления роликов. Чем чаще человек испытывает дофаминовую подпитку от коротких видео, тем сильнее у него потребность вновь обращаться к этому источнику стимуляции. Дофаминовый цикл лежит в основе так называемой «экономики внимания», где борьба за пользователя ведётся через систему его вознаграждения [14]. В итоге платформы коротких видео достигли впечатляющих результатов по удержанию аудитории: пользователи нередко признаются, что не могут оторваться и теряют счёт времени при просмотре ленты. Исследование Orange Innovation Lab (2025) подтвердило, что TikTok сильнее других приложений искажает субъективное ощущение времени: из-за глубокого погружения в непрерывный поток контента люди систематически недооценивают, сколько минут или часов провели за экраном [9]. Это прямое следствие работы дофаминовой «ловушки», захватывающей внимание.

2. Клиповое мышление и снижение концентрации внимания. Понятие «клиповое мышление» описывает особый тип восприятия, при котором информация усваивается отрывочно, фрагментами, без глубокого погружения и анализа. Термин появился в 1990-е годы на волне резкого роста потоков информации и развития клипового монтажа на телевидении.

Для носителей клипового мышления типично поверхностное ознакомление с массивом сведений: вместо последовательного чтения длинного текста – беглый просмотр заголовков и выхватывание отдельных фактов; вместо вдумчивого анализа – переключение внимания с одного объекта на другой. В результате формируется фрагментарное сознание: сведения усваиваются отрывочно, без установления связей между ними. Человек с клиповым мышлением часто рассеян и невнимателен, ему трудно удерживать фокус на одном предмете долгое время, сложно выделять главное из потока

второстепенной информации. Он склонен постоянно «прыгать» между задачами и источниками данных, что затрудняет глубинное понимание и анализ.

Современные подростки и молодые люди в значительной степени демонстрируют именно клиповый стиль восприятия. По мнению ряда исследователей, это прямое следствие доминирования цифровой среды в жизни с ранних лет. С детства погружаясь в интернет, молодое поколение привыкает читать и смотреть урывками: короткие посты, нотификации, мемы, видео по 15–30 секунд. На способность долго концентрироваться на одном источнике (например, на книжной странице) тратится меньше «тренировочного» времени, из-за чего этот навык развивается хуже. Экспериментальные данные подтверждают подобные опасения. Так, исследование Московского городского педагогического университета установило, что чрезмерное использование гаджетов негативно влияет на развитие памяти, внимания и мышления у школьников. В особенности страдает смысловое чтение: привычка быстро пролистывать текст онлайн мешает выработке навыка вдумчивого чтения с пониманием смысла.

Короткие видео усиливают и эксплуатируют клиповое мышление. Во-первых, сам формат роликов рассчитан на очень краткую продолжительность внимания – 15–30 секунд. Зрителю не требуется длительная концентрация, напротив, его внимание постоянно «обновляется» с каждым новым видео. Для человека, привыкшего мыслить фрагментами, это комфортный режим потребления информации – каждый фрагмент короткий, яркий и не перегружен деталями. Во-вторых, содержание таких видео часто подаётся без контекста и последовательности: лента может показывать вперемешку комедийный скетч, затем новость, затем танцевальный флешмоб, за ним лайфхак и т.д. – никаких связующих элементов между этими кусочками нет. Это соответствует клиповому стилю, при котором мозг привыкает воспринимать разрозненные факты и образы без необходимости выстраивать между ними логические связи.

Неспособность выстраивать причинно-следственные связи и видеть целостную картину – один из дефицитов клипового мышления, на который указывают психологи. Люди, привыкшие к отрывочному контенту, хуже понимают сложные тексты, им трудно интерпретировать смысл фраз в контексте и соотносить изображение с сопроводительным текстом. Всё это, как отмечается, сказывается на обучаемости и критическом мышлении.

Короткое видео как раз не требует от зрителя сложных умственных операций. Понять 15-секундный ролик обычно можно интуитивно, «схватив» визуальный образ или шуточный диалог – глубокая интерпретация не нужна. Это привлекательно для аудитории со сниженной усидчивостью: ролики развлекают и информируют без усилий со стороны зрителя. Более того, постоянное потребление такого легкодоступного контента может усиливать «леность» мозга относительно более сложных задач.

Сегодня представители интеллектуальной элиты выражают похожие опасения в отношении клипового интернет-контента. Однако ряд специалистов указывает, что клиповое мышление – не столько «диагноз», сколько естественная адаптация сознания к новой информационной эпохе. Филолог А. Зорин отмечает, что молодое поколение действительно иначе воспринимает информацию – им не нужен линейный текст, они иначе работают с вербальной культурой, – но вместе с тем они приобрели навыки, которых не было у предшественников [1].

В контексте популярности коротких видео клиповое мышление играет двоякую роль. С одной стороны, распространение клипового мышления в обществе создало запрос на соответствующий контент: аудитория, не склонная долго удерживать внимание, сама тянется к формату коротких ярких роликов. В этом смысле клиповое мышление – предпосылка успеха TikTok и аналогичных платформ. С другой стороны, массовое увлечение короткими видео, в свою очередь, подпитывает клиповое восприятие, особенно у молодых пользователей. Чем больше времени подросток проводит в ленте 15-секундных видео, тем труднее ему потом фокусироваться на более длительной и сложной информации. Например, учителя и родители отмечают сокращение глубины чтения у современных школьников: после часов в соцсетях им тяжелее читать книги и учебники, требующие линейного восприятия.

Широко цитируется (хотя и дискуссионно воспринимается) статистика, согласно которой за последние пару десятилетий средняя продолжительность концентрации внимания снизилась с 12 секунд до примерно 8 секунд. В шутку это сравнивают со внимательностью золотой рыбки (у которой ~9 секунд), однако в этом сравнении есть доля правды: из-за перенасыщения медиасреды мозг учится быстро переключаться и отбрасывать информацию, теряя навык длительного сосредоточения. Эмпирические наблюдения подтверждают эту тенденцию: эксперимент с применением ЭЭГ показал, что чрезмерное потребление коротких видео негативно сказывается на функциях внимания [15]. Короткие видео выступают в роли как катализатора, так и продукта такого сдвига.

3. Эффект серийности и бесконечный скроллинг. Одним из самых мощных инструментов удержания аудитории на платформах коротких видео является эффект серийности – непрерывная подача контента, создающая у пользователя ощущение «бесконечного шоу». Если традиционные медиа подразумевают окончание просмотра (например, телепередача или фильм завершаются, статья заканчивается последним абзацем), то лента TikTok или Reels, по сути, бесконечна: как только один ролик заканчивается, автоматически появляется следующий. Отсутствие естественных пауз и точек остановки побуждает проводить больше времени за просмотром. Пользователь не принимает осознанного решения «начать смотреть ещё один ролик» – платформа сама мгновенно подсовывает ему новый. В результате легко возникает состояние потока, или так называемый «залипательный» эффект:

человек смотрит видео за видео, утрачивая счёт их количеству и проведённому времени.

Алгоритмическая лента подстраивается под предпочтения зрителя, стараясь выдавать ему как можно более интересные для него лично ролики. Со временем подборка становится всё более релевантной вкусам пользователя, что усиливает вовлечение. Возникает эффект персонализированного сериала, где роли эпизодов играют короткие видео, подобранные под конкретного человека. Причём, в отличие от обычного сериала, здесь нет заранее заданного сюжета, но есть общее для всех правило – поддерживать интерес и эмоциональный отклик. Алгоритмы машинного обучения, анализируя поведение пользователя (что он лайкнул, что досмотрел до конца, что пролистнул), выбирают следующий «эпизод» таким образом, чтобы зритель не ушёл. Если пользователь проявляет интерес к определённой теме или формату (например, кулинарные рецепты, пранки, танцевальные челленджи), система будет чаще подсовывать аналогичный контент. Это создаёт чувство знакомой структуры: как будто перед нами серия выпусков на интересующую тему, хотя на самом деле источник и авторы роликов могут меняться.

Бесконечный скроллинг и перемежающаяся сериальность коротких видеоформатов формируют новое потребительское поведение, которое всё чаще исследуется учёными. Понятие *doomscrolling* (от англ. *doom* – гибель и *scrolling* – прокрутка) изначально описывало привычку бесконечно читать плохие новости, но теперь нередко применяется и к бесцельному многочасовому просмотру соцсетей. В случае TikTok употребляют также термин «digital crack» («цифровой крэк»), подчёркивая сильнейший затягивающий эффект. Пользователь может начать просмотр «на пару минут», а обнаружить, что незаметно прошло полтора часа. Как уже упоминалось, внутренние исследования показали, что TikTok вызывает заметное искажение восприятия времени: субъективно время течёт быстрее, чем на самом деле. Причина – состояние высокой концентрации на активности, близкое к состоянию потока (*flow*), когда человек полностью погружён в происходящее и отвлекается от внешних временных ориентиров. Короткие видео специально нацелены удерживать внимание каждую секунду – яркой картинкой, музыкой, неожиданной концовкой – поэтому мозг занят постоянной обработкой стимулов и практически не отслеживает ход времени. Кроме того, отсутствие «конца» контента лишает пользователя сигналов к остановке. На YouTube после окончания видео нужно предпринять действие – выбрать новое видео или хотя бы нажать «Play». В TikTok лента сама позаботится о продолжении, избавив мозг от лишнего повода прервать удовольствие.

Эффект серийности подкрепляется и социальными факторами. Алгоритмы периодически подмешивают в поток трендовый контент, о котором говорят все. Пользователю может быть сложно уйти, пока он «не посмотрел, что сейчас в тренде», не ознакомился с вирусными мемами дня. Возникает страх пропустить что-то важное (*FOMO – fear of missing out*). Это психологическое явление дополнительно мотивирует дольше оставаться онлайн.

4. Бренды и вовлечение аудитории через короткие видео. Стремительный рост популярности коротких видео радикально изменил подходы брендов к взаимодействию с аудиторией. Маркетологи осознали: чтобы донести сообщение до поколения с клиповым мышлением и удержать его внимание, необходимо говорить на языке коротких роликов. В результате за последние годы возникло целое направление *snackable content* – сверхкраткого, легко усваиваемого контента, предназначенного для социальных платформ. Бренды адаптируют свои коммуникации под форматы TikTok, Reels и др., используя выявленные когнитивные триггеры.

Во-первых, бренды стараются вызывать дофаминовый отклик у зрителя своими роликами. Понимая, что аудитория листает ленту в поисках развлечения и эмоционального подъёма, рекламодатели создают контент, который не воспринимается как скучная реклама, а сразу дарит эмоцию – смех, удивление, умиление. Например, языковое приложение Duolingo стало знаменитым благодаря своему TikTok-аккаунту, где брендовый талисман (большая зелёная сова) исполняет комедийные сценки, шутливо «преследуя» пользователей, которые забросили уроки. Эти видео выглядят как забавные мемы, которые хочется лайкнуть и поделиться, – у зрителей они вызывают мгновенную улыбку, тем самым снабжая мозг дозой дофамина и формируя позитивную ассоциацию с брендом.

Во-вторых, бренды учитывают сокращение внимания и борются за первые секунды контакта. Исследования TikTok For Business показывают, что у видео есть буквально 2–3 секунды, чтобы захватить интерес пользователя, иначе он прокрутит дальше [13]. Поэтому рекламные ролики для коротких платформ теперь кардинально отличаются от классических 30-секундных ТВ-спотов. В первые мгновения видео бренд старается поместить наиболее цепляющий элемент: динамичную смену планов, неожиданный визуальный эффект, интригующий вопрос на экранной заставке или начало истории, которое вызывает вопрос «что же будет дальше?». Например, косметический бренд может начать ролик с яркого «до/после» превращения, автомобильный – с захватывающего ракурса машины на высокой скорости, образовательный – с провокационного вопроса типа «Знаете ли вы, что...?» Такая «3-секундная правило» диктует весь креатив: главная идея сообщения выносится в начало, чтобы даже в пролистывании аудитория успела её уловить. Текст и логотипы, как правило, добавляются тоже сразу на экране, поскольку рассчитывать, что пользователь досмотрит до конца и там увидит слоган, нельзя. Подобная компрессия содержания – прямой ответ на клиповое мышление зрителей. Брендам приходится конкурировать в экстремально насыщенной среде: в одной ленте рядом могут быть и видео от друзей, и новости, и шутки от популярных блогеров. Чтобы реклама не проиграла в этой борьбе внимания, она маскируется под обычный развлекательный контент и старается не прерывать пользовательский опыт, а органично вписаться в него. Следуя рекомендациям по продвижению, маркетологи называют эту тактику правилом «3 секунд» [6].

В-третьих, активно используется сериальность и сторителлинг даже в ультракоротком формате. Некоторые бренды создают целые мини-сериалы или постоянных персонажей, за приключениями которых пользователи следят от ролика к ролику. Это возрождает концепцию *soap opera*, только в новом цифровом виде.

Такой быстрый путь от впечатления к конверсии стал возможен именно благодаря высокой вовлечённости и доверию к контенту коротких видео. Если традиционная реклама воспринимается критически, то нативные видео от лидеров мнений на TikTok/Reels часто выглядят как достоверная рекомендация. Бренды массово сотрудничают с инфлюенсерами платформ с короткими видео, поручая им творчески интегрировать продукт в свой обычный контент.

5. Трансформация рекламной индустрии. Появление и повсеместное распространение коротких видео оказало глубокое влияние на рекламную индустрию в целом. Меняются как креативные подходы, так и каналы продвижения, метрики успеха и навыки, необходимые маркетологам. Рассмотрим ключевые изменения:

1. Сдвиг акцентов с традиционных медиа на цифровые платформы короткого видео. Если раньше ядром рекламных кампаний часто были телевидение, билборды, печатные издания, то теперь в центре стратегий всё чаще стоят TikTok, Instagram Reels, YouTube Shorts. Бюджеты крупных брендов перераспределяются: значительная доля инвестируется в создание контента именно для этих платформ и в сотрудничество с инфлюенсерами. Например, в 2022–2023 гг. многие глобальные бренды (Coca-Cola, McDonald’s, Nike и др.) объявили об увеличении расходов на цифровой видео-контент, зачастую в ущерб телевизионной рекламе. Молодая аудитория 16–30 лет всё меньше смотрит классическое ТВ и всё больше – короткие видео на смартфоне; чтобы достичь этой демографической группы, маркетологи вынуждены следовать за ней в новую среду. Так, доля TikTok в медиасплите рекламодателей выросла многократно: с почти нуля несколько лет назад до значимой статьи бюджета сегодня.

2. Появление новых профессиональных ролей и компетенций. Спрос на создание контента для коротких видео привёл к тому, что в рекламных агентствах появились специализированные команды, а то и целые агентства, ориентированные на TikTok и Reels. Роль SMM-менеджера расширилась: теперь это не только ведение страниц в соцсетях, но и продюсирование видеоконтента, участие в трендах, анализ алгоритмов платформ. Большой вес приобрели креаторы контента – люди, умеющие снимать и монтировать динамичные клипы, часто с минимальным бюджетом, но с высоким «вирусным» потенциалом. Также растёт значение аналитиков данных в маркетинге: нужно постоянно отслеживать метрики вовлечённости (досмотры, пересмотры, шеринги), тестировать различные «крючки» в первые секунды и мгновенно корректировать тактику.

3. Изменение креативного языка рекламы. Раньше реклама была односторонней – бренд транслировал сообщение аудитории. В эпоху коротких видео коммуникация стала более диалоговой и неформальной. Бренды стараются говорить с потребителем на равных, зачастую используя язык мемов, сленг, шутки. Это заметно даже в том, как бренды отвечают в комментариях: от официального тона перешли к дружескому, иногда ироничному.

4. Новые критерии эффективности. В традиционной рекламе успех измерялся охватом, частотой показов, узнаваемостью бренда. В мире коротких видео ключевые показатели – вовлечённость и вирусность. Рекламодателю важно не только сколько людей увидело ролик, но и сколько из них досмотрели, поставили лайк, прокомментировали, поделились или сами создали ответный контент. Метрика VIR (*virality ratio* – отношение распространений к просмотрам) стала значимой: она показывает, насколько контент «резонирует». Хороший рекламный TikTok – это тот, который люди сами пересылают друг другу и обсуждают, фактически выполняя часть работы по продвижению вместо бренда.

5. Этические и имиджевые вызовы. Применение когнитивных триггеров, таких как дофаминовое стимулирование и клиповая подача, с одной стороны, повышает эффективность рекламы, с другой – ставит вопрос об ответственности. Возникает дискуссия: допустимо ли эксплуатировать механизмы, вызывающие привыкание, в коммерческих целях? Например, если бренд сознательно делает свой контент максимально «затягивающим», не способствует ли он усугублению проблем с вниманием у аудитории? Некоторые крупные компании публично заявляют о приверженности принципам *Digital Wellbeing* – стараются балансировать развлечение и пользу, не публиковать чрезмерно навязчивый контент. Однако на практике в конкурентной гонке за внимание этические нормы часто отходят на второй план.

Заключение. Популярность коротких видео обусловлена сочетанием дофаминового подкрепления, клипового мышления и бесконечного скроллинга. Быстрое вознаграждение и минимальные усилия для восприятия делают такие форматы особенно притягательными для современной аудитории. Бренды эффективно используют эти особенности, интегрируя рекламу в развлекательный контент и добиваясь высокой вовлечённости. Реклама становится динамичной, персонализированной и нативной, а успех измеряется вовлечённостью и вирусностью. Однако такая модель несёт и риски: снижение концентрации внимания, привыкание к моментальному контенту и возможные этические проблемы. Будущее медиаформатов связано с дальнейшим развитием этих трендов, а осознанное потребление контента и ответственное маркетинг-общение становятся критически важными задачами для платформ и брендов.

Список литературы

1. Зорин А. Новая структура внимания. Молодёжь и вербальная культура [Электронный ресурс] // Новый литературный обзор. 2020. №162. URL:

https://magazines.gorky.media/nlo/2020/162/novaya-struktura-vnimaniya.html (дата обращения: 30.03.2025).

2. Илясова Е. Р. Влияние приложения ТикТок на прогрессирование клипового мышления // Форум молодых исследователей: сб. статей II Междунар. науч.-практ. конф., Пенза, 28 февраля 2022 г. Пенза: Наука и Просвещение, 2022. С. 299–301.

3. Adweek. How TikTok Changed Advertising Forever [Электронный ресурс] // Adweek, 18 января 2025. URL: https://www.adweek.com/brand-marketing/how-tiktok-changed-advertising-forever/ (дата обращения: 30.03.2025).

4. Alter A. Irresistible: The Rise of Addictive Technology and the Business of Keeping Us Hooked. – New York: Penguin Press, 2017. – 368 p.

5. Carr N. The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains. New York: W. W. Norton & Company, 2010. 280 p.

6. KNKV Group. 3-Second Rule TikTok: The Secret to Keeping Viewers Hooked [Электронный ресурс] // KNKV Group, январь 2025. URL: https://www.knkvgroup.com/3-second-rule-tiktok-the-secret-to-keeping-viewers-hooked/ (дата обращения: 30.03.2025).

7. Kotler P., Kartajaya H., Setiawan I. Marketing 4.0: Moving from Traditional to Digital. Hoboken: Wiley, 2017. 184 p.

8. Mosby A. 19+ Short Form Video Statistics Of 2025 (Usage & Trends) [Электронный ресурс] // Yaguara Blog, 6 марта 2025. URL: https://yaguara.co/short-form-video-statistics/ (дата обращения: 30.03.2025).

9. Orange Lab. «I lost track of time»: how we get caught up in digital applications? [Электронный ресурс] // Hello Future – Orange, 11 февраля 2025. – URL: https://hellofuture.orange.com/en/i-lost-track-of-time/ (дата обращения: 30.03.2025).

10. Peng S., Dong X. TikTok Use Disorder and Memory Loss [Электронный ресурс] // International Journal of Environmental Research and Public Health, 2021. 18(16):8820. URL: https://www.mdpi.com/1660-4601/18/16/8820 (дата обращения: 30.03.2025).

11. Reske M. How Short-Form Video Is Changing Advertising [Электронный ресурс] // Basis Technologies Blog, 28 января 2025. – URL: https://basis.com/blog/how-short-form-video-is-changing-advertising (дата обращения: 30.03.2025).

12. Sapolsky R.M. Behave: The Biology of Humans at Our Best and Worst. New York: Penguin Press, 2017. 800 p.

13. TikTok For Business. Creative Best Practices for Performance Ads [Электронный ресурс] // TikTok Ads Help Center, 2023. URL: https://ads.tiktok.com/help/article/creative-best-practices?lang=en (дата обращения: 30.03.2025).

14. Wu T. The Attention Merchants: The Epic Scramble to Get Inside Our Heads. New York: Knopf, 2016. 416 p.

15. Yan T., Su C., Xue Q., Hu Y., Zhou H. Mobile phone short video use negatively impacts attention functions: an EEG study [Электронный ресурс] // Frontiers in Human Neuroscience, 2024. Vol. 18:1383913. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2024.1383913/full (дата обращения: 30.03.2025).

Секция 5
ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ И РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Муромцева С.С.
студент,
a539stella@gmail.com
Научный руководитель: ***Суслов К.В.***
профессор,
НИУ «МЭИ»,
Россия, Москва

СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ «РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В РОССИИ» И ВЕБ-САЙТА GREENWATTS ДЛЯ ЕЕ РАЗМЕЩЕНИЯ

Аннотация. В статье были изучены возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и возможность их применения в России. Были проанализированы карты потенциалов ВИЭ, климат и рельеф страны, целесообразность установки электростанций в регионах, были выявлены расположения потенциальных электростанций ВИЭ и составлены мини-статьи про каждую из них. На основании анализа была создана универсальная интерактивная карта «Размещение электростанций альтернативных источников энергии в России». Для размещения карты в открытом доступе был создан веб-сайт «GreenWatts», включающий в себя статьи о российской возобновляемой энергетике, физике ВИЭ и т.д.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии; ветроэлектростанции; солнечные электростанции; геотермальные электростанции; малые гидроэлектростанции; создание онлайн карт; сайтостроение.

Muromtseva S.S.
Student,
a539stella@gmail.com
Scientific Advisor: ***Suslov K.V.***
Professor,
MPEI,
Russia, Москва

CREATION OF AN INTERACTIVE MAP «LOCATION OF RENEWABLE ENERGY POWER PLANTS IN RUSSIA» AND THE GREENWATTS WEBSITE AND THE GREENWATTS WEBSITE TO HOST IT

Abstract. The article studied renewable energy sources (RES) and the possibility of their application in Russia. Maps of RES potentials, climate and relief of the country, feasibility of

installing power plants in the regions were analyzed, locations of potential RES power plants were identified and mini-articles about each of them were compiled. Based on the analysis, a universal interactive map «Location of alternative energy source power plants in Russia» was created. To make the map publicly available, the GreenWatts website was created, including articles on Russian renewable energy, RES physics, etc.

Keywords: renewable energy sources; wind power plants; solar power plants; geothermal power plants; small hydroelectric power plants; online mapping; website construction.

Введение

Ввиду антропогенной деятельности, в частности выброса парниковых газов (углекислого газа (CO_2), метана (CH_4), закиси азота (N_2O), перфторуглеродов, гексафторидов серы) климат Земли существенно изменился. Так, с доиндустриального периода среднегодовая температура климатической системы планеты повысилась примерно на 0,8 °C. Глобальное потепление – это важнейшая проблема, над решением которой усиленно работает весь мир, в том числе и Россия.

В чем же состоит интерес России, в борьбе с климатическими изменениями? Глобальное потепление ведет к ряду значительных для нашей страны проблем: «Мы сталкиваемся и с опустыниванием, и с эрозией почвы. Особенно нас беспокоит таяние вечной мерзлоты, на которую приходятся значительные объемы нашей территории» (слова Президента РФ на втором рабочем заседании саммита G20).

Методом борьбы с глобальным потеплением служат климатические проекты. Возобновляемая энергетика также является одним из типов климатических проектов, направленных на сокращение выброса парниковых газов в окружающую среду. Сейчас государство активно поддерживает их развитие, например, предприятиям российской отрасли ВИЭ обещали господдержку, обязав организации закупать энергию, полученную за счет альтернативных источников.

Россия является одним из лидирующих экспортером энергии в мире. Страна обладает огромной возможностью для замещения ископаемого топлива возобновляемыми источниками энергии, однако развитие возобновляемой энергетики идёт достаточно медленно.

Данный проект направлен на создание универсальной интерактивной карты, и размещение ее на веб-сайте в открытом доступе. Карта и сайт позволяют пользователям получать наглядную информацию об уже имеющихся электростанциях и об их выработке электроэнергии, а также узнать, где целесообразнее всего размещать электростанции ВИЭ.

Цели и задачи

Цель работы: проанализировать нынешнее состояние российской возобновляемой энергетики и возможности её развития, на основании данного анализа создать универсальную интерактивную карту «Размещение электростанций возобновляемых источников энергии в России» и веб-сайт о

российской возобновляемой энергетике «GreenWatts» для размещения карты в открытом доступе.

Задачи работы:

1. Изучить виды возобновляемой энергетики, определить наиболее оптимальные варианты получения энергии с помощью возобновляемых источников энергии (ВИЭ), изучить карты потенциалов ВИЭ, определить местности для расположения электростанции возобновляемой энергетики в России.
2. Проанализировать целесообразность установки электростанции альтернативной энергетики в регионах с учетом уже имеющихся мощностей по выработке электроэнергии (АЭС, ТЭС, ГЭС и пр.), написать мини-статьи для каждой потенциальной электростанции.
3. Создать интерактивную карту, нанести расположения потенциальных электростанций, расположения действующих электростанций и генерируемых ими мощностей.
4. Написать статьи о возобновляемой энергетике, о ее развитии в России и т.д.
5. Создать уникальный веб-сайт «GreenWatts», разместить на нем созданную ранее карту.

Использованное оборудование, программы и материалы

Для реализации поставленных задач были использованы следующие технологии и программные решения:

1. Персональный компьютер.
2. Сервис для создания карт Google Maps.
3. OneNote для Windows10.
4. Блочный конструктор веб-сайтов Tilda Publishing.

Методика выполнения работы

В самом начале реализации проекта были изучены: отрасли возобновляемой энергетики [11], принципы работы электростанций ВИЭ [4], рельеф и климат регионов Российской Федерации [5], а также карты потенциалов ВИЭ в России. Благодаря этому было выяснено, что в России грамотнее всего будет использовать ветроэлектростанции (ВЭС), солнечные электростанции (СЭС), геотермальные электростанции (ГеоЭС), малые гидроэлектростанции (ГЭС) и приливные электростанции (ПЭС), а именно лагунные электростанции (ЛЭС), ввиду того, что плотинные, генераторные и динамические ПЭС несут огромный вред флоре и фауне океанов, в то время как ЛЭС располагаются в искусственных приливных бассейнах. Большие ГЭС не будут рассматриваться т.к. при их строительстве люди вынуждены затоплять большие площади, разрушать экосистемы [3, 7]. Далее был выполнен анализ энергопотребления регионов РФ, их рельефа и наличия уже постро-

енных электростанций [2], после чего было выяснено, где следует располагать электростанции ВИЭ. Была собрана информация о каждой потенциальной электростанции [9, 10]. Например, для ПЭС были указаны: максимальная глубина, высота приливов, характер течения.

После длительного и тщательного поиска информации и составления мини-статьей (рис. 1) на основе нижеперечисленных источников, на карту были нанесены потенциалы ВИЭ (уровень инсоляции, гидротехнический потенциал и среднегодовая скорость ветра), уже установленные электростанции вместе с их мощностями и потенциальные электростанции ВИЭ (рис. 2–5) с созданными ранее мини-статьями.

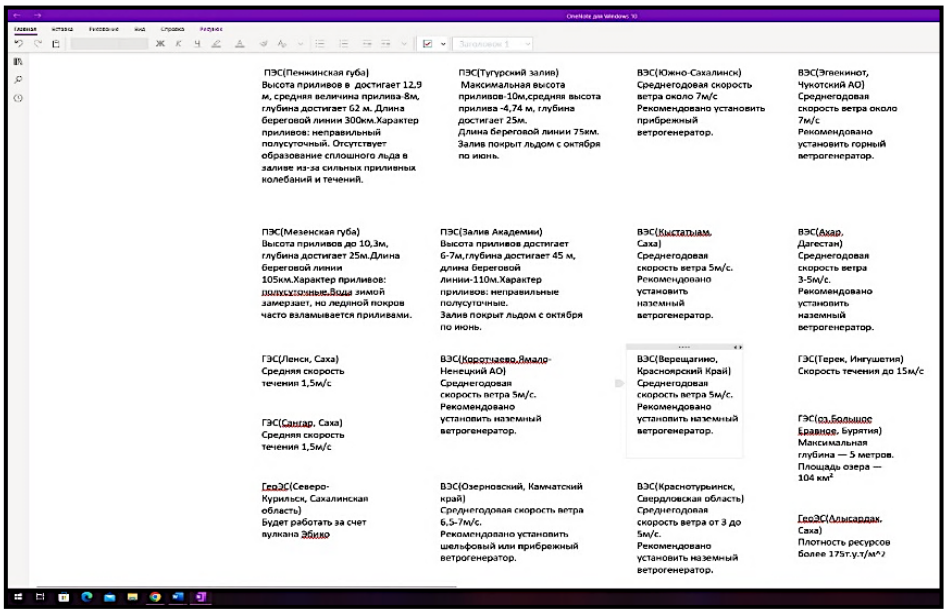


Рис. 1. Информация к каждой электростанции

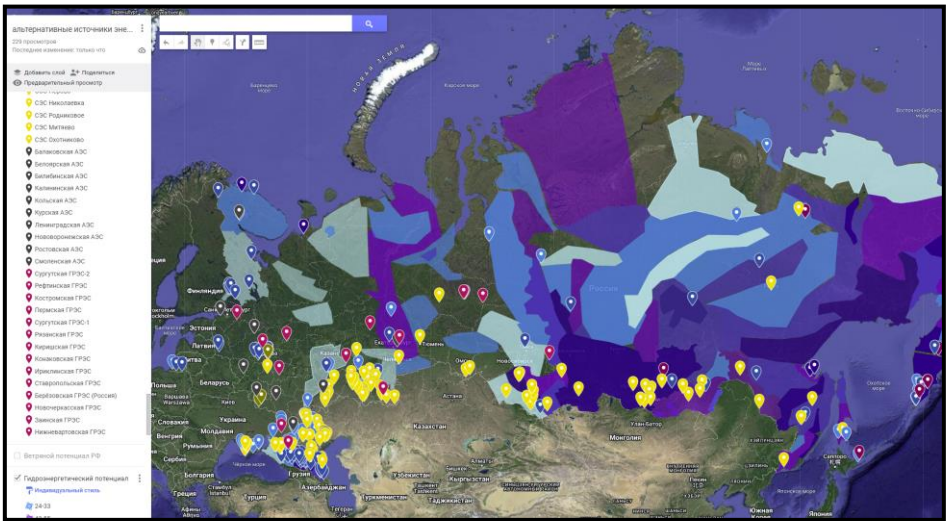


Рис. 2. Нанесение слоев потенциалов ВИЭ

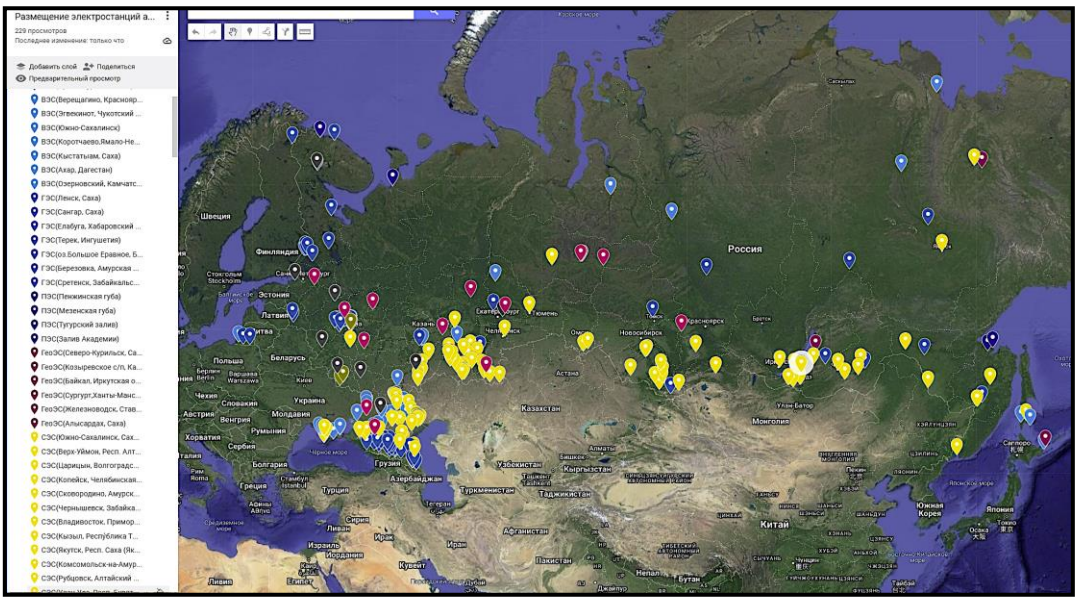


Рис. 3. Интерактивная карта, общий вид

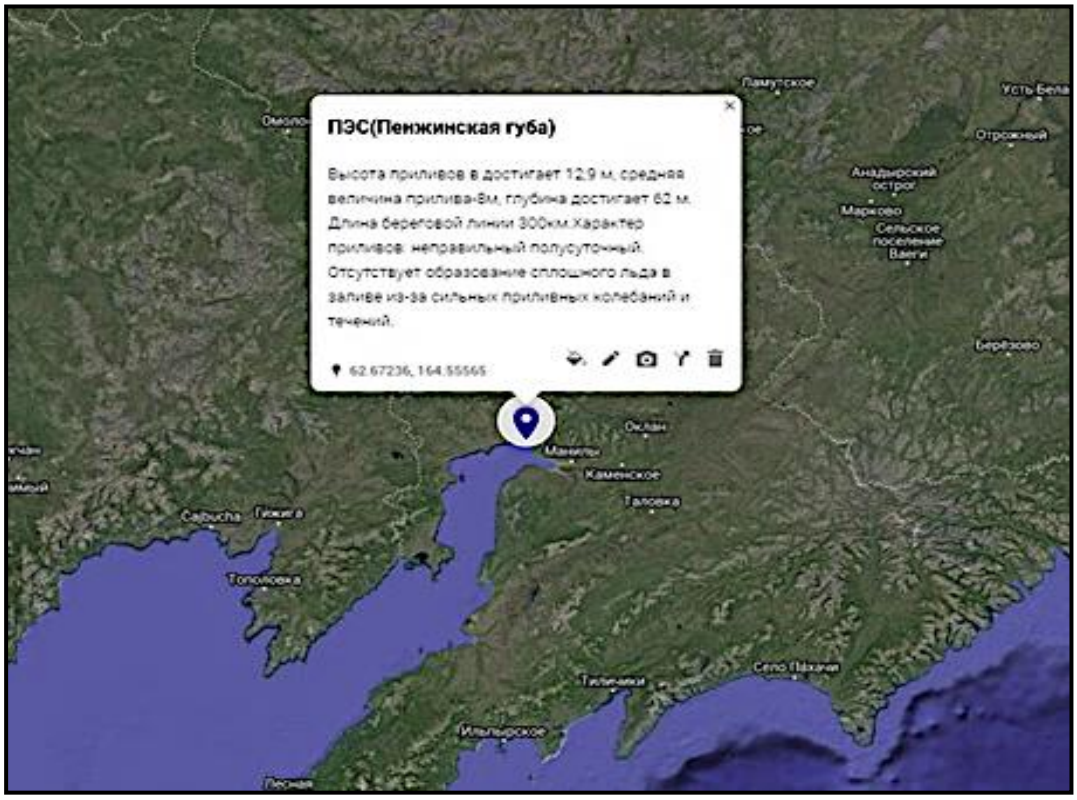


Рис. 4. Одна из потенциальных ПЭС, указанных на карте

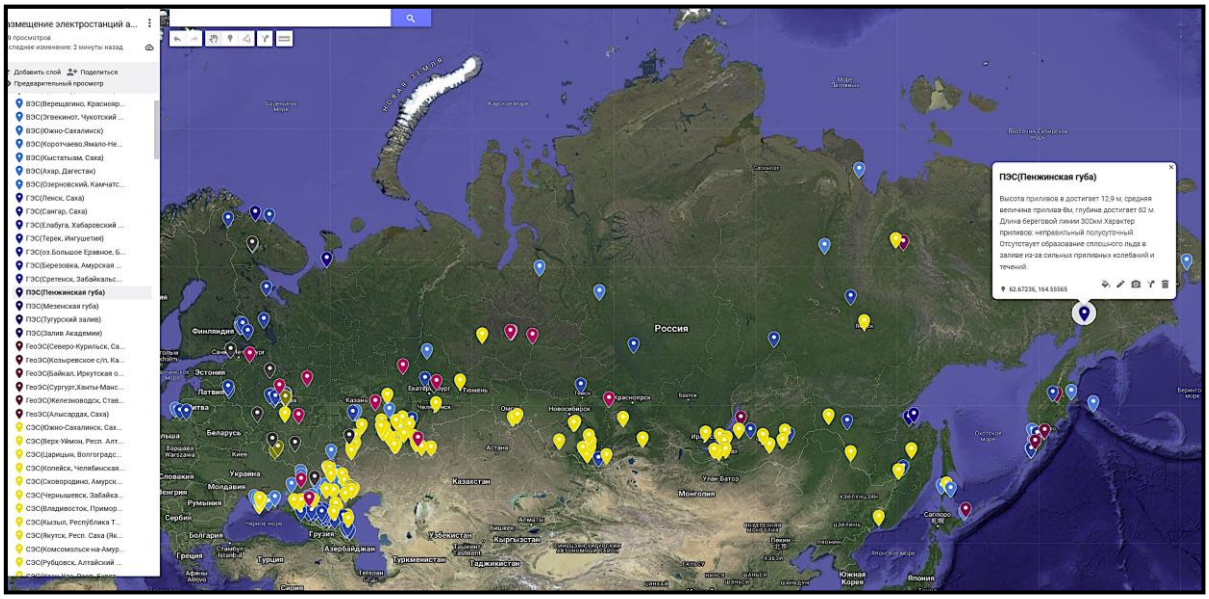
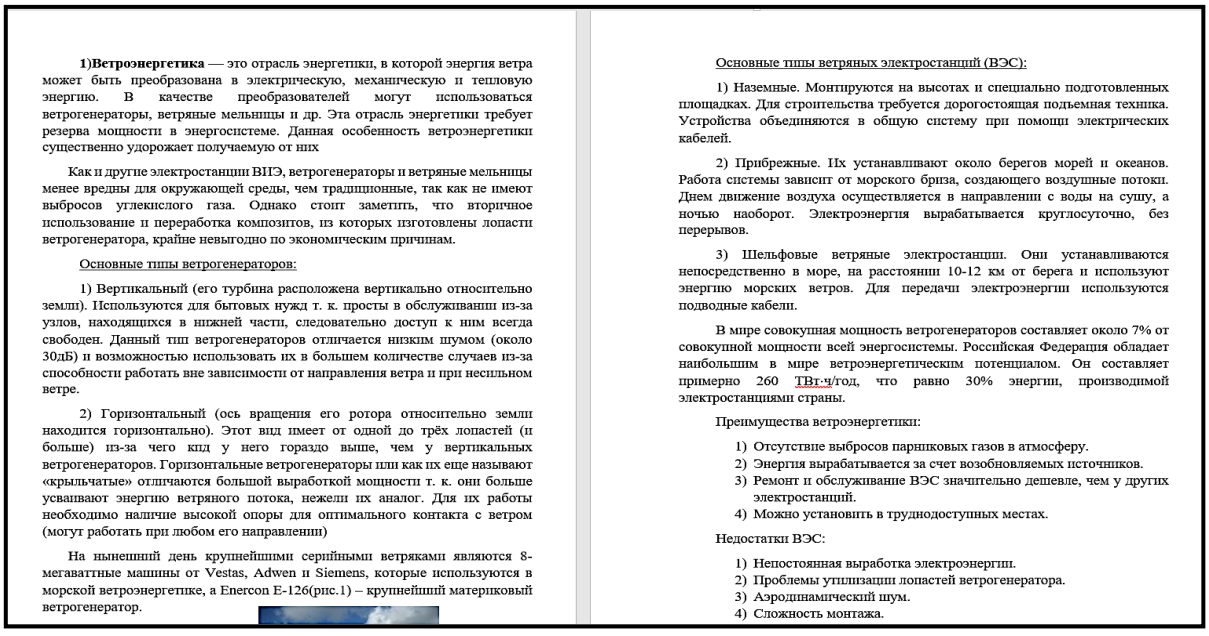


Рис. 5. Нанесение слоев потенциалов ВИЭ

Далее были написаны статьи для веб-сайта (рис. 6) [1, 6, 8], на котором будет размещена интерактивная карта:

1. «Возобновляемая энергетика», включающая общую информация про возобновляемую энергетику.
2. «ВИЭ в России», включающая информацию о состоянии и развитии возобновляемой энергии в России.
3. «Физика энергии ВИЭ», включающая информацию о составляющих установок, о принципах работы электростанций ВИЭ.
4. «Водородная энергетика» и «Атомная энергетика» для страницы «Также интересно».



1)Ветроэнергетика — это отрасль энергетики, в которой энергия ветра может быть преобразована в электрическую, механическую и тепловую энергию. В качестве преобразователей могут использоваться ветрогенераторы, ветряные мельницы и др. Эта отрасль энергетики требует резерва мощности в энергосистеме. Данная особенность ветроэнергетики существенно удорожает получаемую от них

Как и другие электростанции ВИЭ, ветрогенераторы и ветряные мельницы менее вредны для окружающей среды, чем традиционные, так как не имеют выбросов углекислого газа. Однако стоит заметить, что вторичное использование и переработка композитов, из которых изготовлены лопасти ветрогенератора, крайне невыгодно по экономическим причинам.

Основные типы ветрогенераторов:

1) Вертикальный (его турбина расположена вертикально относительно земли). Используются для бытовых нужд т. к. просты в обслуживании из-за узлов, находящихся в нижней части, следовательно доступ к ним всегда свободен. Данный тип ветрогенераторов отличается низким шумом (около 30дБ) и возможностью использовать их в большем количестве случаев из-за способности работать вне зависимости от направления ветра и при несильном ветре.

2) Горизонтальный (ось вращения его ротора относительно земли находится горизонтально). Этот вид имеет от одной до трёх лопастей (и больше) из-за чего кпд у него гораздо выше, чем у вертикальных ветрогенераторов. Горизонтальные ветрогенераторы или как их еще называют «крыльчатые» отличаются большой выработкой мощности т. к. они больше усваивают энергию ветряного потока, нежели их аналог. Для их работы необходимо наличие высокой опоры для оптимального контакта с ветром (могут работать при любом его направлении)

На нынешний день крупнейшими серийными ветряками являются 8-мегаваттные машины от Vestas, Adwen и Siemens, которые используются в морской ветроэнергетике, а Enercon E-126(рис.1) – крупнейший материковый ветрогенератор.

Основные типы ветряных электростанций (ВЭС):

1) Наземные. Монтируются на высотах и специально подготовленных площадках. Для строительства требуется дорогостоящая подъемная техника. Устройства объединяются в общую систему при помощи электрических кабелей.

2) Прибрежные. Их устанавливают около берегов морей и океанов. Работа системы зависит от морского бриза, создающего воздушные потоки. Днем движение воздуха осуществляется в направлении с воды на сушу, а ночью наоборот. Электроэнергия вырабатывается круглосуточно, без перерывов.

3) Шельфовые ветряные электростанции. Они устанавливаются непосредственно в море, на расстоянии 10-12 км от берега и используют энергию морских ветров. Для передачи электроэнергии используются подводные кабели.

В мире совокупная мощность ветрогенераторов составляет около 7% от совокупной мощности всей энергосистемы. Российская Федерация обладает наибольшим в мире ветроэнергетическим потенциалом. Он составляет примерно 260 ТВт·ч/год, что равно 30% энергии, производимой электростанциями страны.

Преимущества ветроэнергетики:

1) Отсутствие выбросов парниковых газов в атмосферу.
2) Энергия вырабатывается за счет возобновляемых источников.
3) Ремонт и обслуживание ВЭС значительно дешевле, чем у других электростанций.
4) Можно установить в труднодоступных местах.

Недостатки ВЭС:

1) Непостоянная выработка электроэнергии.
2) Проблемы утилизации лопастей ветрогенератора.
3) Аэродинамический шум.
4) Сложность монтажа.

Рис. 6. Написание статьей для веб-сайта

Был создан веб-сайт «GreenWatts» (рис. 7), на котором были размещены созданные ранее статьи (рис. 8). Была создана страница «Интерактивная карта», в которой был обозначен алгоритм работы с интерактивной картой, а также добавлен способ обратной связи для дополнения карты (рис. 9).

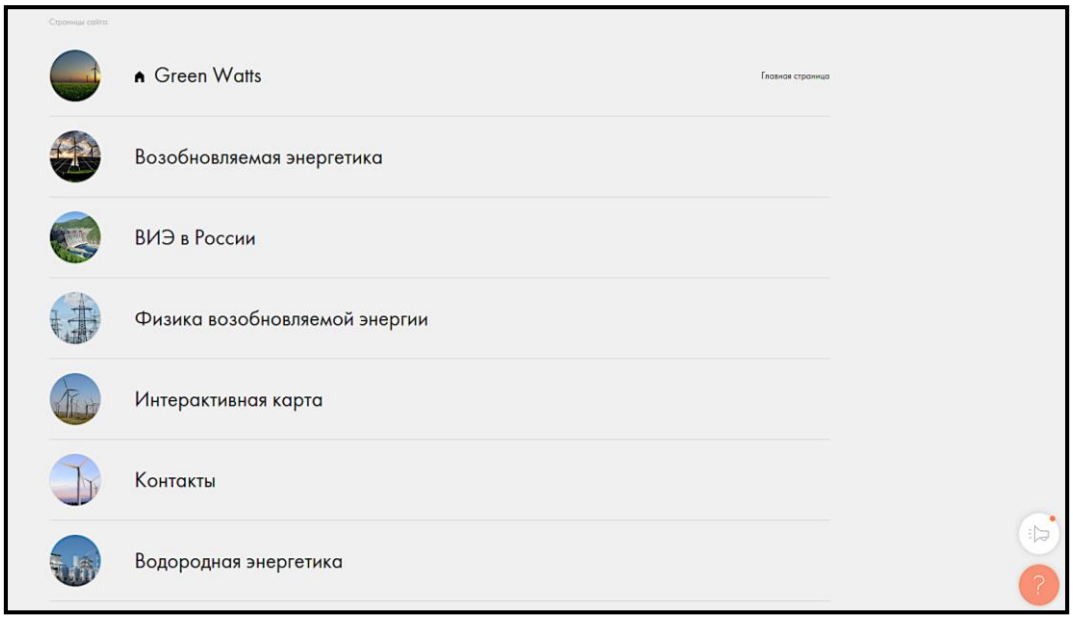


Рис. 7. Создание веб-сайта

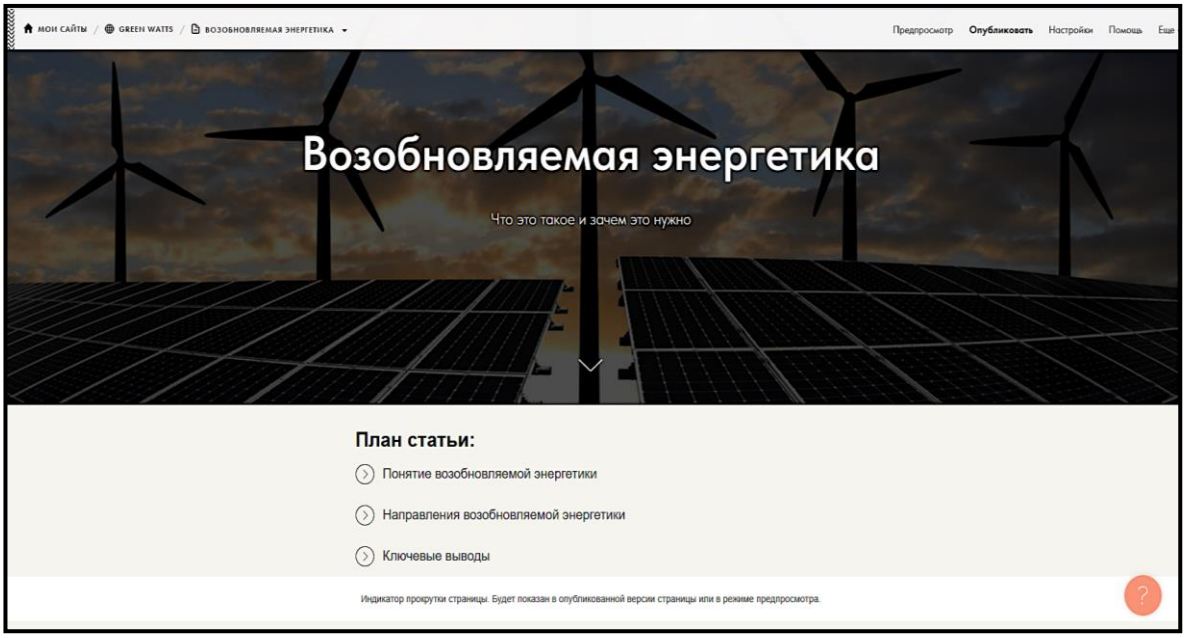


Рис. 8. Создание веб-сайта

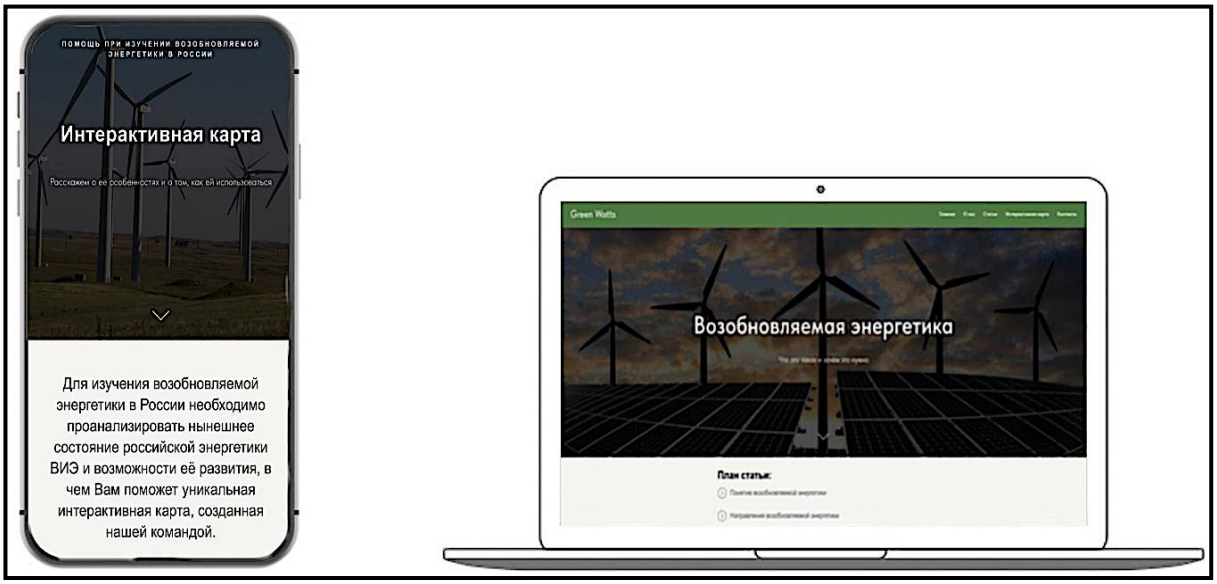


Рис. 9. Веб-сайт, формат просмотра с телефона и с компьютера

Для реализации продукта проекта были изучены различные носители информации, после чего был определён интерактивный формат карты.

Основой таких современных карт является технология геоинформационных систем. Пользователь видит только заинтересовавшую его в данный момент часть, однако при желании он способен перемещаться по карте в нужном ему направлении, приближать или удалять исследуемый фрагмент, получать по нему краткую информацию и прочее. Ещё одним преимуществом такой карты, хранящейся на сервере, является её регулярное уточнение и дополнение, благодаря чему представленная на них информация всегда актуальна.

Кроме того, данный формат продукта способствует внедрению образовательных технологий, обеспечивающих освоение обучающимися базовых навыков и умений, повышению их мотивации к обучению и вовлеченности в образовательный процесс и созданию современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней.

Для реализации интерактивной карты электростанций альтернативных источников энергии был выбран сервис для создания карт Google Maps. Это удобная программа, которая полностью позволяет создать необходимый формат карты со всеми вышеперечисленными характерными качествами и возможностями. При создании карты были использованы проверенные интернет-источники, которые представлены ниже.

Далее карта была размещена на веб-сайте, созданном благодаря блочному конструктору сайтов Tilda Publishing.

Заключение

Проведен анализ нынешнего состояния российской возобновляемой энергетики и возможностей её развития, на основании которого созданы

универсальная интерактивная карта «Размещение электростанций альтернативных источников энергии в России» и веб-сайт о возобновляемой российской энергетике «GreenWatts» для размещения карты в открытом доступе.

Веб-сайт «GreenWatts» может быть полезен как для частных лиц, так и для организаций. Также проект может быть использован в образовательных целях. Благодаря универсальной интерактивной карте, размещенной на сайте, пользователи могут получить наглядную информацию об уже имеющихся электростанциях и об их выработке электроэнергии, а также узнать, где целесообразнее всего размещать электростанции ВИЭ. С помощью средств обратной связи организации и предприятия имеют возможность разместить на интерактивной карте свои электростанции ВИЭ, указав координаты установки(ок) и их выработку электроэнергии. Кроме того, на веб-сайте размещена информация о видах электростанций ВИЭ и актуальные новости о российской энергетике.

Работа была представлена на форуме Ассоциации специалистов возобновляемой энергетики «Зеленый Киловатт» в событийной программе павильона «Энергия жизни» в рамках Международной выставки-форума «Россия» ВДНХ.

В дальнейшем карта будет дополняться (рис. 10), а функционал расширяться. Будет продолжена работа над веб-сайтом (ссылка на веб-сайт: https://greenwatts.ru/).

Рис. 10. QR-код

Список литературы

1. Возобновляемые источники энергии / И.В. Юдаев [и др.]. – М.: Лань, 2024. – 328 с.
2. Газман В.Д. Потенциал возобновляемой энергетики. М.: Издательский Дом ВШЭ, 2022. 360 с.
3. Министерство энергетики России: [Электронный ресурс]. URL: https://minenergo.gov.ru (дата обращения: 14.01.2025).
4. ПАО «РусГидро»: [Электронный ресурс]. https://www.youtube.com/live/8smRGE wVEOM?feature=share (дата обращения: 16.01.2025).
5. Портал «Альтернативная энергия»: [Электронный ресурс]. URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** (дата обращения: 17.01.2025).

6. Портал Арзамасского филиала ННГУ: [Электронный ресурс]. URL: https://arz.unn.ru/2016-05-16-10-34-33/1168-2016-05-19-06-16-58 (дата обращения: 17.01.2025).
7. Природная энергия для работы и жизни. 150+ инженерных решений на основе возобновляемых источников энергии» / Коллектив авторов. под ред. Е.Г. Гашо. / Санкт-Петербург: Наукоемкие технологии, 2023.
8. Geroeva, Anna. 2022. RIĖ v Rossii: Medlennyi rost. Vedomosti, 29 April 2022. https://www.vedomosti.ru/ecology/science_and_technology/articles/2022/04/29/920410-vie-v-rossii-medlennii-rost (дата обращения: 05.01.2025).
9. MENTAMORE: [Электронный ресурс]. URL: https://mentamore.com/eko-frendli/6-tipov-vetryanyx-elektrostancij.html (дата обращения: 20.01.2025).
10. Nova sun: [Электронный ресурс]. URL: https://nova-sun.ru (дата обращения: 05.02.2025).
11. TAdviser: [Электронный ресурс]. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1 %D1%82 %D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%90%D0%BB%D1%8C%D1% 82%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%B0 %D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8% D0%BA%D0%B0 (дата обращения: 05.02.2025).

Маркграф М.Н., Ушак Е.А.
студенты
Научный руководитель: ***Смирнов С.Е.***
д.т.н., профессор,
НИУ «МЭИ»,
Россия, Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ИЛИ СОЗДАНИЯ ГОРОДОВ В РОССИИ

Аннотация. В данной статье рассмотрена целесообразность использования топливных элементов в многоквартирных домах. Электрохимические генераторы тока дают энергию напрямую потребителю, который использует эту энергию в собственных целях. Также топливные элементы могут использоваться для нагрева воды, за счёт которой возможно обеспечивать отопление и горячее водоснабжение. Всё вышеперечисленное показывает перспективу в применении топливных элементов для использования, как в городской среде, так и для северных регионов нашей страны, которые, очень вероятно, в ближайшем будущем будут осваиваться.

Ключевые слова: топливный элемент; энергосеть; водород.

Markgraf M.N., Ushak E.A.
Students
Scientific Advisor: ***Smirnov S.E.***
Doctor of Technical Sciences, Professor,
MPEI,
Russia, Москва

USING FUEL CELLS TO EXPAND OR CREATE CITIES IN RUSSIA

Abstract. This article discusses the feasibility of using fuel cells in apartment buildings. Electrochemical current generators provide energy directly to the consumer, who uses this energy for his own purposes. Fuel cells can also be used to heat water, which can provide heating and hot water supply. All of the above shows the prospect of using fuel cells for use both in urban environments and in the northern regions of our country, which are very likely to be developed in the near future.

Keywords: fuel cell; the power grid; hydrogen.

Для освоения территорий северной части Российской Федерации необходима, как электроэнергия, так и тепловая энергия. Топливные элементы могут помочь достичь положительных результатов в достижении поставленной цели. Топливные элементы уже являются конкурентноспособными устройствами в области энергетики. Так, например в России средние затраты на установку 1 кВт мощности тепловой и электрической энергии традиционными методами около 800 евро за 1 кВт [6]. Этот же показатель в топливных элементах, пока что дороже, и обходится менее 1500 евро за 1 кВт [3]. Однако, на создание установки, работающей на топливных элементах, для целого микрорайона (электроэнергии 300–11000 кВт, для горячего водоснабжения – 300–11000 кВт) займёт около 26 месяцев [5], что существенно быстрее постройки ТЭЦ той же мощности.

Топливные элементы (ТЭ), подходящие для когенерации: высокотемпературный ТЭ (ВТ (SOFC)) с твёрдым оксидным электролитом; ТЭ с протонообменной мембраной (ПЭМ (PEMFC)); ТЭ на основе фосфорной кислоты и др. У каждого из ТЭ есть свои преимущества и недостатки относительно друг друга. Так ТЭ с твёрдым оксидным электролитом может достигать высоких единичных мощностей установок (250–5000 кВт), относительно высоких температур (до 1000°С), в свою очередь ПЭМ вырабатывают мощность в диапазоне 1–100 кВт, но температуры уже в пределах от 60 до 160°С. ПЭМ относительно ВТ имеют более низкий КПД (30–35% электрический и 50–70% суммарный), тогда как ВТ (50–60% электрический, и 70–80% суммарный), но ПЭМ имеют более высокую удельную мощность и быстры в запуске, при этом они более требовательны к подаваемому топливу.

ТЭ производят энергию за счёт реакции восстановителя – водорода, и окислителя – кислорода, поэтому в ТЭ можно подавать разные виды топлива, главное, чтобы они содержали водород и кислород. Так основными источникам топлива для ВТ ТЭ на аноде является водород, метан, природный газ или синтез-газ, на катоде воздух, кислород.

Тепло с ТЭ вырабатывается в виде воды или водяного пара, образующихся в процессе реакции водорода с кислородом [4].

$$H_2 + \frac{1}{2}O_2 = H_2O$$

Это тепло можно отводить через теплообменник, который будет передавать его на отопление, горячее водоснабжение и, в зависимости от здания, на вентиляцию.

Основное отличие выработки тепла на ТЭ от традиционных методов (котельная, ТЭЦ) заключается в том, что ТЭ не используют ресурсы, чтобы их сжигать, получая энергию, ТЭ используют тепловой эффект химической реакции в результате получения электроэнергии. Это может позволить избежать многих проблем, связанных с передачей тепла котельной или ТЭЦ населению. Одна из основных проблем – это теплопотери, связанные с гидроизоляцией труб и большой разностью температур между окружающей средой и теплоносителем.

Электроэнергия в городе имеет свой график потребления, особенно выделяются утренние и вечерние пики (рис.), в связи с чем ТЭЦ, ГРЭС и КЭС вынуждены регулировать мощности, что влечёт за собой ускоренный износ оборудования этих электростанций.



Рис. Суточный график потребления электроэнергии

ТЭ, подходящие для когенерации, не имеют проблем с пиками, они могут вырабатывать электроэнергию, когда это необходимо, тем самым пропадает необходимость накапливать электроэнергию, что делают электростанции эффективными при малых нагрузках на энергосеть.

Важно отметить, что эффективность многих ТЭ зависит от общего времени работы, т.к. они имеют тенденцию к ухудшению их мощностных характеристик за счет сложных процессов деградации этих электрохимической элементной базы. Деградация связана с разными факторами, такими как: чистота подаваемого топлива (по этой причине часто перед ВТ ТЭ ставят конвертор), рабочие давления, скорость разогрева до рабочей температуры, материалов, из которых состоят все части ТЭ, и типа их применения. Так, например ВТ ТЭ, которые начали свою коммерческую эксплуатацию ещё в 2006 году, имели совершенно разную деградацию. Энергоустановка (ЭУ) «Delphi» мощностью 4,24 кВт имела КПД 37%, при времени работы 1500 часов, имела деградацию 7,3%. Тогда как ЭУ «SW» мощностью 3,3 кВт, работая 1500 часов при температуре 982°С, имела деградацию 0% [1].

Основным преимущество ТЭ, в данном случае, является время и автономность, т.к. пока строятся традиционные источники энергии, могут работать ЭУ на ТЭ. В дальнейшем ЭУ на ТЭ можно использовать преимущественно на выработку электроэнергии аналогично тому, как это сделали в Корее, т.е. построить электростанцию на ТЭ, где основным видом топлива будет водород, который получают как побочный продукт из расположенного рядом нефтеперерабатывающего завода [2]. Исходя из всего выше сказанного идея использовать ТЭ для постройки или расширения городов вполне реализуема, даже в северных регионах нашей сраны, т.к. ТЭ работающие при таких низких температурах есть, и они используются в разных странах.

Список литературы

1. Генералова В.А. Переход к водородной экономике: опыт Республики Корея // Кореeведение в России: направление и развитие. 2022. Т. 3. № 2. С. 113–121.
2. Исследование высокотемпературного топливного элемента с твёрдополимерным электролитом и определение эффективности работы энергоустановки на его основе / Григорьев С.А. [и др.]. М., Электрохимическая энергетика. 2013. Т. 13. № 3. С. 163–169.
3. Липилин А.С. ТОТЭ и энергосистемы на их основе: состояние и перспективы // Электрохимическая энергетика. 2007. Т. 7. № 2. С. 61–72.
4. Осетрова Н.В., Скундин А.М. Использование топливных элементов в жилищном строительстве // Электрохимическая энергетика. 2005. Т. 6. № 1. С. 30–35.
5. ENPOWER: [Электронный ресурс]. URL: https://enpowertech.ru (дата обращения: 19.01.2025).
6. Информация по конкурсам инженерных компаний: [Электронный ресурс]. URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** (дата обращения: 01.02.2025).

Томилина Д.А.
студент,
daramakedonskaa8@gmail.com
Научный руководитель: ***Матюгин С.К.***
к.т.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. В статье рассматриваются последствия отмены Единых норм и расценок в строительстве России и их влияние на сметное ценообразование и сроки строительства. Отмена обязательного использования единых норм и расценок привела к отсутствию альтернативных нормативов, что осложнило расчеты трудозатрат и использование техники. Рассматривается вопрос о временном возвращении данного документа, так как новые стандарты не разработаны, а многие технологии остались неизменными с 1980-х.

Также обсуждаются проблемы разработки календарных планов проекта производства работ из-за разницы в нормах. Статья подчеркивает необходимость единой методики расчетов для эффективного управления строительными процессами.

Ключевые слова: строительство, единые нормы и расценки, нормативная документация.

Tomilina D.A.
Student,
daramakedonskaa8@gmail.com
Scientific Advisor: ***Matyugin S.K.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

OPTIMIZATION OF REGULATORY DOCUMENTATION IN CONSTRUCTION

Abstract. The article examines the consequences of the abolition of uniform standards and prices in Russian construction and their impact on estimated pricing and construction time. The abolition of the mandatory application of uniform standards and rates has led to a lack of alternative standards, which has complicated the calculation of labor costs and the use of machinery. The issue of the temporary return of this document is being considered, since new standards have not been developed, and many technologies have remained unchanged since the 1980s. The problems of developing work schedules for the project due to the difference in standards are also discussed. The article highlights the need to develop a unified calculation methodology for effective management of construction processes.

Keywords: construction, common standards and rates, regulatory documentation.

В области строительства России происходят значительные изменения, связанные с оптимизацией и упрощением использования нормативной документации. Эти изменения направлены на ускорение процессов проектирования и строительства, снижение их стоимости и повышение эффективности. Однако, такие меры вызывают дискуссии среди профессионалов, в связи с отменой ряда важных нормативов, изменения порядка их использования и необходимостью их замены.

Одной из наиболее обсуждаемых проблем в строительной отрасли стала отмена Единых норм и расценок (ЕНиР) на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Нормы отменены Постановлением Правительства РФ № 857 от 13 июня 2020 года.

Основной обсуждаемый вопрос касается расчетов сметной стоимости и срока строительства объектов. Использование ЕНиР, составлявших нормативную базу по труду, для определения сметной стоимости строительства стал невозможен. Многие специалисты в области строительства считают их отмену преждевременной, высказывают предложения хотя бы по временному их возврату.

ЕНиРы долгое время являлись основой для расчета трудозатрат, использования строительной техники и материалов. Их отмена привела к значительным сложностям, так как альтернативные нормативы, так и не были разработаны.

В настоящее время обсуждается возможность возврата ЕНиР временно. Это решение позволит решить проблему отсутствия нормативной базы, пока не будут разработаны новые стандарты. Однако процесс возврата сталкивается с определенными барьерами. В отсутствие общефедеральных нормативов некоторые регионы начали разрабатывать собственные временные нормы. Но они не заменяют необходимости создания единой федеральной системы нормативов и могут привести к разногласиям при реализации межрегиональных проектов.

Несмотря на официальную отмену ЕНиР, как считают строители – профессионалы, их применение в строительной практике можно обосновать несколькими причинами [3]:

1. Отсутствие альтернатив.

За 35 лет с момента создания ЕНиР не было разработано полноценной замены. Новые нормативы либо отсутствуют, либо находятся в стадии разработки. В таких условиях ЕНиРы остаются единственным инструментом для расчета трудозатрат, использования техники и материалов.

2. Технологическая неизменность.

Многие строительные процессы, такие как кладка кирпича, устройство железобетонных конструкций или погрузочно-разгрузочные работы, не претерпели значительных изменений с 1980-х годов. Это делает ЕНиРы актуальными и сегодня.

3. Методическая база.

ЕНиРы были разработаны на основе многолетних исследований и нормативных наблюдений, проведенных по всей территории СССР. Их точность и надежность подтверждены десятилетиями практического применения.

4. Добровольный статус.

В соответствии с проектом Постановления Правительства РФ, ЕНиРы могут быть возвращены в качестве добровольных нормативов. Это означает, что их применение будет легальным, если они включены в перечень документов, используемых при проектировании и строительстве.

5. Экономическая целесообразность.

Использование ЕНиР положительно сказывается на сроках реализации проектов и их стоимости.

Однако, в стороне от обсуждения оказался вопрос разработки обязательных разделов проектов производства работ (ППР) календарных планов. ППР, как известно, является «внутренним» документом подрядной или субподрядной строительной организации. Календарный план ППР – организационно-технологический документ выполнения конкретных процессов в

конкретный период времени, установленных в проекте организации строительства (ПОС) и в рамках сметной стоимости, рассчитанной при разработке проектной документации на объект капитального строительства.

В календарном плане определяется последовательность выполнения работ, рассчитываются сроки выполнения конкретных работ, оптимальный состав и профессиональная квалификация рабочих бригад, техника необходимая (и имеющаяся в наличии) для выполнения работ. Календарный план – документ для оперативного (ежедневного) управления работами на объекте строительства.

В настоящее время, для разработки календарных планов ППР рекомендуется воспользоваться данными ГЭСН [1], ФЕР [5], ТЕР [4], в строительных организациях создавать банки данных норм времени, составах бригад рабочих и их квалификации. В соответствии с таблицей 1 (монтаж одних и тех же колонн по 4-м источникам) можно заметить, что нормы времени по рекомендуемым нормативным документам значительно отличаются от норм ЕНиР [2]. Видимо, кроме рекомендации, необходима разработка методики для использования этих норм. при разработке календарных планов. Кроме того, в ПОС разрабатывается календарный план строительства объекта или комплекса с использованием ГЭСН, однако для оперативного управления на строительной площадке предназначен календарный план ППР. В ГЭСН, ФЕР, ТЕР отсутствует перечень процессов выполняемых работ, состав и квалификация рабочих бригады.

Таблица 1

Установка колонн прямоугольного сечения в стаканы фундаментов зданий при глубине заделки колонн: до 0,7 м, масса колонн до 8 т

Показатель	Единицы измерения				Источник
	чел.-ч / шт.	*маш.-ч / шт.*	*чел.-ч /100 шт.*	*маш.-ч/100 шт.*	
Норма времени	–	–	992,0	175,73	ГЭСН [1]
	–	–	486,08	–	ФЕР [2]
	–	–	1101.12	–	ТЕР [3]
	6,0	1,2	600,0	120,0	ЕНиР [4]

Строительные организации выполняют производство работ после заключения подрядного договора с заказчиком. До этого подрядчиком согласовывается ППР (и календарный план) с заказчиком и главным инженером проекта (ГИП), и утверждается руководителем строительной организации (подрядчиком). Очень часто, ППР разрабатывается в проектной организации того же ГИПа.

В подрядном договоре устанавливается срок строительства объекта, сроки проверки заказчиком или его представителем выполнения отдельных видов работ и стоимость выполнения всех работ. Относительно календарного плана, в задании заказчика может быть указано представление более

подробного перечня работ с целью контроля выполнения. Либо это не указывается, и заказчик может быть удовлетворен календарным планом, пример которого представлен в виде таблицы 2.

Таблица 2

Календарный план производства работ

Наименование видов работ	Московская обл., г. Подольск, ул. Ленина, д.6А								
	1 мес.			*2 мес.*			*3 мес.*		
Подготовительные работы									
Демонтажные работы									
Монтаж кровельного покрытия									
Восстановительные работы									

Опыт показывает, что методика, нормативы расчета и количество рабочих в календарном плане его не интересуют. Таким образом календарный план ППР может быть согласован заказчиком и ГИПом, но оперативно управлять работами на строительстве объекта по этому плану невозможно.

Отсюда следует, что применение ЕНиР в текущих условиях, с учетом того, что в скором времени будут представлены обновленные ЕНиР, не только обоснованно, но и правомерно.

Работа выполнена под руководством доцента кафедры Промышленного, гражданского и подземного строительства Московского политехнического университета Матюгина С.К.

Список литературы

1. ГЭСН 81-02-07-2020 Сб. 7. Бетонные и железобетонные конструкции сборные.
2. ЕНиР-4-1 СБ. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып.1. Здания и промышленные сооружения.
3. ООО Группа компаний «КОДЕКС» // Дистрибьютор ассоциации «Консорциум компаний для развития цифровых технологий «КОДЕКС». URL: https://gkkodeks.cntd.ru/news).
4. ТЕР 81-02-07-2001 Часть 7. Бетонные и железобетонные конструкции сборные. Московская область.
5. ФЕР 07-02-003-01 Установка железобетонных колонн: в стаканы фундаментов.

Нгуен Ван Чи, Лыонг Хыу Тхонг
студенты
nguyenvantriquynhhau@gmail.com
Научный руководитель: ***Чичерюкин В.Н.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ГИБРИДНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК

Аннотация. Гибридные энергоустановки содержат несколько энергопреобразователей разных типов. Применяют их в том случае, когда с помощью одного преобразователя не удаётся получить нужные характеристики. Двигатель внутреннего сгорания плохо маневрируется, имеет вредный выхлоп и низкий КПД, но бензобак обладает большим запасом энергии. Электродвигатель манёвренный, без выхлопа совсем и работает с высоким КПД, но аккумулятор запасает энергии примерно на два порядка меньше бензобака. Поэтому бензоэлектрический гибрид обладает почти идеальными характеристиками.

Ключевые слова: бензоэлектрический гибрид, энергоэффективность; экологическая безопасность; автономность; перспективы применения.

Nguyen Van Tri, Luong Huu Thong
Student
nguyenvantriquynhhau@gmail.com
Scientific Advisor: ***Chicheryukin V.N.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

ENERGY EFFICIENCY OF HYBRID POWER UNITS

Abstract. Hybrid power units contain several power converters of different types. They are used when it is not possible to obtain the required characteristics using one converter. The internal combustion engine is poorly maneuverable, has harmful exhaust and low efficiency, but the gasoline tank has a large reserve of energy. An electric motor is maneuverable, with no exhaust at all and operates with high efficiency, but the battery stores energy approximately two orders of magnitude less than the gasoline tank. Therefore, the gasoline-electric hybrid has near-perfect performance.

Keywords: gasoline-electric hybrid, energy efficiency; energy efficiency; environmental safety; autonomy; application prospects.

Введение

В современных условиях устойчивого развития энергетики ключевой задачей является повышение энергоэффективности при одновременном снижении негативного воздействия на окружающую среду. Одним из перспективных направлений в этой сфере является использование бензоэлектрических гибридных установок – энергосистем, сочетающих двигатели внутреннего сгорания (ДВС) на бензине с электрическими накопителями энергии.

Такие установки обеспечивают баланс между надежностью традиционных источников энергии и преимуществами электрических систем, позволяя сокращать потребление топлива, снижать выбросы вредных веществ и увеличивать общую эффективность энергоснабжения. Их применение особенно актуально в сфере автомобильного транспорта, автономных генераторов и промышленных объектов, где важно сочетать мобильность, экономичность и экологическую безопасность.

В крупных городах более 90% суммарного выброса загрязняющих веществ от всех источников приходится на бензиновый и дизельный автотранспорт. В экологическом отношении идеальным видом энергии является электричество. Однако у электроэнергии свои существенные недостатки: нет природных источников и нет накопителей электроэнергии большой ёмкости. Даже наиболее ёмкие литиевые аккумуляторы примерно на два порядка уступают энергоёмкости бензобака. В бензоэлектрическом гибриде эти недостатки компенсируются достоинствами бензинового двигателя. При этом автомобиль усложняется и удорожается, но имеет большую автономность хода и экологическую безопасность при движении на электрической тяге.

Казалось бы, получены идеальные характеристики, но не всё так просто. Оценим КПД гибрида. Он, конечно, меньше, чем у бензинового автомобиля, поскольку у гибрида механическая энергия от ДВС преобразуется в электрическую, а потом снова в механическую. Это ещё около 20% дополнительных потерь. Но есть нюансы. У гибрида электрический двигатель может рекуперировать энергию при торможении, а также ДВС всегда работает в оптимальном режиме с максимальным КПД.

Ещё одним важным свойством гибрида является возможность маневрировать двигателями. Вне населённых пунктов можно двигаться с помощью ДВС, при этом выхлоп не сильно вредит окружающей среде. В городских условиях гибрид может использовать электротягу без выхлопа совсем.

В России экологические требования не высоки, а цена гибридных автомобилей заметно больше бензиновых. Поэтому рынок легковых гибридов не развит. С другой стороны, уже появились электромобили с запасом хода на одной зарядке до 500 км. В таких условиях легковые гибриды оказываются неконкурентоспособными.

Наиболее перспективным направлением гибридизации является тяжёлая техника:

- грузовики;
- самосвалы;
- дизель-электровозы;
- морские суда;
- подводные лодки.

В этом случае выгода в том, что при больших крутящих моментах трансмиссия получается громоздкая и не надёжная. Выгодно энергию пере-

давать и регулировать электрическим способом по схеме: тепловой первичный двигатель – электрогенератор – электрический регулятор – электрический тяговый двигатель. Преимуществами у такого гибрида является наличие электрических реверса, торможения и рекуперации; трансмиссия простая или отсутствует (мотор-колесо); хорошие регулировочные характеристики; больше возможностей для компоновки узлов.

Принципы работы бензоэлектрических гибридов

Основные компоненты бензоэлектрического гибрида:

1. ДВС – обеспечивает основную или дополнительную мощность, особенно при высоких нагрузках.
2. Электродвигатель – используется для привода системы, обеспечивая более высокий КПД и меньшие потери энергии по сравнению с ДВС.
3. Аккумуляторная батарея – накапливает и хранит электроэнергию для питания электродвигателя.
4. Система рекуперации энергии – преобразует кинетическую энергию (например, при торможении) в электрическую и направляет её в аккумулятор.
5. Интеллектуальная система управления – регулирует распределение мощности между ДВС и электродвигателем в зависимости от нагрузки и уровня заряда батареи.

Классификация бензоэлектрических гибридов

Бензоэлектрические гибридные установки можно классифицировать по различным признакам, таким как схема работы, уровень электрификации и особенности распределения энергии.

Существует несколько классификаций бензоэлектрических гибридных установок, которые основываются на различных критериях. Наиболее распространенные из них:

– последовательные гибридные установки (рис. 1);
– параллельные гибридные установки (рис. 2);
– последовательно-параллельные установки (рис. 3).

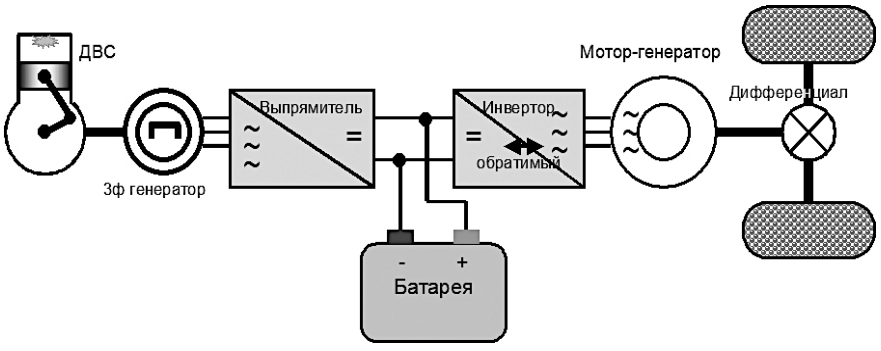


Рис. 1. Последовательная схема силовой гибридной установки

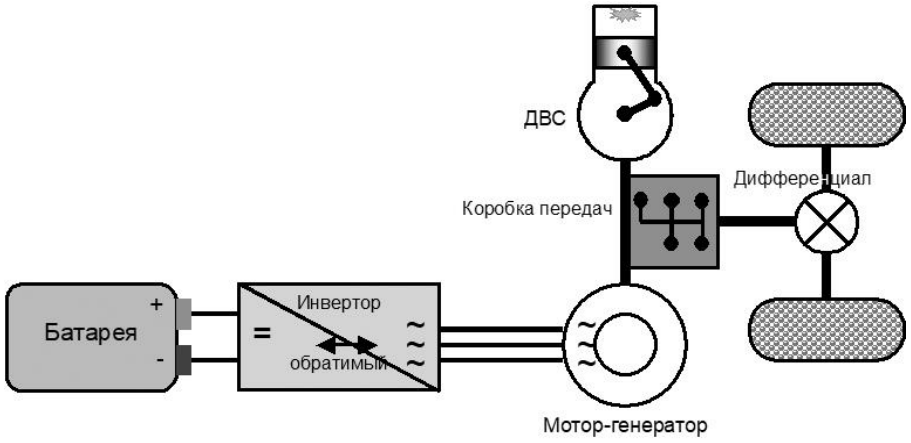


Рис. 2. Параллельная схема 2 силовой гибридной установки

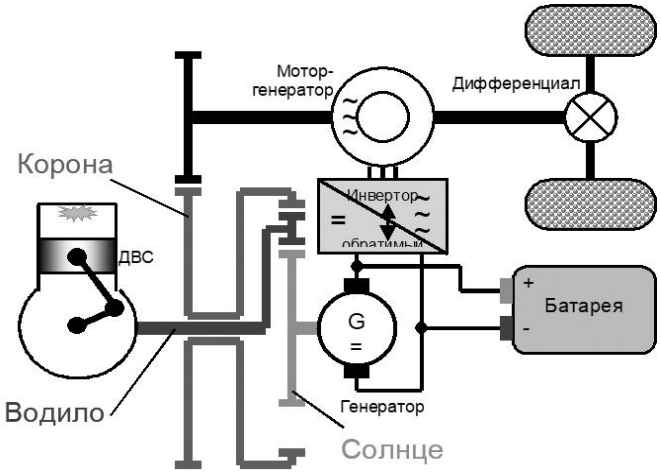


Рис. 3. Последовательно-параллельная схема силовой гибридной установки

Последовательные (серийные) гибридные установки – это тип гибридных силовых агрегатов, где ДВС не связан напрямую с колёсами и выполняет роль генератора электроэнергии. Вся тяга создаётся исключительно электродвигателем, который получает энергию либо от аккумуляторной батареи, либо от ДВС-генератора. Такой подход обеспечивает максимальную эффективность работы электрического мотора.

Параллельные гибридные системы представляют собой комбинацию ДВС и электродвигателя, которые могут работать одновременно или поочерёдно, обеспечивая движение. Основное отличие от последовательных гибридов заключается в том, что ДВС не только вырабатывает электроэнергию, но и напрямую участвует в приводе колёс.

Последовательно-параллельная схема позволяет использовать достоинства ДВС и электродвигателя и нивелировать их недостатки. Крутящий момент ДВС в области низких частот минимален, в свою очередь крутящий момент электродвигателя в этой области имеет максимум. Таким образом, объединение данных агрегатов позволяет получить механическую характеристику, близкую к идеальной. ДВС же при этом может работать при мини-

мальном расходе топлива и с минимальным выхлопом. Гибридные автомобили, использующие последовательно параллельную схему, носят название Full Hybrid (полный гибрид).

Бензоэлектрические гибриды используют как бензиновый двигатель, так и электрический мотор для приведения автомобиля в движение. При этом существует несколько режимов работы:

1. Чистый электрический режим – установка работает только на аккумуляторах, обеспечивая нулевой расход топлива и минимальные выбросы. Используется при малых нагрузках и на коротких дистанциях.
2. Гибридный режим – ДВС и электродвигатель работают совместно, автоматически перераспределяя нагрузку для оптимального расхода топлива.
3. Режим рекуперации энергии – при торможении или снижении скорости система преобразует кинетическую энергию автомобиля в электрическую, заряжая аккумулятор.
4. Режим зарядки аккумулятора – ДВС может использоваться для зарядки батареи во время работы, что продлевает автономность системы.

Преимущества бензоэлектрических гибридов

Бензоэлектрические гибриды имеют несколько значительных преимуществ, которые делают их популярными среди потребителей. Вот основные из них:

1. Экономия топлива. Гибридные системы позволяют сократить расход топлива на 20-50% по сравнению с обычными бензиновыми автомобилями. Это достигается за счёт рекуперации энергии, работы электромотора и автоматического отключения ДВС в пробках.
2. Снижение выбросов CO_2. За счёт уменьшения потребления топлива гибриды меньше загрязняют окружающую среду. Это особенно важно для городов с высоким уровнем загрязнения воздуха.
3. Бесшумность и плавность хода. При движении на электротяге гибридные автомобили работают почти бесшумно, что делает езду более комфортной.
4. Рекуперация энергии. При торможении или сбросе газа гибридная система преобразует кинетическую энергию в электричество и заряжает аккумулятор, уменьшая потери энергии.
5. Гибкость и дальность хода. В отличие от электромобилей, гибриды не зависят от зарядных станций. Если аккумулятор разряжен, автомобиль продолжает движение на бензиновом двигателе.
6. Государственные льготы. Во многих странах владельцы гибридов получают налоговые льготы, бесплатную парковку и возможность ездить по выделенным полосам.

Недостатки бензоэлектрических гибридов

Хотя гибридные электромобили обладают множеством выдающихся преимуществ, у них все еще есть некоторые ограничения.

Сложность и высокая стоимость. Гибридные автомобили имеют более сложную конструкцию, так как включают как бензиновый двигатель, так и электрический мотор с аккумулятором. Это повышает стоимость производства и обслуживания;

Запчасти для гибридных систем могут быть дороже, а обслуживание требует специалистов, обладающих знаниями в обеих областях (бензиновая и электрическая системы).

Меньшая топливная эффективность на высоких скоростях. Гибриды наиболее эффективны в условиях городского движения, где могут использовать электрический мотор на низких скоростях. На трассе, когда бензиновый двигатель работает в основном, топливная экономичность таких автомобилей не сильно отличается от обычных автомобилей с ДВС.

Ограниченные возможности для дальних поездок. Несмотря на наличие электрического мотора, большинство гибридных автомобилей не могут проехать на электрической тяге на большие расстояния. Это ограничивает возможности для полностью электрического режима в длительных поездках, и водителю всё равно часто приходится полагаться на бензиновый двигатель.

Больший вес. Наличие двух силовых установок (бензинового двигателя и электрического мотора с батареей) увеличивает общий вес автомобиля. Это может снижать маневренность и в целом влиять на динамику автомобиля.

Зависимость от топлива. Хотя гибриды могут работать частично на электричестве, они всё равно зависят от топлива для более долгих поездок. Это не даёт им полного преимущества в плане сокращения выбросов углекислого газа по сравнению с полностью электрическими автомобилями.

Батареи и их срок службы. Несмотря на более длительный срок службы гибридных батарей по сравнению с чистыми электромобилями, они всё равно подвержены деградации со временем. Заменить батарею гибрида может быть довольно дорого, особенно если автомобиль уже старый.

Ограниченные возможности зарядки. В отличие от чистых электромобилей, которые могут заряжаться только от электросети, гибриды обычно не имеют возможности зарядки только от внешнего источника (за исключением плагин-гибридов, которые могут зарядиться от сети, но обычно на ограниченное расстояние).

Перспективы развития бензоэлектрических гибридных технологий в автомобилестроении

В условиях ужесточения экологических норм, роста цен на топливо и развития альтернативных источников энергии мировые автопроизводители

активно внедряют новые технологии, направленные на повышение энергоэффективности транспорта. Одним из таких решений стали бензоэлектрические гибридные автомобили.

В России развитие гибридных технологий происходит достаточно медленно. Основной причиной является высокая стоимость таких автомобилей, которая делает их менее доступными для массового потребителя. С другой стороны, ограниченный модельный ряд, слабая инфраструктура для обслуживания гибридов и отсутствие серьезных государственных стимулов затрудняют их широкое распространение.

В таких странах, как Япония, США и Германия, ситуация кардинально иная. Япония является одним из пионеров гибридных технологий. Компания Toyota первой представила серийный гибрид Prius, который уже несколько десятилетий остается одним из самых популярных экологичных автомобилей в мире. В этой стране правительство активно поддерживает развитие гибридного транспорта, предоставляя налоговые льготы и субсидии покупателям. Кроме того, компактные размеры японских городов и развитая зарядная инфраструктура делают гибридные автомобили особенно удобными для повседневного использования.

Развитие бензоэлектрических гибридных технологий находится в стадии активного прогресса. Многие эксперты уверены, что в будущем эти технологии займут достойное место в мире автомобилестроения.

Системы автопилотирования и интеллектуального управления также начинают внедряться в бензоэлектрические гибриды. Это позволит улучшить взаимодействие между бензиновым и электрическим двигателем, что приведет к повышению общей эффективности. Искусственный интеллект сможет оптимизировать режим работы в зависимости от условий движения, что увеличит экономию топлива и снизит выбросы.

Более легкие и мощные батареи позволят увеличить пробег на электричестве, что сделает гибридные автомобили еще более привлекательными для покупателей.

Акцент на устойчивом развитии и экологии играет важную роль в формировании новых технологий. Ожидается, что будущие гибридные автомобили будут более легкими, быстрыми и экономичными, при этом с нулями выбросами загрязняющих веществ.

Заключение

Гибридные технологии могут стать промежуточным этапом на пути к полностью электрическим автомобильным системам. По мере появления новых зарядных решений и повышения плотности энергии, бензоэлектрические гибридные установки покажут свой полный потенциал.

В конечном счете, принятие гибридных технологий будет зависеть от готовности общества адаптироваться к новым условиям и стремления уходить от традиционных моделей, которые негативно влияют на окружающую среду.

Список литературы

1. Гусаков С.В. Гибридные силовые установки на основе ДВС. М.: РУДН, 2008. 111 с.
2. Иванов В.В. Гибридные транспортные технологии: перспективы и развитие. М.: Наука, 2022. 121 с.
3. Международное энергетическое агентство (IEA): [Электронный ресурс]. URL: https://www.iea.org (дата обращения: 13.02.2025).
4. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://www.minpromtorg.gov.ru (дата обращения: 20.02.2025).
5. Петров К.Н. Бензоэлектрические гибридные автомобили: принципы работы и эффективность. Новосибирск: Энергоиздат, 2020. 98 с.
6. Смирнов П.А. Энергосбережение в автомобильной промышленности. Санкт-Петербург: Техносфера, 2021. 103 с.
7. Энергоустановки автомобильного транспорта с тяговым электроприводом / Л.Ю. Лежнев [и др.]. М.: Политех, 2017. 204 с.

Нечаев В.Д.
студент
Vladnecaev15744@gmail.com
Научный руководитель: ***Кукса В.В.***
преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

БЕСПРОВОДНАЯ СВЯЗЬ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДАТЧИКОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Аннотация. ESP-NOW – это протокол беспроводной связи, созданный компанией Espressif для микроконтроллеров семейства esp32 и esp8266. Данный протокол позволяет связать между собой устройства для передачи данных без использования Wi-Fi.

Ключевые слова: ESP-NOW; ESP32; микроконтроллер; протокол беспроводной связи.

Nechaev V.D.
Student
Scientific Advisor: ***Kuksa V.V.***
Lecturer
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia

WIRELESS COMMUNICATION OF MICROCONTROLLERS FOR REAL TIME SENSOR DATA PROCESSING

Abstract. ESP-NOW is a wireless communication protocol developed by Esppressif for the esp32 and esp8266 family of microcontrollers. This protocol allows you to connect data transfer devices without using Wi-Fi.

Keywords: ESP-NOW; esp32; microcontroller; wireless communication protocol.

Характеристики и функции работы микроконтроллера ESP32 по протоколу ESP-NOW

ESP32 (рис. 1) представляет собой двухъядерный микроконтроллер, разработанный компанией Espressif Systems, и интегрирует в себя приемопередатчики Bluetooth и Wi-Fi. Производитель предлагает широкий спектр модулей, созданных на основе архитектуры ESP32.

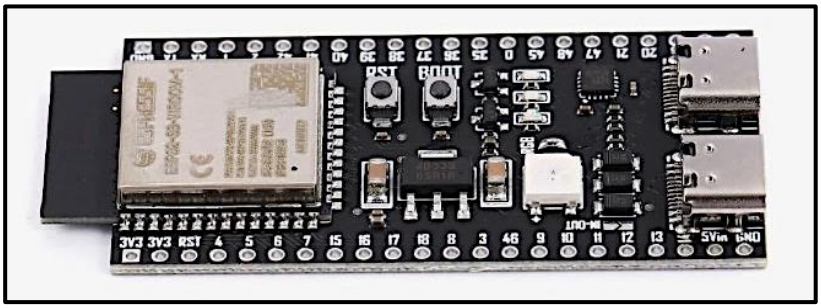


Рис. 1. Микроконтроллер ESP32

Одним из типичным модулей является ESP32WROOM. Он включает в себя 4 МБ флэш-памяти, кварцевый генератор на 40 МГц, ESP32 с двумя процессорами TensilicaXtensa LX7 и 520 КБ оперативной памяти, а также приемопередатчики и некоторые пассивные компоненты. ESP8266 обладает схожими характеристиками.

Модули ESP обычно поставляются с антенной на 2,4 ГГц.

Основные задачи микроконтроллера ESP32 – это управление различными устройствами по протоколам передачи информации (датчики, исполнительные устройства), управление другими микроконтроллерами и приём управляющих команд от ведущих устройств, обработка вычислительных математических и логических операций, преобразование сигналов (аналоговых и цифровых), чтение аналоговых и цифровых сигналов, поддержка проводных беспроводных протоколов передачи информации.

Протокол ESP-NOW

Существуют два вида беспроводной связи микроконтроллеров. Первый вид – это одноадресный. В данном типе связи один микроконтроллер высту-

пает в виде ведущего устройства (передатчика), отправляющего пакет информации и ведомого устройства (приемника), получающего пакет информации. Для связи двух контроллеров, в ведущее устройство нужно добавить MAC-адрес ведомого устройства в соответствующее поле кода. Также существует двухсторонняя связь одноадресной связи, когда каждый микроконтроллер выступает в качестве приемника и передатчика. Для реализации данной связи требуется в каждое устройство занести MAC-адрес другого устройства.

Второй вид беспроводной связи – это широковещательные передачи. В этом виде передачи информации участвуют более двух микроконтроллеров. Один из них является передатчиком, остальные приемниками, также возможны и другие конфигурации, такие как: один микроконтроллер является приемником, остальные передатчиками. При желании можно использовать и двухстороннюю связь.

Экспериментальная установка 1

В данной установке (рис. 2) используется два микроконтроллера ESP32, два светодиода, два резистора и две кнопки. С помощью протокола беспроводной связи ESP-NOW связываем два микроконтроллера по одноадресному типу, двухсторонней связью. С помощью кнопки отсылаем сигнал на второй микроконтроллер, при получении сигнала второй микроконтроллер зажигает светодиод.

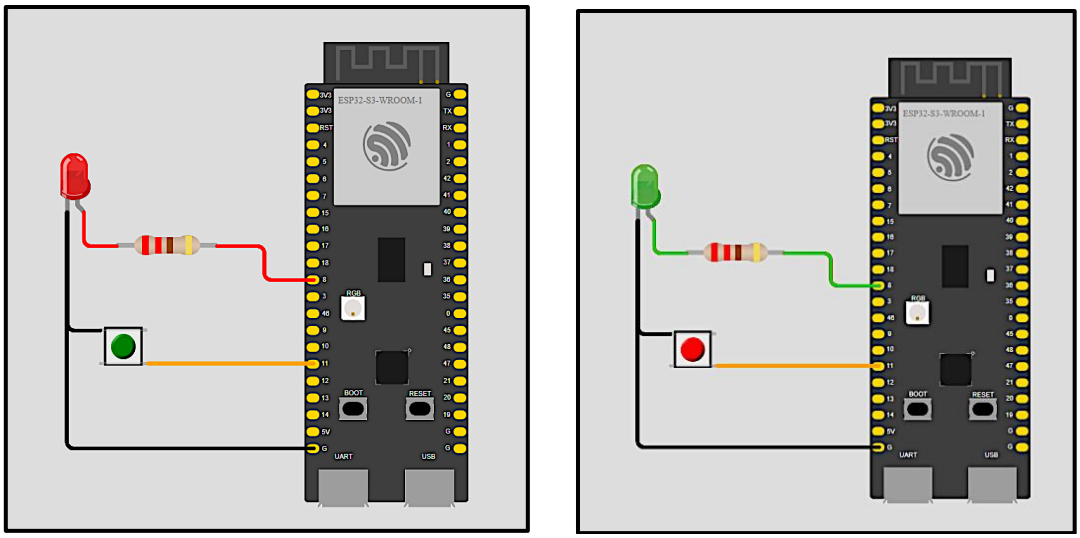


Рис. 2. Принципиальная схема

Так как в этой схеме применяется двухсторонняя связь, второй микроконтроллер может также отправлять сигнал первому. В ходе эксперимента было выявлено, что дальность связи двух установок может быть до 50 метров внутри здания, а время задержки при передаче данных минимально.

Экспериментальная установка 2

В данной установке (рис. 3) используется два микроконтроллера ESP32, датчик температуры влажности и давления, дисплей.

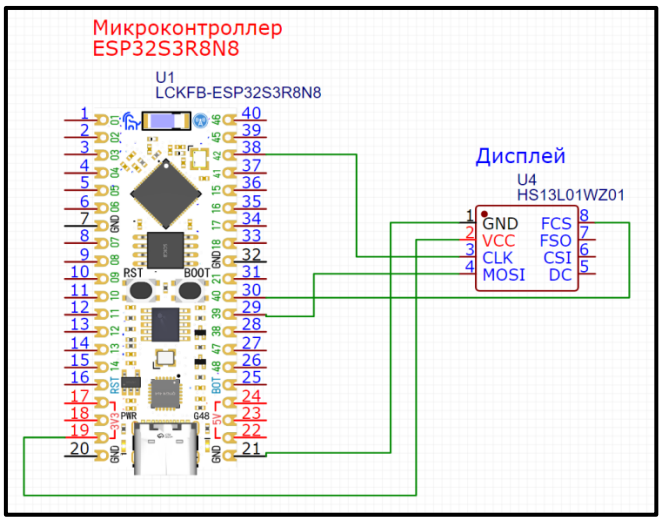


Рис. 3. Принципиальная схема микроконтроллера и дисплея

Датчик температуры влажности и давления собирает информацию о воздухе и передает её в микроконтроллер. Далее с помощью протокола беспроводной связи ESP-NOW первый микроконтроллер передает информацию на второй, в свою очередь второй микроконтроллер принимает, преобразует и выводит на экран дисплея. Были созданы:

1. Разводка печатной платы микроконтроллера и дисплея (рис. 4).
2. 3D модель (рис. 5) микроконтроллера и дисплея.
3. Принципиальная схема для микроконтроллера и датчика (рис. 6).
4. Разводка печатной платы для микроконтроллера и датчика (рис. 7).
5. 3D модель (рис. 8) микроконтроллера и дисплея.

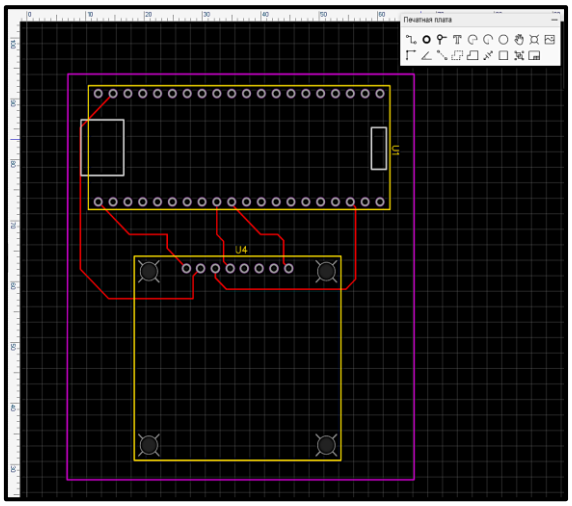


Рис. 4. Печатная платамикроконтроллера и дисплея

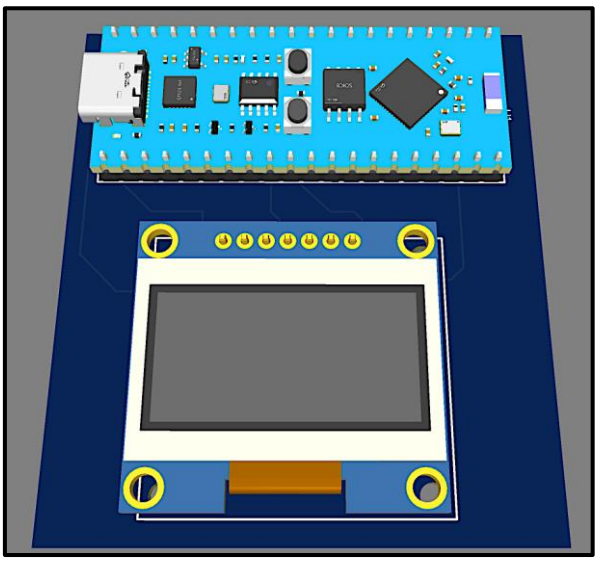


Рис. 5. 3D модель микроконтроллера и дисплея

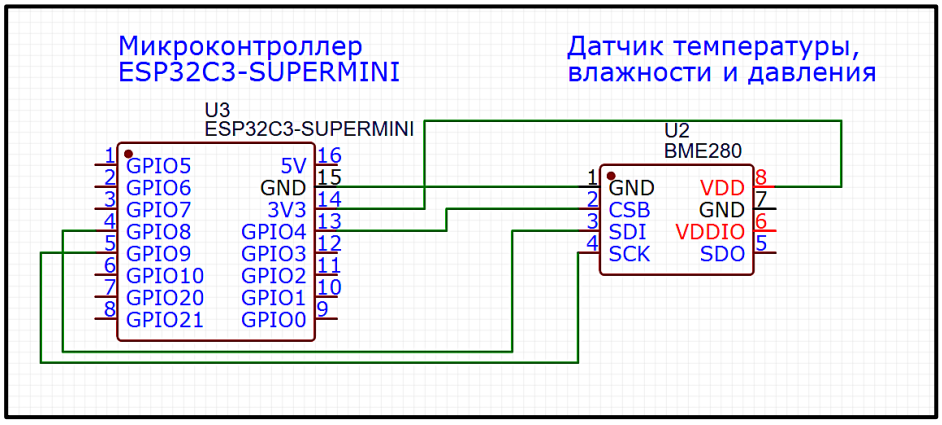


Рис. 6. Принципиальная схема микроконтроллера и датчика

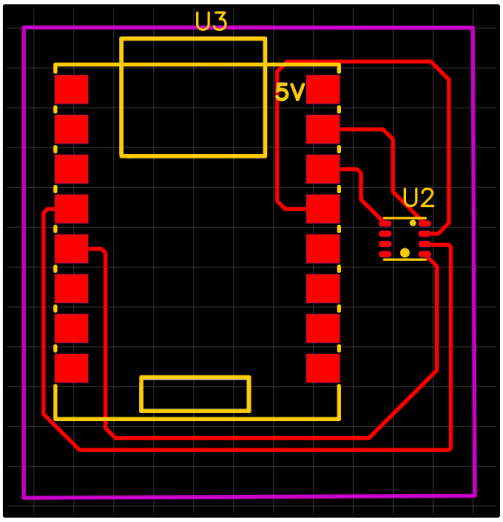


Рис. 7. Платамикроконтроллера и датчика

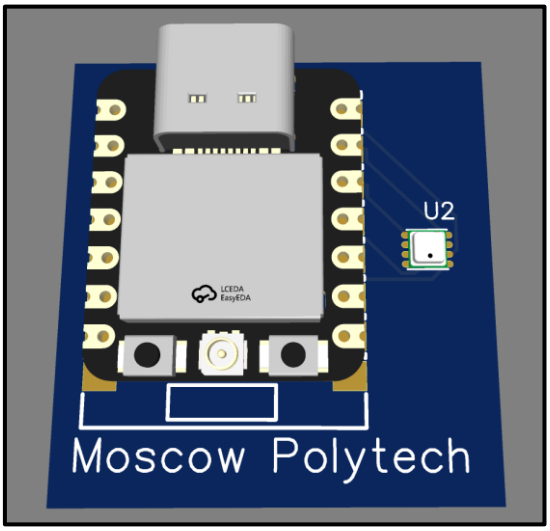


Рис. 8. 3D-модель микроконтроллера и датчика

Вывод

В ходе экспериментов были выявлены следующие преимущества: возможность подключения нескольких микроконтроллеров к общей сети для координации обработки данных, минимизация задержек при передаче данных, дальность связи до 50 метров, низкое энергопотребления микроконтроллеров, возможность реализации адаптивных алгоритмов обработки данных на микроконтроллерах, поддержка механизмов шифрования данных для обеспечения безопасности передачи.

Список литературы

1. Техническая документация на микроконтроллер на ESP 32 // AllDATASHEET.COM. URL: ESP32 Datasheet(PDF) – ESPRESSIF SYSTEMS (SHANGHAI) CO., LTD.

Секция 6
ВЫЗОВЫ ВРЕМЕНИ ПРИ СОЗДАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Глинин А.Э., Васько Т.Д., Посунько Д.Е.
студенты
Научный руководитель: ***Апелинский Д.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва
apelinskiy_mami@mail.ru

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ФОРСИРОВАНИЯ МАЛОРАЗМЕРНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматривается проблема разработки отечественных малоразмерных дизельных двигателей с воздушным охлаждением, обладающих высокими показателями мощности, энергоэффективности и экологической чистоты. Основной акцент сделан на создание эффективной концепции двигателя, обеспечивающей минимальные габариты и массу при сохранении высокой надежности и адаптируемости к различным условиям эксплуатации. В исследовании подробно описаны методы теоретического моделирования рабочих циклов, изучены возможности повышения производительности путем применения винтовых впускных каналов и различных систем наддува. Описаны результаты проектирования центробежного компрессора с электроприводом, который демонстрирует высокие аэродинамические характеристики и надежность работы. Выводы подтверждают возможность создания конкурентоспособного отечественного продукта, соответствующего современным международным стандартам.

Ключевые слова: малоразмерный дизельный двигатель, воздушное охлаждение, импортозамещение, наддув, механический нагнетатель, форсирование двигателя.

Glinin A.E., Vasko T.D., Posunko D. E.
Students
Scientific advisor: ***Apelinskiy D.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
apelinskiy_mami@mail.ru

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF FORCING PATHS FOR SMALL-SIZE AIR-COOLED DIESEL ENGINE

Abstract. The article addresses the problem of developing domestic small-size air-cooled diesel engines with high power output, energy efficiency, and environmental friendliness. The main

focus is on creating an effective engine concept that ensures minimal size and weight while maintaining high reliability and adaptability to various operating conditions. The study provides a detailed description of theoretical modeling methods for working cycles, explores possibilities for increasing productivity through the use of helical intake channels and different boost systems. It also describes the design results of a centrifugal compressor driven by electric motor, which demonstrates excellent aerodynamic characteristics and reliable operation. The conclusions confirm the feasibility of creating a competitive domestic product meeting modern international standards.

Keywords: small-size diesel engine, air cooling, import substitution, turbocharging, mechanical supercharger, engine upgrading.

Актуальность темы исследования

В условиях современной геополитической и экономической ситуации вопросы энергетической безопасности и технологической независимости приобретают особую значимость. В частности, это касается разработки отечественных малоразмерных дизельных двигателей с воздушным охлаждением, способных заменить импортные аналоги и обеспечить потребности в автономных источниках энергии для различных отраслей промышленности и транспорта. Создание эффективных и надежных двигателей, обладающих высокой мощностью при минимальных габаритах и массе, является стратегической задачей, направленной на повышение устойчивости национальной экономики и безопасности страны.

Цель и задачи исследования

Целью данного исследования является изучение возможностей и перспектив создания малоразмерных дизельных двигателей с воздушным охлаждением, отвечающих современным экономическим, экологическим и энергетическим требованиям. Особое внимание уделяется обеспечению минимальных габаритов и массы двигателя при сохранении высокой надежности и адаптивности к различным условиям эксплуатации. Для достижения поставленной цели необходим комплексный подход, включающий как теоретические исследования, так и разработку конструктивных решений, что позволит создать конкурентоспособный отечественный продукт, соответствующий мировым стандартам.

В рамках исследования были поставлены и решены следующие задачи:

1. Проведен анализ отечественного и зарубежного рынка малоразмерных дизельных двигателей с воздушным охлаждением с целью выявления основных конструктивных и технических особенностей существующих решений.

2. Выполнено теоретическое моделирование рабочего цикла малоразмерного дизельного двигателя без наддува для оценки базовых характеристик и параметров.

3. Исследовано влияние формы впускного канала на экономические, экологические и энергетические показатели двигателя.

4. Проведено теоретическое исследование рабочего цикла двигателя с использованием различных систем наддува (турбонаддув, механический нагнетатель).

5. Изучены ограничения форсирования малоразмерных дизельных двигателей с воздушным охлаждением с учетом тепловых и конструктивных факторов.

6. Предложены и проанализированы возможные способы повышения мощности и эффективности (форсирования) двигателя.

7. Разработана конструктивная концепция малоразмерного дизельного двигателя с воздушным охлаждением, учитывающая результаты теоретических исследований и требования к эксплуатационным характеристикам.

Методика проведения исследования

Исследование проводилось в несколько этапов:

1. Анализ рынка и технических характеристик малоразмерных дизельных двигателей с целью выявления основных конструктивных решений и параметров.

2. Теоретическое моделирование рабочего цикла одноцилиндрового дизельного двигателя без наддува с использованием математических моделей, основанных на уравнениях сохранения массы, энергии и уравнении состояния газа.

3. Исследование влияния формы впускного канала (винтовой канал) на экономические и экологические показатели двигателя.

4. Моделирование рабочего цикла двигателя с наддувом, включая турбонаддув и механический нагнетатель, для оценки эффективности форсирования.

5. Проектирование центробежного компрессора с электрическим приводом.

Анализ рынка малоразмерных дизельных двигателей, представленных отечественными и зарубежными производителями (Yanmar, Ricar, Perkins, ТМЗ, Hatz, Kohler, Lombardini, Lifan, Kubota), показал, что современные двигатели обычно имеют воздушное охлаждение, двухклапанный механизм газораспределения и комбинированную систему смазки. Частота вращения коленчатого вала не превышает 3600 мин$^{-1}$, а литровая мощность варьируется в диапазоне 15–25 кВт/л. При этом двигатели характеризуются ограниченным давлением в цилиндре (7–8 МПа) и отсутствием наддува, что обусловлено необходимостью увеличения ресурса и надежности.

Теоретические исследования в области рабочего цикла дизельных двигателей включают моделирование процессов теплообмена, сгорания и газообмена с использованием дифференциальных уравнений сохранения массы и энергии. Особое внимание уделяется моделированию топливных струй и их взаимодействию с камерой сгорания, что позволяет прогнозировать характеристики двигателя и оптимизировать конструктивные параметры.

Математическая модель рабочего цикла

Следующим этапом исследования стало теоретическое моделирование рабочего цикла дизельного двигателя и оценка его теплонапряжённости с использованием разработанной математической модели.

Цилиндр и коллекторы двигателя рассматриваются как незамкнутые термодинамические системы, обменивающиеся массой и энергией с окружающей средой. Параметры рабочего тела (газа) описываются системой дифференциальных уравнений сохранения массы и энергии, дополненных уравнением состояния идеального газа. Основная система уравнений имеет вид:

$$U_2 - U_1 = -\int_{V1}^{V2} p \cdot dV + \sum I_j^* + Q_x - Q_w$$

$$G_2 - G_1 = \sum \Delta G_j;$$

$$p \cdot V = G \cdot R \cdot T;$$

где: $\int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV$- механическая работа, совершаемая рабочим телом; I_j^* – энтальпия рабочего тела, подведенная к системе в результате добавления массы ΔG_j от j-го источника массы; Qx – количество теплоты, подведенной к рабочему телу от постороннего источника (вследствие сгорания топлива); Qw – количество теплоты, отведенной в стенки; *p, T, G, V, U, R* – давление, температура, масса, объем, внутренняя энергия и газовая постоянная рабочего тела. Индексы 1 и 2 относятся соответственно к началу и концу рассматриваемого термодинамического процесса.

Для моделирования газообмена в цилиндре введены следующие допущения:

– мгновенное распространение возмущений в рабочем теле;

– мгновенное перемешивание газа внутри объёма;

– пространственная однородность параметров газа (независимость от координат).

Параметры газа в коллекторах определяются из системы уравнений сохранения массы и энергии записанных для открытой термодинамической системы:

$$\begin{cases} \Delta U = -Q_w + \sum_{j=1}^{n} I_j^* \\ \Delta G = \sum_{j=1}^{n} G_j \\ pV = GRT \end{cases}$$

где: Qw – теплота, переданная в стенки I_j^* и G_j – энтальпия и масса, поступившие из компрессора или ушедшие в турбину рассчитываются методами, описанными в работе. При расчете энтальпии перетекающего через канал газа учитывается теплообмен со стенками канала.

Количество теплоты, отводимое в стенки, рассчитывается по уравнению Ньютона-Рихмана:

$$Qw = \alpha w\ Fw\ t\ (T - Tw)$$

где: aw – коэффициент теплоотдачи; Fw – площадь тепловоспринимающей поверхности; т – интервал времени; T, Tw – температура газа и температура стенки.

Определение коэффициента теплоотдачи и температуры стенки является ключевой задачей при моделировании теплообмена. Для цилиндра двигателя используется формула Вошни, учитывающая изменение теплоотдачи в зависимости от угла поворота коленчатого вала на различных этапах рабочего цикла. Температура стенки рассчитывается решением задачи теплопроводности для многослойной конструкции стенки цилиндра.

Для системы воздушного охлаждения коэффициент теплоотдачи определяется с учётом параметров оребрения и скорости воздушного потока.

Процесс сгорания топлива моделируется с использованием модифицированной модели развития топливной струи, предложенной Н.Ф. Разлейцевым. В данной модели струя и её пристеночный поток разбиваются на 9 характерных зон, внутри каждой из которых условия испарения топлива считаются однородными (рис. 1). Зоны включают уплотнённое осевое ядро струи, передний фронт, разреженную оболочку, а также соответствующие части пристеночного потока на поверхности поршня и цилиндра. При попадании топлива на зеркала цилиндра и крышку выделяются дополнительные зоны.

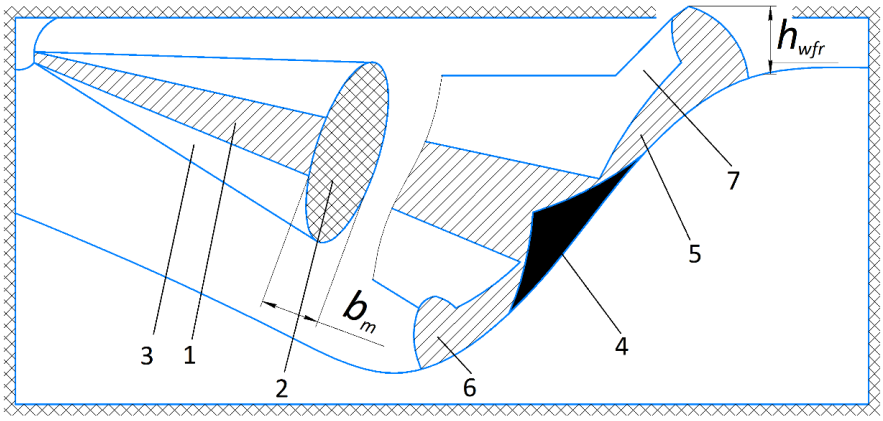


Рис. 1. Модель развития топливной струи

Скорость вершины струи и угол её раскрытия рассчитываются по эмпирическим зависимостям, а дальнобойность струи — по модифицированному уравнению А.С. Лышевского, позволяющему определить длину струи как функцию времени.

Для моделирования течения двухфазной среды (топливные капли в воздухе) в завихрённом потоке камеры сгорания применяется трёхмерная постановка задачи, учитывающая взаимодействие фаз и динамику испарения топлива (рис. 2).

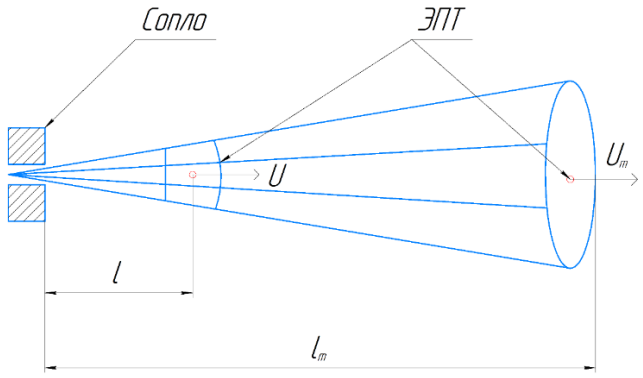


Рис. 2. Схема расчёта конфигурации свободной струи

Таким образом, построенная математическая модель обеспечивает комплексное описание процессов газообмена, сгорания и теплообмена в малоразмерном дизельном двигателе с воздушным охлаждением, что позволяет проводить теоретическую оценку его рабочих характеристик и теплонапряжённости.

Результаты проведенного исследования

В ходе научно-исследовательской работы проведено теоретическое исследование рабочего цикла малоразмерного дизельного двигателя как в варианте без наддува, так и с наддувом.

1. Исследование рабочего цикла малоразмерного дизельного двигателя без наддува

На первом этапе работы выполнено теоретическое моделирование рабочего цикла малоразмерного дизельного двигателя без наддува. В ходе расчётов определены значения давления и температуры в характерных точках цикла, построены свёрнутая и развёрнутая индикаторные диаграммы.

Результаты моделирования показали, что максимальное давление цикла достигает 8,3 МПа, а максимальная температура — 2230 К. Среднее эффективное давление составило 1,12 МПа, механический коэффициент полезного действия — 0,93, удельный эффективный расход топлива — 228 г/(кВт·ч).

Для обеспечения заданной мощности 7 кВт рабочий объём цилиндра составил 0,418 л при диаметре цилиндра 86 мм и ходе поршня 72 мм. Отношение хода поршня к диаметру равно 0,84, что выбрано меньше единицы с целью снижения габаритной высоты двигателя, уменьшения массы и снижения механических потерь за счёт снижения средней скорости поршня.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что параметры спроектированного двигателя уступают характеристикам современных транспортных дизелей. Это связано с более низким давлением впрыска (20 МПа против 200 МПа в насос-форсунках), отсутствием многостадийного впрыска топлива, регулируемого турбонаддува с промежуточным охлаждением наддувочного воздуха и электронного управления.

Далее исследовалась возможность повышения топливной экономичности двигателя за счёт улучшения процесса смесеобразования путём применения винтового впускного канала. Проведённое моделирование показало, что использование винтового канала позволяет снизить удельный эффективный расход топлива на 12–35 г/(кВт·ч), повысить эффективную мощность и крутящий момент на 5–7%, а также снизить температуру отработавших газов на 40–50°, что ведёт к уменьшению теплонапряжённости головки блока цилиндров.

2. Исследование рабочего цикла малоразмерного дизельного двигателя с наддувом

Учитывая низкую эффективность рабочего процесса без наддува, на втором этапе проведено теоретическое исследование рабочего цикла одноцилиндрового дизельного двигателя с применением наддува. Рассматривались два варианта наддува: механический нагнетатель с приводом от коленчатого вала и турбонаддув.

Моделирование рабочего процесса с использованием центробежного компрессора, приводимого от коленчатого вала с частотой вращения в два раза превышающей частоту коленчатого вала (соотношение 2:1), показало значительную зависимость параметров двигателя от частоты вращения колеса компрессора. При использовании редуктора, обеспечивающего двукратное увеличение частоты вращения компрессора, максимальное давление наддува составило 0,11 МПа. В результате мощность двигателя при максимальной частоте вращения 3600 об/мин увеличилась на 0,40 кВт.

При моделировании турбонаддува, учитывая конструктивные особенности одноцилиндрового двигателя, степень повышения давления принята равной 1,5 (то есть давление наддува повышалось на 50% относительно атмосферного давления). Результаты моделирования показали, что крутящий момент увеличился на 11,5% на средних оборотах и на 9,75% на высоких оборотах. Эффективная мощность двигателя возросла на 7%. Удельный эффективный расход топлива снизился на 20% на средних частотах, однако на режиме максимальной мощности наблюдалось увеличение расхода топлива на 6,5%.

Кроме того, был смоделирован рабочий цикл дизельного двигателя с механическим нагнетателем, приводимым через скоростной редуктор. Моделирование показало рост крутящего момента на средних оборотах на 28,6%. При частоте вращения 3600 об/мин эффективная мощность возросла на 16,5%, при этом максимальный прирост мощности приходился на низкие обороты, что объясняется повышением давления наддува до 70% (степень повышения давления 1,7) на этих режимах. Удельный эффективный расход топлива при этом снизился на 4,2%.

3. Проектирование центробежного компрессора с электрическим приводом

В рамках исследования разработан центробежный компрессор с бесколлекторным асинхронным электродвигателем в качестве привода. Одномерные расчёты компрессора выполнены в программном комплексе Compal, результаты которых использовались для построения и оптимизации геометрии лопаток в AxCent. В процессе оптимизации кривизна каналов между лопатками рабочего колеса была снижена для уменьшения сопротивления потоку, а выходная кромка лопаток выпрямлена с целью повышения прочности и предотвращения разрушения под воздействием центробежных сил. Внесённые изменения способствовали улучшению аэродинамических характеристик компрессора и обеспечили более равномерное распределение воздушного потока (рис. 3).

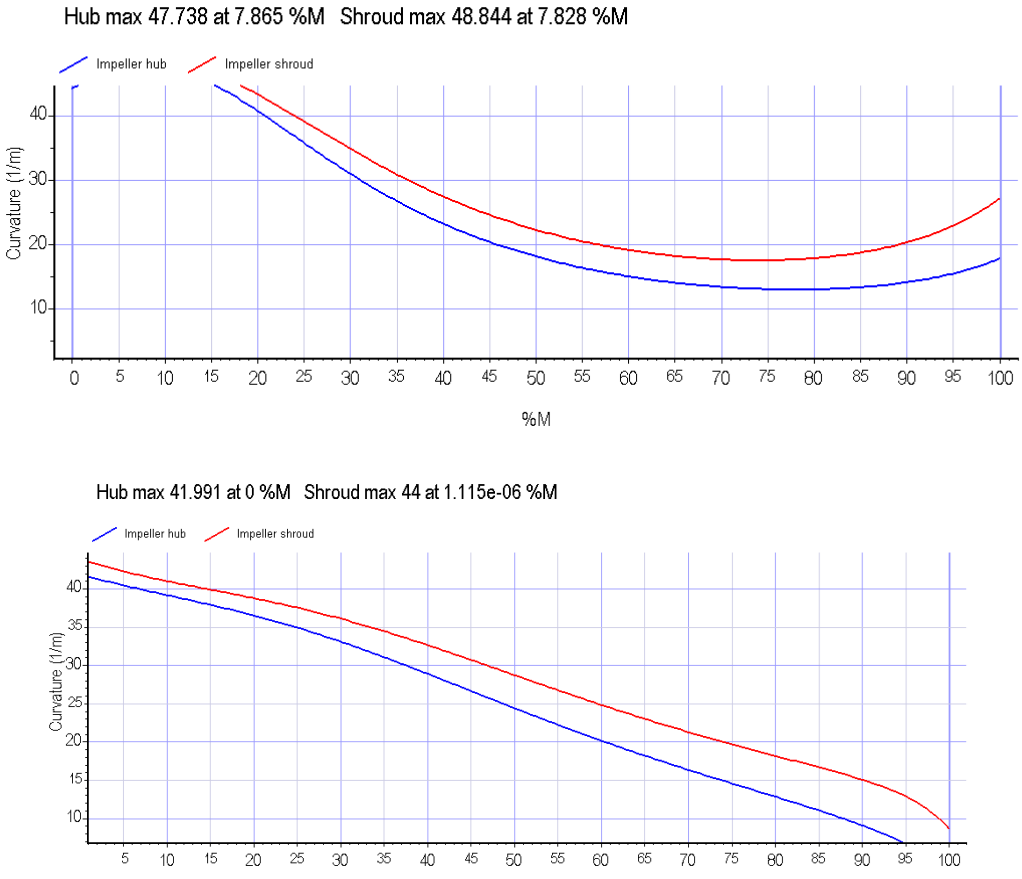


Рис. 3. Графики изменения кривизны лопатки в рабочем колесе

Для детального анализа течения газа в компрессоре проведено численное моделирование с помощью программного комплекса FINE/Turbo. Сходимость расчетов контролировалась по уравнениям сохранения массы, импульса и энергии, что обеспечило достижение устойчивого режима течения (рис. 4). Сопоставление массового расхода воздуха на входе и выходе компрессора показало высокую точность выполнения закона сохранения массы.

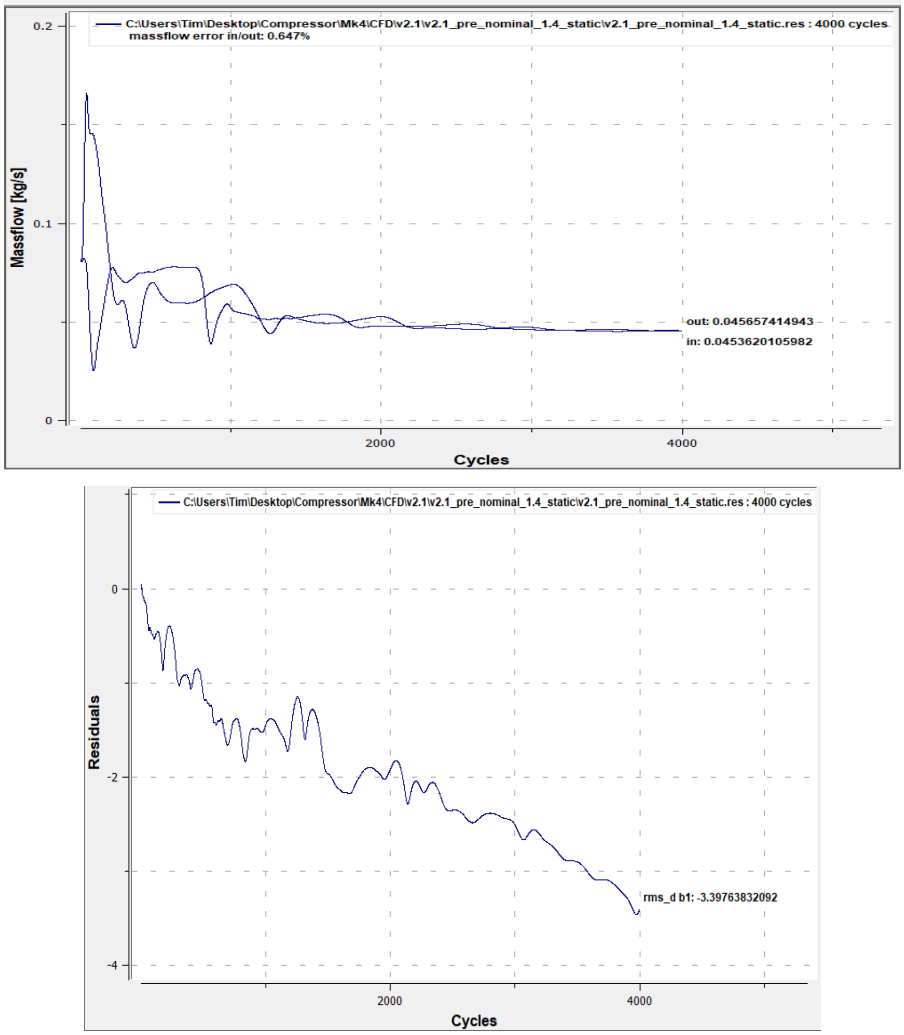


Рис. 4. Исследование параметров компрессора

Результаты CFD-моделирования подтвердили отсутствие зон с критическими скоростями в рабочем колесе компрессора и достигнутую оптимальную эффективность устройства (рис. 5).

Полученные данные согласуются с ожидаемыми параметрами и свидетельствуют о возможности применения разработанного компрессора с электрическим приводом для повышения мощности и крутящего момента малоразмерного дизельного двигателя.

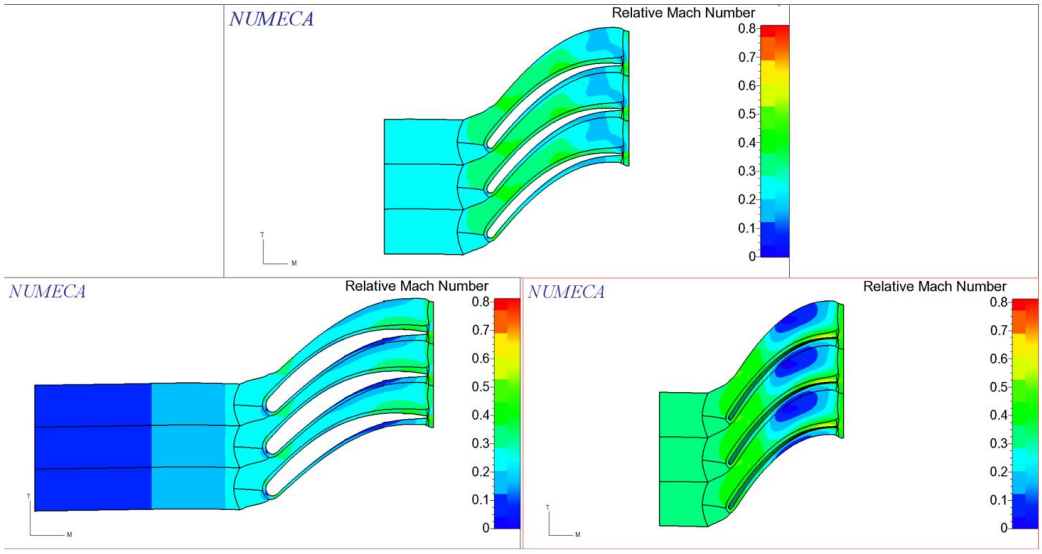


Рис. 5. Исследование параметров компрессора

Общие выводы

1. Разработка отечественных малоразмерных дизельных двигателей с воздушным охлаждением является важным направлением для обеспечения энергетической безопасности и технологической независимости страны. Создание компактных, мощных и экономичных двигателей способствует развитию автономных источников энергии и повышению конкурентоспособности отечественной промышленности.

2. Построенная математическая модель рабочего цикла двигателя обеспечивает комплексное описание процессов газообмена, сгорания и теплообмена, что позволяет эффективно прогнозировать характеристики двигателя и оптимизировать его конструктивные параметры. Моделирование подтвердило адекватность выбранных допущений и методов, что обеспечивает надёжную основу для дальнейших исследований и разработок.

3. Использование винтового впускного канала способствует улучшению смесеобразования, что приводит к снижению удельного расхода топлива на 12–35 г/(кВт·ч), увеличению мощности и крутящего момента на 5–7%, а также снижению температуры отработавших газов, что уменьшает тепловую нагрузку на конструктивные элементы двигателя.

4. Применение наддува (турбонаддува и механического нагнетателя) значительно повышает мощностные характеристики двигателя и улучшает топливную экономичность. Механический нагнетатель обеспечивает максимальный прирост мощности (до 16,5%) и крутящего момента (до 28,6%) на низких и средних оборотах, тогда как турбонаддув повышает мощность и снижает расход топлива на средних режимах эксплуатации.

5. Созданный центробежный компрессор с бесколлекторным асинхронным электродвигателем продемонстрировал высокую аэродинамическую эффективность и надёжность работы. Оптимизация геометрии лопаток и

численное моделирование подтвердили возможность использования данного компрессора для повышения мощности и крутящего момента малоразмерного дизельного двигателя без прямой зависимости от оборотов двигателя.

6. Разработанная концепция двигателя и компрессора создаёт прочную теоретическую и техническую базу для дальнейшей опытно-конструкторской работы. Полученные результаты открывают перспективы создания конкурентоспособного отечественного продукта, способного удовлетворить современные экономические, экологические и эксплуатационные требования.

Список литературы

1. Васильев, А. В. Возможные пределы форсирования дизелей воздушного охлаждения / А. В. Васильев, А. М. Ларцев, Е. А. Федянов // Грузовик. – 2019. – № 10. – С. 3-6.
2. Васильев, А. В. Оценка теплового состояния головки цилиндра двигателя воздушного охлаждения при его форсировании / А. В. Васильев, А. М. Ларцев, Е. А. Федянов // Грузовик. – 2017. – № 11. – С. 24-27.
3. Гизатуллин, Р. К. Расчет и проектирование тепловозного дизеля : Учебно-методическое пособие / Р. К. Гизатуллин, В. М. Овчинников, В. В. Скрежендевский ; Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, Белорусский государственный университет транспорта. – Гомель : Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», 2017. – 41 с. – ISBN 978-985-554-449-5.
4. Игнатов, М. С. Наддув одноцилиндрового дизеля / М. С. Игнатов // Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств : Материалы XXII Международной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Дмитрия Алексеевича Соцкова, Владимир, 05–06 ноября 2020 года / Под общей редакцией Ю.В. Баженова. – Владимир: Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, 2020. – С. 130-134.
5. Моделирование характеристик дизельного двигателя / Ю. Е. Атаманов, В. Н. Плищ, А. С. Поварехо [и др.] ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Тракторы». – Минск : Белорусский национальный технический университет, 2014. – 195 с. – ISBN 978-985-550-029-3.

Ванюшев А.А., Бариев К.Р.
студенты
alex_von1@mail.ru, weggo95@yandex.ru
*Научный руководитель**: Мокшин В.В.***
к.т.н., доцент
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ,
Россия, Казань
vladimir.mokshin@mail.ru

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Аннотация. Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) трансформируют подход к организации дорожного движения, снижая аварийность и негативное воздействие на окружающую среду. В статье рассматриваются цифровые методы анализа и прогнозирования, применяемые в ИТС, включая машинное обучение, работу с большими данными и видеоаналитику. Приведены примеры практического внедрения ИТС в России и за рубежом. Предложены направления совершенствования ИТС за счёт предиктивной аналитики и адаптивного управления.

Ключевые слова: интеллектуальные транспортные системы; большие данные; машинное обучение; анализ видеопотоков; метео-мониторинг; система «Свободный поток»; предиктивная аналитика.

Vaniushev A.A., Bariev K.R.
Students
alex_von1@mail.ru, weggo95@yandex.ru
*Scientific Advisor: **Mokshin V.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan National Research Technical University – KNRTU-KAI,
Russia, Kazan
vladimir.mokshin@mail.ru

DIGITAL TRANSFORMATION OF TRANSPORT MOBILITY THROUGH INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS BASED ON BIG DATA

Abstract. Intelligent transportation systems (ITS) are transforming traffic management by reducing accidents and minimizing environmental impact. The article explores digital methods of analysis and forecasting in ITS, including big data processing, machine learning, and video analytics. Examples of ITS implementations in Russia and abroad are presented. The article proposes ways to improve ITS efficiency through predictive analytics and adaptive control.

Keywords: intelligent transportation systems; big data; machine learning; video stream analysis; weather monitoring; Free Flow system; predictive analytics.

Стремительный рост автомобилизации и плотности транспортных потоков в городах выявил ограниченность традиционных методов управления движением. Мегаполисы всё чаще сталкиваются с постоянными заторами,

ростом числа ДТП и ухудшением экологической обстановки из-за увеличения выбросов вредных веществ. Жёсткие расписания светофоров и разрозненные датчики уже не справляются с динамично меняющейся ситуацией на дорогах.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) стали рассматриваться как инструмент решения этих проблем. Они позволяют не только оперативно реагировать на изменения дорожной обстановки, но и прогнозировать потенциальные проблемы – заторы, аварии, неблагоприятные погодные условия.

В основе ИТС лежат технологии анализа больших данных, машинного обучения и компьютерного зрения, которые обеспечивают сбор и обработку информации из множества источников: дорожных датчиков, видеокамер, мобильных приложений, GPS-трекеров и метеостанций. Однако существующие ИТС нередко сталкиваются с ограничениями из-за недостаточной интеграции данных и неспособности быстро адаптироваться к изменениям. Отсутствие единой платформы для обработки разнородной информации затрудняет создание комплексной системы управления трафиком [1]. Всё это подчёркивает необходимость комплексного подхода: улучшения интеграции данных, оптимизации алгоритмов и внедрения адаптивных механизмов управления движением.

В современных ИТС видеонаблюдение считается одним из главных инструментов контроля дорожной обстановки, обнаружения инцидентов, распознавания объектов и оптимизации движения. Огромные массивы видеоданных требуют эффективных методов обработки – на помощь приходят большие данные и машинное обучение. Внедрение свёрточных нейронных сетей (CNN) для анализа изображений с дорожных камер помогло повысить точность прогнозирования дорожной ситуации

Использование глубоких CNN даёт более точные оценки скоростей транспортного потока [2]. После предварительной обработки видеопотока (коррекция освещённости, фильтрация шумов, нормализация контрастности) кадры передаются в обученную модель CNN, которая классифицирует объекты (автомобили, пешеходы) и оценивает дорожную обстановку в реальном времени.

Одним из подходов к детектированию объектов является модель Faster R-CNN [4], способная с высокой точностью находить объекты на изображении (рис. 1). Она объединяет этапы предложения регионов и классификации, что обеспечивает высокую точность, хотя и требовательно к вычислительным ресурсам.



Рис. 1. Faster R-CNN

Другая популярная модель – YOLO (You Only Look Once) – обладает крайне высокой скоростью работы. В исследовании Redmon и Фархади (2018) показано, что YOLO в реальном времени идентифицирует объекты с достаточной точностью, что особенно важно в динамичных дорожных условиях [3]. Таким образом, комбинация быстрых и точных алгоритмов позволяет обрабатывать видеопотоки оперативно и надёжно. Результаты исследования показаны в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная таблица моделей распознавания видеопотоков

Модель	Характеристики модели		
	Скорость обработки	Точность	Применение
YOLO	Высокая	Средняя	Обработка в реальном времени
Faster R-CNN	Средняя	Высокая	Детальное обнаружение объектов

Для непрерывного слежения за движущимися объектами (трекинга) широко используются алгоритмы фильтра Калмана и отслеживание с помощью глубоких ассоциаций (DeepSORT). Эти методы позволяют «вести» каждое транспортное средство или пешехода в кадре, прогнозируя их положение на основе предыдущих состояний.

Трекинг обеспечивает надёжное сопровождение объектов даже при высокой плотности трафика, помогая системе различать конкретные автомобили при пересечении полей зрения разных камер. Например, в Сингапуре реализована система мониторинга, где траектории транспортных средств анализируются в режиме реального времени, что позволяет своевременно обнаруживать опасные сближения и предотвратить инциденты.

На таблице 2 видно, что модель YOLOv10s (batch8) демонстрирует наивысшую точность обнаружения с показателем «mAP@0.»5, равным 0.277, что свидетельствует о том, что меньший размер батча может положительно влиять на качество детекции в определённых конфигурациях. Также

по скорости обработки лидирует YOLOv8s (epoch6), достигая 6.6 FPS, что делает её оптимальной для задач реального времени. Так, выбор модели зависит от конкретного сценария внедрения − приоритетов по скорости, точности или ограниченности ресурсов.

Таблица 2

Сравнительные характеристики переобученных моделей

Модель	*Характеристики моделией*								
	Batch Size	Epochs	Размер (MB)	FPS	mAP@ 0.5	mAP@ 0.75	mAP@ 0.5:0.95	Recall	F1-score
YOLOv10s (batch8)	8	8	15.81	6.1	0.277	0.176	0.168	0.244	0.273
YOLOv8s (epoch6)	16	6	21.5	6.6	0.246	0.165	0.152	0.251	0.272

Также важно уметь выявлять аномальные ситуации на дороге (резкое торможение, нетипичное поведение) – для этих целей применяются модели обнаружения аномалий на основе автоэнкодеров. Согласно результатам исследований, использование автоэнкодеров повышает точность выявления нетипичного поведения на дороге, что помогает оперативно реагировать на непредвиденные ситуации [8]. Быстрое обнаружение ДТП или иных отклонений с помощью видеоаналитики позволяет предотвратить вторичные аварии, своевременно предупредив других участников движения.

Мониторинг потоков – это «глаза и уши» ИТС. Он отслеживает, где возникают пробки или замедления, собирая данные о скорости и интенсивности движения посредством дорожных детекторов, сенсоров и даже GPS-трекеров транспорта (рис. 2). Эти сведения в режиме реального времени поступают в платформы больших данных для последующего анализа [5]. Достоверная оценка параметров потока достигается за счёт комплексного сбора данных: система помечает транспортные средства и пешеходов на местности, формируя их траектории перемещения [6].



Рис. 2. Маркман сбора данных

Без оперативных и точных данных о трафике система управления не сможет адаптироваться – например, перенастроить светофоры или изменить ограничения скорости. Поэтому на дорогах развёртывается сеть стационарных датчиков (индуктивные петли, радары и т.д.), которые через каждые несколько сотен метров фиксируют число автомобилей, их скорость и тип. Интеграция этих «сырых» данных в централизованное хранилище и применение алгоритмов машинного обучения – случайных лесов, кластеризации k-means, градиентного бустинга – позволяют прогнозировать появление заторов и автоматически генерировать рекомендации для управляющих устройств [7].

Более того, для учёта скрытых закономерностей в трафике применяются методы интеллектуального анализа без учителя. Например, автоэнкодеры могут обнаруживать аномальные отклонения в паттернах движения, заблаговременно сигнализируя о нетипичной ситуации на дороге [8]. В случае выявления аномалии (необычного резкого снижения скорости, остановки на полосе и т.п.) система немедленно оповестит диспетчеров и водителей, что снижает риск цепной реакции и вторичных столкновений.

Одним из трендов является интеграция данных общественного транспорта в общую систему мониторинга. Так, данные автоматических систем навигации городских автобусов используются для моделирования задержек и оптимизации расписаний [5]. В крупных городах такие решения помогают не только самим перевозчикам, но и общей дорожной ситуации, позволяя предсказать скопления транспорта и перераспределить потоки. В результате система автоматически выводит на табло переменной информации предупреждение о необходимости снизить скорость и информирует водителей о пробке. На этапе планирования новых магистралей подобные сценарии просчитываются заранее: закладываются кабельные каналы связи, узлы для подключения радаров, меры защиты оборудования от погодных воздействий. Масштабные проекты внедрения ИТС в России показывают, что такие меры способны снизить общее время реагирования на дорожные инциденты [9].

Оперативное информирование водителей – одна из важных составляющих ИТС. Если водитель заблаговременно узнает о пробке, ДТП или непогоде, он может скорректировать маршрут и избежать потери времени, а в некоторых случаях и аварийной ситуации. В современных условиях всё большую популярность получили мобильные приложения и навигационные сервисы с функцией краудсорсинга (например, Яндекс.Карты, GoogleMaps), которые в режиме реального времени предупреждают о дорожной обстановке. Классические инструменты – дорожные знаки с переменной информацией (VariableMessageSigns, VMS) – также используются, дополняя цифровые каналы. В комплексе эти средства формируют единую систему оповещения, повышая безопасность и гибкость управления движением. Например, в центрах организации дорожного движения (ЦОДД) собирают данные с видеокамер, детекторов и от пользователей, чтобы сразу отображать на

электронных табло сведения о ДТП, заторах, ремонтных работах схема взаимодействий подсистем показана на рис. 3.

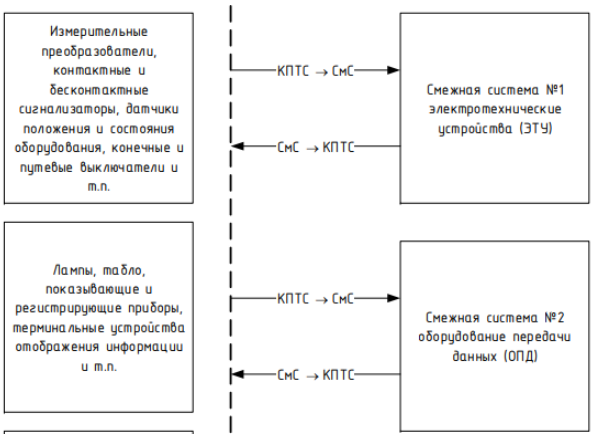


Рис. 3. Взаимодействия различных подсистем в рамках автоматизированной системы

В Москве такая интегрированная система позволяет в реальном времени предупреждать водителей: при поступлении информации об аварии ближайшие табло мгновенно выводят сообщения «ДТП впереди, снижайте скорость», а навигационные приложения предлагают объезд. По оценкам, внедрение подобных решений снижает аварийность (за счёт предупреждения об опасных участках и погодных условиях), сокращает время в пути (благодаря обходу заторов) и даже уменьшает негативное влияние на экологию (снижая холостой простой двигателя в пробках). Благодаря таким подходам, реализуется принцип проактивного управления: динамические знаки и табло, связанные с предиктивной аналитикой, своевременно информируют участников движения и помогают предотвратить заторы до их полного формирования.

Учёт погодных условий – еще одна важная функция ИТС, ведь погода напрямую влияет на безопасность и пропускную способность дорог. Резкие перепады температуры, гололёд, сильный снегопад или дождь могут приводить к росту аварийности и снижению скорости потока. Чтобы минимизировать эти риски, ИТС интегрирует сеть дорожных метеостанций: датчики температуры воздуха и дорожного покрытия, влажности, осадков, видимости и др. Схема мето-мониторинг показана на рис. 4.



Рис. 4. Схема мониторинга погодных условий

Все они объединены в автоматические метеорологические комплексы (например, RWS200), которые в реальном времени передают показания в центры управления. Система мгновенно фиксирует, если на определённом участке начинается снегопад или образуется гололедица, и способна тут же скорректировать работу дорожных устройств – например, временно снизить ограничение скорости, включить предупреждающие знаки или направить дорожные службы для обработки покрытия реагентами. Так, геометрия дороги на загородных трассах значительно сказывается на частоте ДТП: выявлено, что на участках с небольшими радиусами поворотов и узкими обочинами аварийность выше (особенно при росте интенсивности трафика) Методы интеллектуального анализа данных, в частности деревья решений, применяются для изучения закономерностей аварийности на автомагистралях. С помощью деревьев классификации были проанализированы факторы, влияющие на частоту аварий на шоссе, что позволило выявить наиболее опасные сочетания условий движения и инфраструктуры [11].

Применение метео-мониторинга в ИТС даёт возможность оперативно реагировать на погодные изменения, снижая риск ДТП и поддерживая движение даже в неблагоприятных условиях. Синхронная работа множества датчиков и алгоритмов прогнозирования обеспечивает точные предупреждения для водителей и дорожных служб. Перспективы развития включают расширение сети метеосенсоров на удалённых участках трасс и ещё более тесную интеграцию метеоданных с другими модулями ИТС для слаженной работы всей системы.

Системы безопасности в рамках ИТС предназначены для защиты самой транспортной инфраструктуры и технических средств управления от несанкционированного доступа, вандализма и кибер-угроз. Речь идёт, с одной стороны, о физических системах охраны – контроле доступа на объекты (использование электронных пропусков, биометрии), интеллектуальном видеонаблюдении на диспетчерских пунктах, узлах связи, складских территориях. С другой стороны, существенную роль играет кибербезопасность: ИТС всё больше опирается на информационные технологии, поэтому уязвимости в программном обеспечении и сетях могут привести к серьёзным сбоям.

Для противодействия этому внедряются системы обнаружения и предотвращения вторжений (IDS/IPS), мониторящие сетевой трафик и блокирующие подозрительную активность. Методы машинного обучения используются для выявления аномальных паттернов в поведении пользователей и устройств: например, резкое отклонение в параметрах сетевого трафика может указывать на попытку взлома.

Интеллектуальный видеоаналитический модуль способен автоматически распознать подозрительные действия на охраняемых объектах (проникновение в закрытую зону, оставленные без присмотра предметы) и немедленно уведомить операторов. Интеграция этих технологий с платформой больших данных повышает эффективность: все инциденты фиксируются,

анализируются и сопоставляются с историческими данными, что позволяет предсказывать и предотвращать нарушения. В перспективе развитие предиктивного мониторинга безопасности и облачная интеграция средств IDS/IPS ещё более усилят защиту ИТС от новых видов угроз. Таким образом, обеспечивается бесперебойная и безопасная работа интеллектуальной транспортной инфраструктуры в целом.

Современные технологии: от обработки видеопотоков (с детектированием объектов с помощью CNN и сопровождением объектов) и мониторинга трафика до адаптивного управления (предиктивная настройка светофоров, краудсорсинговые приложения), метео-мониторинга и системы «Свободный поток». Все эти компоненты демонстрируют важность интегрированного сбора и обработки информации в реальном времени. Основные выводы и результаты можно сформулировать следующим образом:

Большие данные как основа управления движением. Массовое внедрение датчиков, видеокамер и мобильных сервисов позволяет оперативно собирать и анализировать огромные объёмы информации, что открывает возможность быстрого реагирования на аварии, заторы и иные нештатные ситуации на дороге. Интеграция данных из разных источников улучшает целостную картину трафика и выявляет скрытые зависимости.

Эффективность методов машинного обучения. Алгоритмы машинного обучения (случайные леса, градиентный бустинг, свёрточные нейросети и др.) показали высокую результативность в задачах прогнозирования транспортных потоков, обнаружения аномалий и оптимизации работы светофоров. Предиктивные модели способны предугадывать развитие дорожной ситуации и заблаговременно предлагать меры воздействия.

Оперативное информирование и взаимодействие с водителями. Мобильные приложения, облачные сервисы и информационные табло в режиме реального времени значительно повышают информированность участников движения. Водители своевременно получают предупреждения о заторах, ДТП, погодных условиях и ремонтных работах, что повышает безопасность и позволяет им корректировать маршрут по актуальной обстановке.

Метео-мониторинг как элемент безопасности. Автоматический учёт погодных факторов (дождь, снег, туман, гололёд) посредством сети дорожных метеостанций существенно снижает риск ДТП и поддерживает пропускную способность дорог даже при неблагоприятной погоде. Интеграция погодных датчиков с системой управления движением позволяет адаптировать ограничения и предупреждать службы в реальном времени.

Система «Свободный поток». Переход к безостановочному взиманию платы на платных дорогах (ANPR-, RFID- и GNSS-технологии) повышает пропускную способность и удобство для пользователей, устраняя задержки на пунктах оплаты. Аналитические модули позволяют выявлять нарушения оплаты и оптимизировать тарифы под текущий трафик, что улучшает и финансовые показатели, и распределение потоков.

Интегрированное проектирование и кибербезопасность. Для успешного развития ИТС важно ещё на этапе проектирования предусмотреть все компоненты в комплексе – от закладки кабельной инфраструктуры до размещения камер и метеодатчиков. Интеграция модулей позволяет им работать согласованно (например, аналитика BigData напрямую управляет табло и светофорами). Параллельно следует уделять внимание защите системы – как физической, так и информационной – чтобы гарантировать стабильную работу интеллектуальной транспортной сети (рис. 5).

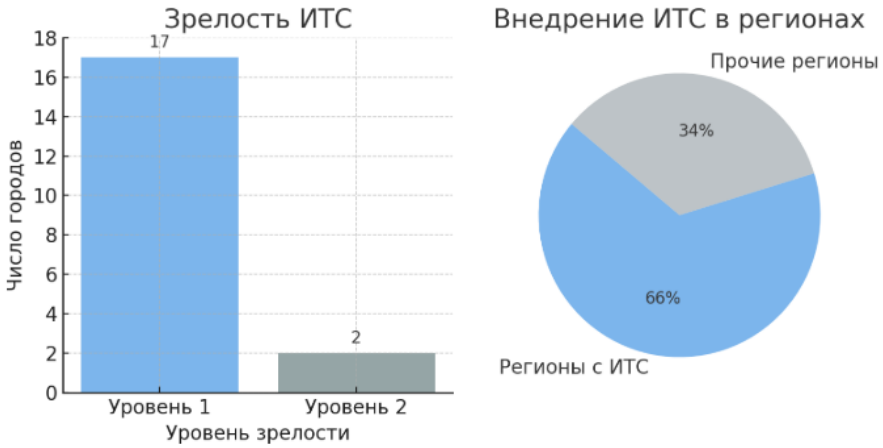


Рис. 5. Графики результатов Национального проекта по ИТС

ИТС в России находятся в стадии активного развития. По данным на 2024 год, минимальная конфигурация ИТС (первый уровень зрелости) реализована в 17 городах страны приказано на рис.5, более продвинутый уровень интеграции (второй уровень) – в 2 городах. Заключены соглашения о развёртывании ИТС с 56 субъектами РФ, работы ведутся в 62 городских агломерациях [14]. Это свидетельствует о постепенном внедрении умной транспортной инфраструктуры, направленной на повышение безопасности и эффективности дорожной сети. В перспективе объединение данных, алгоритмов и инженерных решений в рамках ИТС станет основой для создания устойчивых «умных» городов и регионов.

Список литературы

1. Российская академия транспорта. Влияние ИТС на безопасность дорожного движения в Москве [Электронный ресурс]. URL: https://rosacademtrans.ru/razvitie_its/ (дата обращения: 2024).

2. Ma X., Yu H., Wang Y., Wang Y. Large-scale transportation network speed prediction using deep convolutional neural networks // Sensors. 2017. Vol. 17, No. 4. P. 818.

3. Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An Incremental Improvement [Электронный ресурс]. URL: https://arxiv.org/abs/1804.02767 (дата обращения: 2024).

4. Ren S., He K., Girshick R., Sun J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks // Advances in Neural Information Processing Systems. 2015.

5. Lu H.-P., Cai S., Zhang Y., Xie C. Big data and its applications in urban intelligent transportation systems // Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology. 2015. Vol. 15, No. 5.

6. Тютюгин К.Д., Мокшин В.В. Анализ пересечения перекрестка с помощью компьютерного зрения // Вестник НЦ БЖД. 2023. № 4(58). С. 65–72.

7. Ghosh B., Basu B., O'Mahony M. Multivariate short-term traffic flow forecasting using time-series analysis // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. 2009. Vol. 10, No. 2. P. 246–254.

8. Sakurada M., Yairi T. Anomaly Detection Using Autoencoders with Nonlinear Dimensionality Reduction // MLSDA Workshop. 2014. 4 p.

9. Минтранс России. Результаты внедрения дорожных метеостанций в Казани [Электронный ресурс]. 2023. URL: https://mintrans.gov.ru/transport-news/11588 (дата обращения: 2024).

10. Golob T.F., Recker W.W. Relationships among urban freeway accidents, traffic flow, weather, and lighting conditions // Journal of Transportation Engineering. 2003. Vol. 129, No. 4. P. 342–353.

11. Chang L.-Y., Chen W.-C. Data mining of tree-based models to analyze freeway accident frequency // Journal of Safety Research. 2005. Vol. 36, No. 4. P. 365–375.

12. Росавтодор. Расширение системы «Свободного потока» на трассах М-4 и М-11 [Электронный ресурс]. 2021. URL: https://rosavtodor.gov.ru (дата обращения: 2024).

13. TAdviser. Интеллектуальная транспортная инфраструктура (ИТС) – из 2024 в 2025 [Электронный ресурс]. 2024. URL: https://tadviser.ru (дата обращения: 2024).

14. Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). Управление научно-технических исследований и информационных технологий. Конференции, выставки, семинары [Электронный ресурс]. URL: https://rosavtodor.gov.ru/about/upravlenie-fda/upravlenie-nauchno-tekhnicheskikh-issledovaniy--i-informatsionnykh-tekhnologiy/konferentsii-vystavki-seminary/708488 (дата обращения: 2024).

Сульжик С.А.
студент
saveliy.2k20@gmail.com
Научный руководитель: Апелинский Д.В.
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
apelinskiy_mami@mail.ru

РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИИ РОТОРНО-ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Аннотация. Статья посвящена анализу геометрии роторно-поршневых двигателей. Рассмотрены уравнения кривых, образующих формы статора и ротора, и различные параметры и их влияние на геометрию двигателя. Методологическая основа включает анализ математических кривых и составление описывающих их формул. Выведены уравнения для задания формы статора и ротора для двигателя Ванкеля. Полученные данные будут полезны для последующего расчета и проектирования двигателя Ванкеля.

Ключевые слова: двигатель Ванкеля; эпитрохоида; гипотрохоида; циклоидальные двигатели.

Sulzhik S.A.
Student
saveliy.2k20@gmail.com
*Scientific Advisor: Apeli**nsky D.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
apelinskiy_mami@mail.ru

CALCULATION OF THE GEOMETRY OF THE ROTARY PISTON ENGINE

Abstract. The article is devoted to the analysis of the geometry of rotary-piston engines. The equations of the curves forming the stator and rotor shapes and various parameters and their influence on the engine geometry are considered. The methodological basis includes the analysis of mathematical curves and the compilation of formulas describing them. Equations for specifying the shape of the stator and rotor for a Wankel engine are derived. The obtained data will be useful for the subsequent calculation and design of the Wankel engine.

Keywords: Wankel engine; epitrochoid; hypotrochoid; cycloidal engines.

Введение

В современном мире вопросы, связанные с роторными двигателями, приобретают особую актуальность. Стремительное развитие материаловедения позволяет исключить их ключевые недостатки, что позволяет посмотреть на эту категорию двигателей по-новому. Роторные двигатели имеют большую удельную мощность меньшие габариты по сравнению с поршневыми двигателями. Учитывая, что в автоспорте снаряжённый вес имеет большое значение, а пробег двигателя не будет значительным, то они идеально подходят для этой сферы.

Эта статья представляет собой первый шаг на пути к созданию роторного двигателя. В ней подробно рассмотрен процесс расчета геометрии циклоидальных двигателей эпитрохоидной схемы с внутренней огибающей, и ключевые параметры, которые влияют на их характеристики.

Цель научной работы: разработать программу для расчета геометрии циклоидальных двигателей эпитрохоидной схемы с внутренней огибающей.

Для достижения цели, использовался аналитический метод. Были изучены кривые, которые образуют двигатель, и составлены связанные уравнения, для написания параметризированной программы.

Анализ геометрии циклоидальных двигателей

На рисунке 1 приведена классификация циклоидальных двигателей. Согласно представленной классификации, все циклоидальные двигатели образуются двумя кривыми из класса циклоид: эпитрохоида и гипотрохоида.

В рассматриваемой категории статор имеет форму цилиндра с образующей эпитрохоидой, а ротор форму цилиндра с образующей гипотрохоидой.

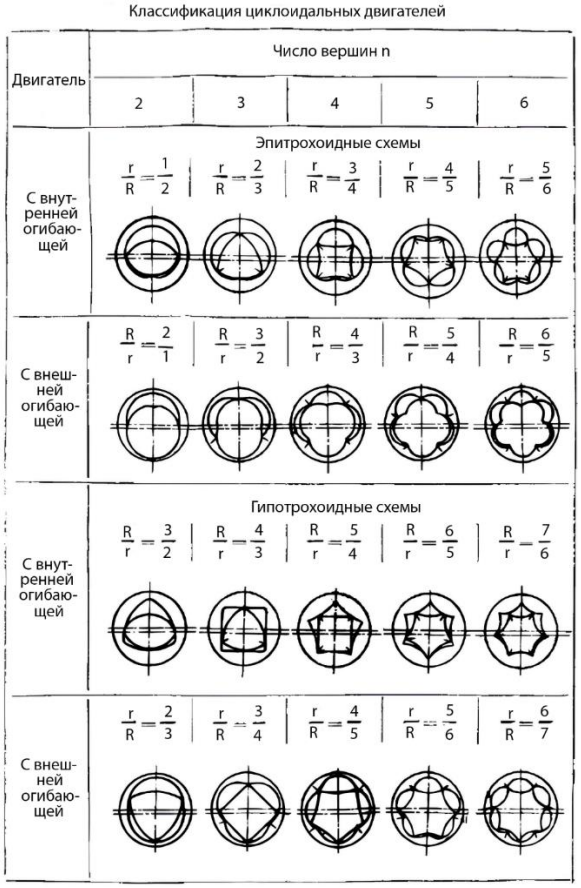


Рис. 1. Расчет эпитрохоиды

Эпитрохоида – это плоская кривая, которая образуется при движении точки, жёстко связанной с окружностью, катящейся по внешней стороне другой окружности.

Для построения данной кривой необходимо задать параметры:

d_s – эксцентриситет вала (плечо коленчатого вала),

n – число вершин ротора, для выбранной категории на 1 больше, чем у статора,

c – коэффициент «образующего» радиуса, влияет на геометрию эпитрохоиды (степень выпуклости), всегда больше или равно 1. Зависимость представлена на рисунке 2. Кривая в центре имеет параметр равный 1, а самая большая – 4.

Приняв значения для этих параметров, рассчитывается радиус, образующий эпитрохоиду (1):

$$R_s = n \cdot d_s \quad (1)$$

После чего составляется уравнение эпитрохоиды в параметрической форме (2):

$$x_s(t) = R_s \cdot \left(\frac{\cos(n \cdot t)}{n} - c \cdot \cos(t)\right) \quad (2)$$

$$y_s(t) = R_s \cdot \left(\frac{\sin(n \cdot t)}{n} - c \cdot \sin(t)\right)$$

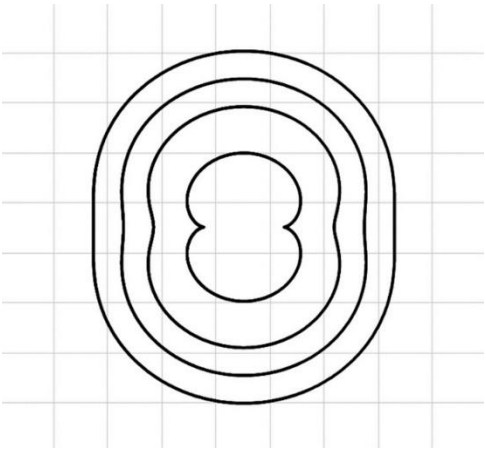


Рис. 2. Зависимость кривизны эпитрохоиды от параметра «c».

Расчет гипотрохоиды

Гипотрохоида– это плоская кривая, которая образуется при движении точки, жёстко связанной с окружностью, катящейся по внутренней стороне другой окружности.

Расчет гипотрохоиды технически не отличается от расчета эпитрохоиды, но в связи с необходимостью соответствия параметров этих кривых, ее расчет усложняется. С начала необходимо определить радиус ротора (3), соответствующий ранее построенной эпитрохоиде:

$$R_{rot} = k \cdot d_s, \quad (3)$$

где $k = 2 \cdot (n - 1) + 2 \cdot (c - 1) \cdot n$ – образующий коэффициент гипотрохоиды.

Важным замечанием является то, что радиус ротора это не прямая, это сумма расстояния от вершины ротора до его центра (4) и расстояния от грани ротора до его центра (5). Таким образом радиус ротора для нечетных многоугольников это прямая проведенная от вершины к противолежащей грани через центр, а для четных многоугольников – это ломаная от вершины до центра и от цента до грани.

$$a_{rot} = \frac{d_s \cdot (k + 2)}{2} \quad (4)$$

$$b_{rot} = \frac{d_s \cdot (k - 2)}{2} \quad (5)$$

Далее, нужно рассчитать при каком значении k ротор будет иметь форму правильного многоугольника. Для этого b_{rot} принимается равным радиусу вписанной окружности и a_{rot} равным радиусу описанной окружности. Затем определяется их отношение, которое должно быть равно отношению этих величин для n-угольника:

$$a_{rot} = b_{rot} \cdot Y, \tag{6}$$

где $Y = \frac{1}{\cos(\pi/n)}$ – отношение радиуса описанной окружности к радиусу вписанной окружности в n-угольнике.

Из уравнений 4, 5 и 6 получаем коэффициент k_0 (7) при котором ротор, будет правильным многоугольником. При меньших значениях форма ротора будет впуклой, при больших – выпуклой:

$$k_0 = \frac{-2 - 2 \cdot \cos(\pi/n)}{\cos(\pi/n) - 1} \tag{7}$$

После чего можно переходить к расчету радиусов образующих гипотрохоиду:

$$R_r = \frac{2 \cdot n \cdot b_{rot}}{\kappa \cdot (k - k_0)}, \tag{8}$$

где $\kappa = \frac{4-2 \cdot n}{(2 \cdot (n-1) - k_0)}$ – уточняющий коэффициент.

$$r_r = \frac{R_r}{n}$$

$$d_r = R_r - r_r + b_{rot}$$

Завершив расчеты радиусов, образующих гипотрохоиду, составляется ее параметрическое уравнение (9):

$$x_r(t) = (R_r - r_r) \cdot \cos(t) - d_r \cdot \cos\big((n-1) \cdot t\big) - d_s \tag{9}$$

$$y_r(t) = (R_r - r_r) \cdot \sin(t) - d_r \cdot \sin\big((n-1) \cdot t\big).$$

Изменение кривизны гипотрохоиды от коэффициента *c* аналогично изменению эпитрохоиды. Данная зависимость представлена на рисунке 3.

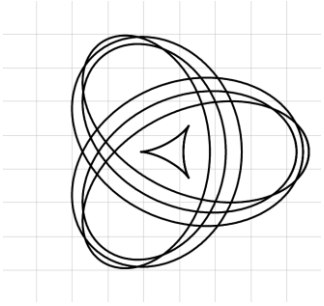


Рис.3. Зависимость кривизны гипотрохоиды от параметра «c».

Заключение

Итогом проведенной работы стала программа, содержащая вышеприведенные формулы, и способная построить контуры эпитрохоиды и гипотрохоиды подходящие друг к другу. Данная программа отлично подходит для расчета геометрии двигателя Ванкеля, а для остальных конфигураций выбранной категории требуется введение небольшого поправочного коэффициента в формулу (8). Конфигурация циклоидального двигателя эпитрохоидной схемы с внутренней огибающей и количеством вершин ротора равном 2 не может быть рассчитана данной программой в связи с отсутствием правильного многоугольника с числом вершин равным 2.

Необходимость данного расчета заключается в получении параметрических уравнений (2) и (9). С их помощью можно выполнить дальнейший расчет двигателя, рассчитав объемы и определив степень сжатия.

Список литературы

1. Бениович В.С., Апазиди Г.Д., Бойко А.М. Рото-поршневые двигатели, 1968.
2. Kenichi Yamamoto, Rotary Engine, 1981.
3. John B. Hege, The Wankel Rotary Engine, 2002.

Ларяков В. С., Ким А. С.
студенты
Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
Россия, Москва
laryakovvaleriy@gmail.com, 1032214193@pfur.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНОЙ ФОРСУНКИ НА ОСНОВЕ УЧЕТА ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССОВ КАВИТАЦИИ

Аннотация. Производительность топливных форсунок имеет решающее значение для определения эффективности работы двигателя внутреннего сгорания и снижения выбросов. В этой работе представлены результаты исследований, проведенные авторами статьи «Optimization of a Diesel Injector Nozzle» Yaofei Zhang, Guoxiang Li и Shuzhan Bai. Модель многофазного потока VOF, используемая в сочетании с кавитационным методом Шнерра-Зауэра и моделью турбулентности K-Epsilon были использованы для изучения процессов распылителя форсунки в зависимости от соответствующих конструктивных параметров, таких как диаметр и длина распылительного отверстия.

Ключевые слова: дизельная форсунка; кавитация; конструктивный параметр; цифровое моделирование.

Laryakov V. S., Kim A.S.
Students

Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia,
Russia, Moscow
laryakovvaleriy@gmail.com, 1032214193@pfur.ru

DIESEL NOZZLE EFFICIENCY OPTIMIZATION BASED ON THE EFFECT OF CAVITATION PROCESSES

Abstract. The performance of fuel injectors is critical in determining the efficiency and emissions of internal combustion engines. This study presents the research results conducted by the authors of «Optimization of a Diesel Injector Nozzle» paper Yaofei Zhang, Guoxiang Li and Shuzhan Bai. Multiphase simulations based on the VOF (Volume of Fluid) approach, used in synergy with the cavitation Schnerr-Sauer method and the K-Epsilon turbulence model, have been conducted to study the behavior of an injector nozzle as a function of relevant structural parameters such as the spray hole diameter and length.

Keywords: Diesel nozzle; cavitation; structural parameter; numerical simulation.

Введение

Снижение расхода топлива и чистота выбросов постепенно стали основными факторами, которые следует учитывать при проектировании дизельных двигателей, отвечающих стандартам энергосбережения и защиты окружающей среды [9]. Электронную систему впрыска топлива common rail можно сравнить с сердцем и мозгом двигателя внутреннего сгорания. Она рассматривается как знаковая технология для повышения экономии топлива и сокращения выбросов загрязняющих веществ. Распылитель форсунки влияет на точность и стабильность впрыска топлива и является наиболее важным компонентом системы common rail. Явление кавитации создает двухфазный поток в форсунке с высокой турбулентностью и сильным сжатием.

Типы кавитации значительно отличаются при различных условиях использования топлива и этапах процесса. Явление кавитации, вызванной формой распылителя, часто возникает при сжатии потока и прохождении через зону низкого давления, а также при дальнейшем расширении у выхода распыляющего отверстия. Другой тип линейной кавитации, струнная кавитация, приводит к сильному завихрению в потоке и центральной зоне низкого давления.

Оптимизированная конструкция распыляющего отверстия

В качестве переменных для моделирования были выбраны давление впрыска, диаметр и длина распылительного отверстия. Исходя из изначальных параметров конструкции распылителя, диаметр отверстия D принимался равным 0,12, 0,18 и 0,20 мм, длина отверстия L составляла 0,5, 1,2 и 1,5 мм, а радиус галтели на входе отверстия r составлял 0, 0,012 и 0,024 мм.

При максимальном подъеме иглы в качестве граничных условий для моделирования были выбраны различные давления впрыска, результаты

распределения давления в отверстии показаны на рис. 1. Массовый расход на выходе одного отверстия показан на рис. 2, а массовый расход, упомянутый далее, является массовым расходом одного отверстия. При его расчете неравномерность каждого отверстия распылителя не учитывается. Объемная доля паров топлива при различных давлениях впрыска показана на рис. 3.

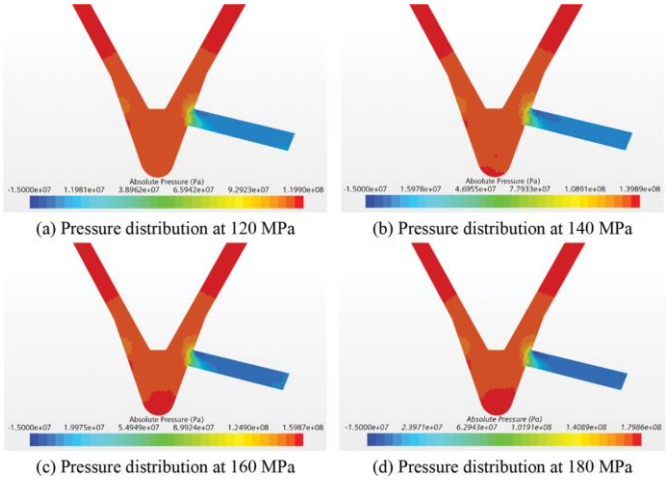


Рис. 1. Распределение давления в отверстии при различных давлениях впрыска

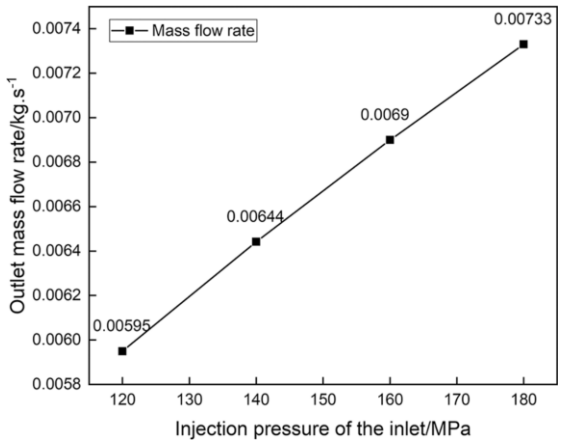


Рис. 2. Массовый расход при различных давлениях впрыска

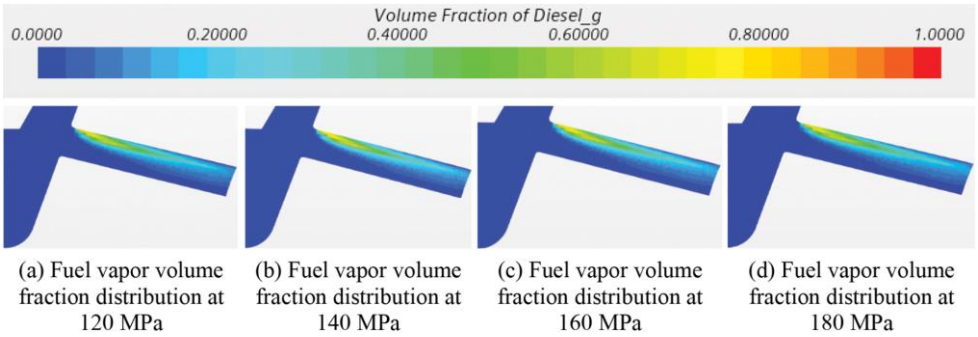


Рис. 3. Объемная доля паров топлива при различных давлениях впрыска

При давлении впрыска 120 МПа у входа в распылительное отверстие формируется небольшая зона отрицательного давления, которая сокращается при росте давления, но расширяется к выходу. Увеличение давления

впрыска повышает скорость потока топлива. При сужении полезной площади на входе в отверстие статическое давление падает, облегчая зарождение кавитации.

Как видно из рис. 1, рост давления впрыска со 120 до 180 МПа увеличивает массовый расход на выходе на 23,19%, подтверждая положительное влияние высокого давления на объем впрыскиваемого топлива за счет роста скорости истечения.

Рис. 2 демонстрирует, что при максимальном подъеме иглы кавитация при всех давлениях переходит в суперкавитационный поток, распространяющийся до выхода из отверстия. Объемная доля паров топлива и их распределение остаются практически неизменными, что указывает на стабилизацию суперкавитации, дальнейшее повышение давления на которую не влияет.

При фиксированных структурных параметрах распылителя и давлении 160 МПа (рис. 4-6) проанализированы зависимости распределения давления, массового расхода и объемной доли паров топлива от диаметра отверстий.

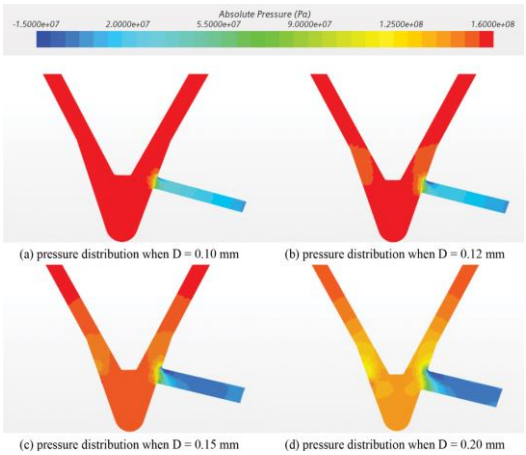


Рис. 4. Распределение давления для различных диаметров распылительного отверстия

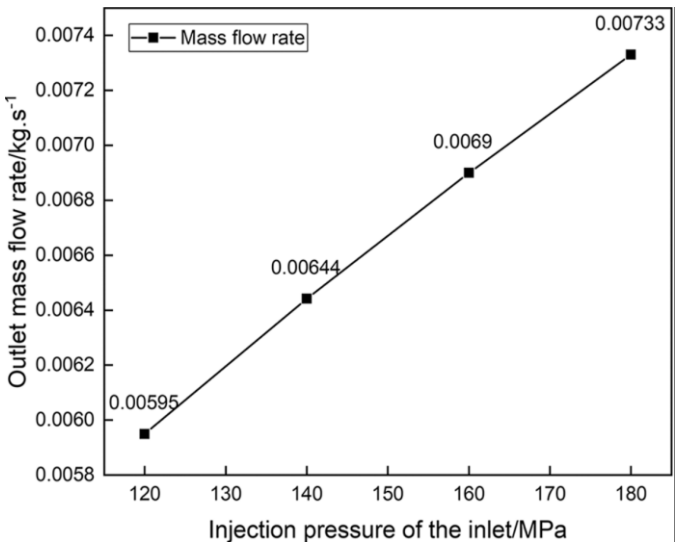


Рис. 5. Массовый расход при различных диаметрах распылительного отверсти

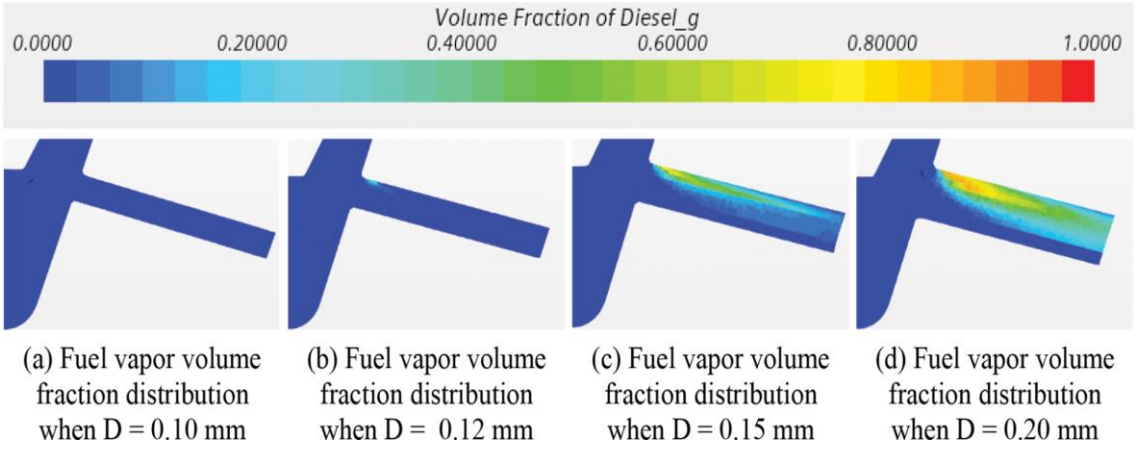


Рис. 6. Объемная доля паров топлива при различных диаметрах распылительного отверстия

При диаметре распылительного отверстия D = 0,10 мм зона отрицательного давления возникает лишь у входного угла, постепенно расширяясь к выходу. С ростом диаметра отрицательное давление усиливается: внутри малых отверстий давление выше, что снижает риск кавитации.

Как видно из графиков, увеличение диаметра с 0,10 до 0,20 мм повышает массовый расход на 243,23%, улучшая подачу топлива. Однако из-за кавитации эффективная площадь потока сокращается, уменьшая реальный расход.

При максимальном подъеме иглы кавитация усиливается с ростом диаметра и доли паров топлива. Для D = 0,10 мм кавитация отсутствует; при 0,12 мм наблюдаются нестабильные локальные зоны у входа. В крупных отверстиях кавитация охватывает значительную область, распространяясь вдоль стенок к выходу. Это подтверждает, что малый диаметр подавляет кавитацию, но ограничивает расход.

Данные расчетов (рис. 7-9) демонстрируют распределение давления, массового расхода и паровой фракции при разных длинах отверстия при фиксированном давлении впрыска 160 МПа и неизменной конструкции распылителя.

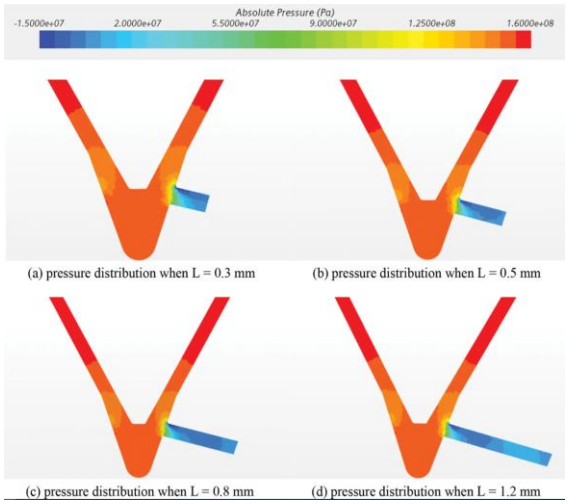


Рис. 7. Распределение давления для различных длин распылительного отверстия

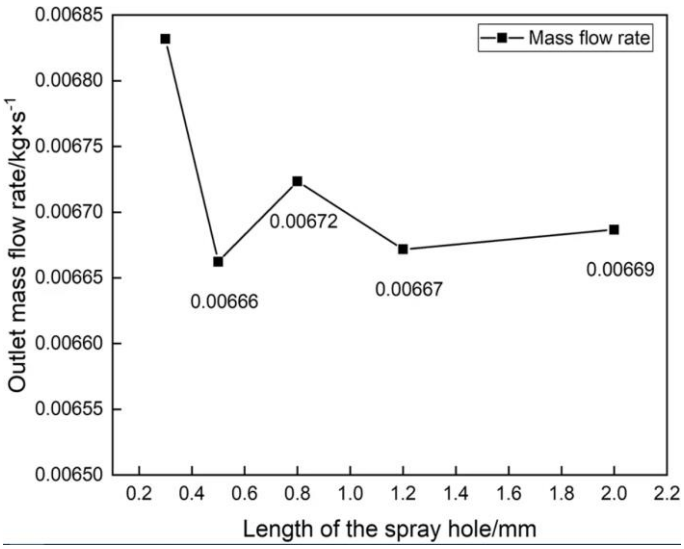


Рис. 8. Массовый расход при различной длине распылительного отверстия

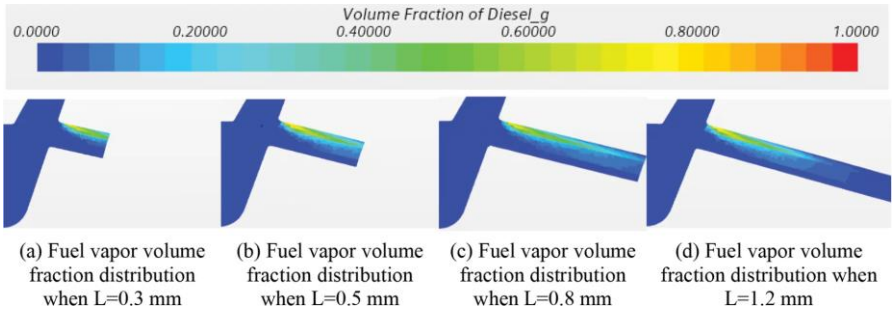


Рис. 9. Объемная доля паров топлива при различной длине распылительного отверстия

При максимальном подъеме иглы в распылительных отверстиях возникает зона отрицательного давления. Чем меньше отношение длины отверстия к диаметру (L/d), тем обширнее эта зона и выше градиент давления. Короткие отверстия снижают энергопотери, ускоряя истечение топлива: меньшее статическое давление усиливает градиент.

Как видно из рис. 8, массовый расход падает с увеличением L, стабилизируясь при дальнейшем росте. Удлинение отверстия с 0,3 до 2,0 мм снижает расход на 2,05%, подтверждая, что увеличение L не повышает объем впрыска.

При L < 1,2 мм в отверстии формируется суперкавитационный поток, развивающийся вдоль верхней стенки. Малые L из-за высокого градиента давления провоцируют кавитацию, увеличивая долю паров топлива (рис. 15). В длинных отверстиях выше потери энергии и статическое давление, что подавляет кавитацию. Таким образом, удлинение отверстий эффективно снижает кавитацию и оптимизирует поток.

При давлении впрыска 160 МПа и неизменных параметрах распылителя результаты расчета для разных радиусов галтели отверстий представлены на рис. 10-12 (распределение давления, массовый расход, доля паров).

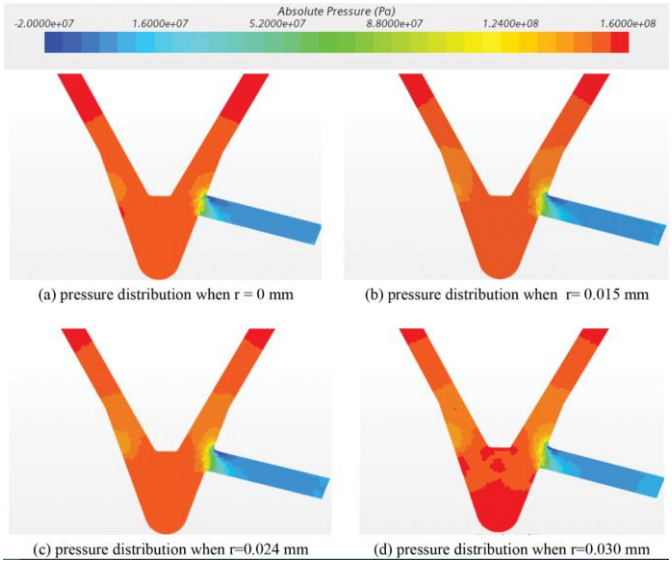


Рис. 10. Распределение давления для различных радиусов скругления распылительного отверстия

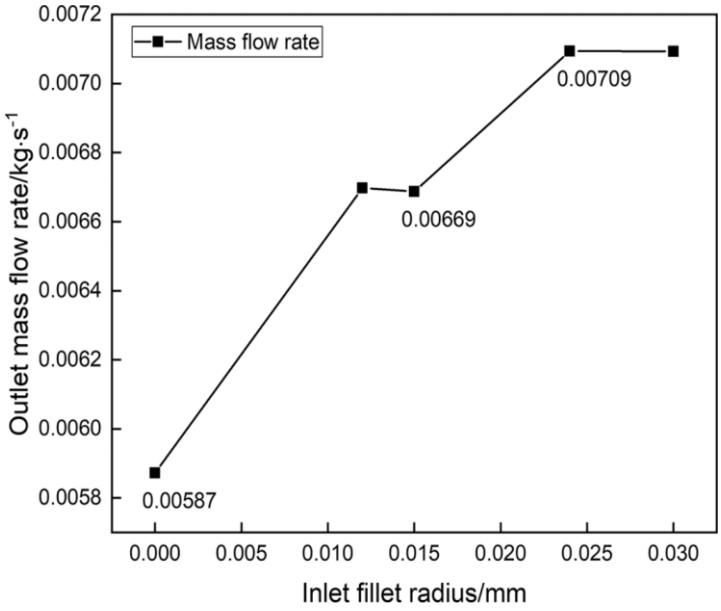


Рис. 11. Массовый расход при различных радиусах скругления распылительного отверстия

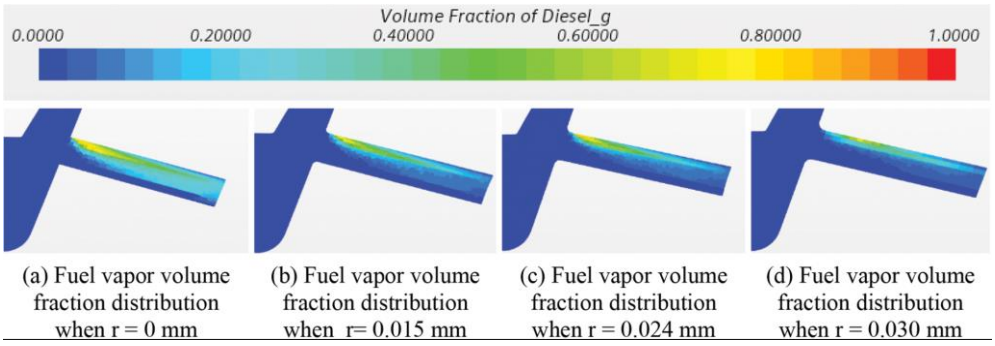


Рис. 12. Объемная доля паров топлива при различных радиусах скругления распылительного отверстия

При максимальном подъеме иглы кавитация возникает на границе зоны отрицательного давления распылительного отверстия. Без скругления (r = 0 мм) наблюдаются повышенные локальные потери и градиент давления. С увеличением радиуса скругления область отрицательного давления сокращается, а его величина растет.

При росте r с 0 до 0,024 мм массовый расход увеличивается на 20,78% (с 0,00587 до 0,00709 кг/с), что подтверждает влияние скругления на производительность. Кавитация, зарождаясь на входе, распространяется вдоль стенки, формируя суперкавитационный поток. Без скругления (r = 0 мм) кавитация заполняет почти весь объем отверстия, увеличивая долю паров топлива. С увеличением r зона кавитации сужается, её интенсивность снижается, а полезная площадь потока расширяется, что повышает массовый расход.

Для оптимизации параметров (радиус скругления входа, диаметр и длина отверстия) выбраны целевые показатели: увеличение расхода топливовоздушной смеси и снижение доли паров. Это снижает кавитационную коррозию и улучшает надежность дизельных двигателей. Факторы исследуются на трех уровнях с использованием ортогональной таблицы L9(3^4).

Данные для расчетов представлены на рисунке 13.

A - диаметр отверстия распылителя, мм	B - длина отверстия распылителя, мм	C - радиус скругления, мм
A-spray hole diameter (mm)	B-spray hole length (mm)	C-inlet fillet radius (mm)
0.12	0.40	0.020
0.14	0.70	0.024
0.16	1.00	0.028

Рис.13. Данные испытаний

Моделирование проводилось в соответствии с методом ортогональных массивов с условиями, равными 160 МПа на входе в распылительное отверстие и 1,75 МПа обратного давления. Результаты представлены на рисунке 14.

Номер испытания	Фактор			Результаты моделирования	
Test	Factor			Simulation results	
	Диаметр отверстия, мм A spray hole diameter (mm)	Длина отверстия, мм B spray hole length (mm)	Радиус скругления, мм C inlet fillet radius (mm)	Массовый расход Outlet flow rate ($kg.s^{-1}$)	Объем паров топлива Fuel vapor volume (10^{-13} m^3)
1	0.12	0.40	0.020	0.00474	10.69
2	0.12	0.70	0.028	0.00474	1.09
3	0.12	1.00	0.024	0.00458	1.09
4	0.14	0.40	0.028	0.00637	24.46
5	0.14	0.70	0.024	0.00633	42.80
6	0.14	1.00	0.020	0.00615	45.49
7	0.16	0.40	0.024	0.00789	61.65
8	0.16	0.70	0.020	0.00769	120.35
9	0.16	1.00	0.028	0.00798	111.21

Рис. 14. Результаты моделирования

Для получения оптимальной геометрии конструкции, данные были обработаны с помощью метода анализа диапазонов, чтобы вывести порядок влияния каждого фактора на показатели. Результаты приведены на рисунке 15 после усреднения каждого показателя, соответствующего каждому фактору на соответствующем уровне, и последующего нахождения диапазона.

Показатели

Indicators		A Spray hole diameter (mm)	B Spray hole length (mm)	C Inlet fillet radius (mm)
Outlet flow rate ($kg.s^{-1}$)	$\overline{K_{1j}}$	0.00469	0.00633	0.00619
Массовый расход	$\overline{K_{2j}}$	0.00628	0.00625	0.00627
	$\overline{K_{3j}}$	0.00785	0.00624	0.00636
Оптимальный уровень	R_j	0.00316	0.00009	0.00017
Optimal level		A3	B1	C3
Fuel vapor volume (10^{-13} m^3)	$\overline{K_{1j}}$	4.29	32.27	58.84
	$\overline{K_{2j}}$	37.58	54.75	35.18
Объем паров топлива	$\overline{K_{3j}}$	97.74	52.60	45.59
	R_j	93.45	22.48	23.66
Optimal level		A1	B1	C2

Рис. 15. Результаты анализа диапазона

Из диапазона каждого показателя на рисунке 15 с учетом различных факторов мы можем получить величину каждого показателя, на который влияет определенный фактор. Массовый расход зависит от следующих факторов в порядке убывания: диаметр отверстия (A), радиус скругления (C) и длина отверстия (B); объем паров топлива – от диаметра отверстия (A), радиуса скругления (C) и длины отверстия (B).

Для массового расхода чем больше значение, тем лучше; а для объема паров топлива чем меньше значение, тем лучше; соответствующие уровни различных факторов отмечены в таблице 3. Влияние фактора A на массовый расход и объем паров топлива заключается в том, что с увеличением диаметра отверстия увеличивается и массовый расход, объем паров также быстро увеличивается.

При увеличении значения диаметра с 0,12 мм уровня A1 до 0,16 мм уровня A3, массовый расход увеличивается на 67,38%, а объем паров топлива, из-за очень малого порядка возрастания, в большей мере зависит от влияния диаметра отверстия на массовый расход, и уровень A3 принимается в качестве оптимального. Для фактора C оптимальный уровень массового расхода и объема паров топлива отличается, при увеличении его значения с 0,0024 мм C2 до 0,0028 мм C3, массовый расход увеличивается на 1,44%, а объем паров топлива – на 29,59%. Радиус скругления оказывает большее влияние на объем паров топлива, поэтому в качестве оптимального уровня фактора C выбран C2. Таким образом, были получены наиболее оптимальные параметры конструкции распылителя: диаметр D = 0,16 мм, длина L = 0,4 мм, радиус скругления r = 0,024 мм. Поскольку давление впрыска ока-

зывает большое влияние на параметры потока и объем паров топлива в распылителе, параметры потока сравниваются при разных давлениях (140, 160 МПа). Результаты представлены на рисунке 16.

Давление впрыска, МПа	Структура распылителя		
Injection pressure (MPa)	Structure	Outlet flow rate ($kg.s^{-1}$)	Fuel vapor volume (10^{-13} m^3)
120	Original	0.00595	93.89
	Optimized	0.00675	63.10
140	Original	0.00644	94.84
	Optimized	0.00730	63.19
160	Original	0.00690	95.46
	Optimized	0.00782	63.45
	Изначальная Модернизированная		

Рис. 16. Характеристики до и после оптимизации при различных давлениях впрыска

При давлении впрыска 160 МПа и обратном давлении 1,75 МПа после оптимизации конструкции массовый расход увеличился на 13,33%, объем паров топлива уменьшился на 33,53%, улучшились параметры потока распылителя, ослабло явление кавитации внутри распылительного отверстия.

Выводы

(1) При подъеме иглы на среднюю высоту в распылителе одновременно возникают кавитация, вызванная формой распылителя, и струнная кавитация отверстия, сравнивается и анализируется возникновение обоих типов кавитации. Хотя состояние струнной кавитации отверстия нестабильно при низком давлении впрыска, она возникает относительно проще. При том же подъеме иглы повышение температуры топлива способствует развитию струнной кавитации отверстия распылителя, структура которой остается более стабильной.

(2) Малые размеры распылителя ограничивают пространство для потока топлива. Поэтому, когда кавитация, вызванная формой распылителя, и струнная кавитация отверстия возникают одновременно, неизбежно их взаимодействие. После того, как на входе в отверстие зарождается струнная кавитация, она легко притягивается зоной кавитации, вызванной формой распылителя, около зоны сжатия на входе отверстия. Вихревая структура в начале струнной кавитации разрушается, и зона вихревой структуры снова достигает состояния зарождения кавитации при пульсации потока топлива.

(3) В условиях высоких температур низкая вязкость топлива ослабляет кавитацию отверстия, что отражается на структуре кавитации при внешнем воздействии. Следовательно, облачная кавитация, которая образуется из конца кавитации, вызванного формой распылителя, нарушает струнную кавитацию отверстия.

(4) В случае слабой интенсивности кавитации наблюдается периодическое изменение между струнной кавитацией, вызванной иглой распылителя, и кавитацией, вызванной формой распылителя. Нестабильность кавитации способствует распределению топлива в пространстве, тем самым повышая однородность топливовоздушной смеси и улучшая ее распыление.

(5) С помощью метода ортогональных массивов и анализа диапазонов была оптимизирована структура распылителя. После оптимизации массовый расход топлива увеличился на 13,33 %, объем паров топлива уменьшился на 33,53 %, улучшились параметры потока, а интенсивность возникающей кавитации снизилась. Также результаты при других давлениях впрыска показывают, что оптимизированная конструкция обладает определенной универсальностью.

Список литературы

1. Ванг С, Адамс М, Джин Т. Аналитическая модель эксцентрического движения иглы дизельной форсунки // Int J Engine Res. 2022. № 23. с. 469–481.
2. Ватанабе Х., Нишикори М., Хаяси Т. Визуальный анализ взаимосвязи между вихревым потоком и образованием кавитации в распылителе форсунки дизельного двигателя // Int J Engine Res. 2015. № 16. с. 5–12.
3. Ке Ю, Яо Ч, Сонг Е. Метод ранней диагностики неисправностей форсунки common-rail на основе улучшенного метода CYCBD и иерархической энтропии дисперсии флуктуаций // Digit Signal Process. 2021. № 114.
4. Марков В., Са Б., Камалтдинов В. Исследование влияния геометрии проходного сечения распылителя форсунки дизельного двигателя на параметры процесса впрыска и характеристики двигателя // Energy Sci Eng. 2022. № 10: с. 552–577.
5. Оптимизация форсунки дизельного двигателя / Чжан, Й., Ли, Г., Бай, С., [и др.]. // Fluid Dynamics & Materials Processing. № 19(11), с. 2933-2951.
6. Пайри Ф., Бермудес В., Пайри Р. Влияние кавитации на внутренний поток и характеристики распыла в форсунках дизельных двигателей // Fuel. 2004. № 83. с. 419-431.
7. Сальвадор Ф.Ж., Лопес Ж.Х., Де ла Морена Ж. Экспериментальное исследование влияния угла наклона отверстий в многодырчатых распылителях форсунок дизельных двигателей. Часть 1 – Гидравлические характеристики // Fuel. 2018. № 213. с. 207–214.
8. Сальвадор Ф.Ж., Мартинес-Лопес Х., Кабальер М. Исследование влияния подъема иглы на внутренний поток и явление кавитации в распылителях дизельных форсунок методом CFD с использованием RANS // Energy Convers Manag. 2013. № 66. с. 246–256.
9. Тагавифар Х., Халилария С., Джафармадар С. Прогнозирование характеристик распыления топлива в дизельном двигателе с помощью гибридной нейронной сети, оптимизированной генетическим алгоритмом // Energy. № 71. с. 656–664.
10. Томохиро Х., Икемото М. Визуализация внутреннего потока и формирования распыла с помощью дизельной форсунки действительного размера // 12-я трехгодичная международная конференция по распылению жидкостей и распылительным системам, изд-во ICLASS, 2012; № 52. с. 11-16.
11. Федоров К., Динеш К., Сунь Х. Синергетические эффекты гибридных усовершенствованных процессов окисления (УПО), основанных на явлении гидродинамической кавитации // Chem Eng J. 2022. № 432.
12. Хоанг АТ. Поведение топлива при сгорании, производительность и характеристики выбросов дизельного двигателя, заправленного биодизельным топливом, содержащим наночастицы оксида церия // Fuel Process Technol. 2021. с. 218.

13. Цао Т., Хэ Ц., Ван Ж. Исследование явления кавитации при различных температурах топлива в дизельных форсунках // Advances in Mechanical Engineering. 2023. № 15(10).

Хасанов М.В., Шаброва Ю.А.
студенты
Научный руководитель: ***Слесарева И.И.***
преподаватель
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ГИБРИДНОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ СПОРТИВНОГО ПРОТОТИПА ДЛЯ КОЛЬЦЕВЫХ ГОНОК НА ВЫНОСЛИВОСТЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ

Аннотация. Разработана гибридная силовая установка (ГСУ) для спортивного прототипа класса CN, объединяющая модифицированный двигатель ВАЗ-21126 с электрической системой на основе синхронного электродвигателя Emrax 188. Проект реализуется в условиях глобального тренда на снижение углеродного следа в соответствии со стратегией FIA Environmental Strategy 2020-2030, а также ориентирован на исследование перспектив использования решений от местных производителей. Виртуальные испытания на симуляторе показали улучшение времени прохождения круга на 0,2 – 1 секунду по сравнению с версией без электропривода.

Ключевые слова: гибридная силовая установка; электрическая силовая передача; спортивный прототип; отечественные компоненты; автоспорт.

Khasanov M.V., Shabrova Yu.A.
Students
Scientific Advisor: ***Slesareva I.I.***
Lecturer
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF A HYBRID POWER UNIT OF A SPORTS PROTOTYPE FOR ENDURANCE CIRCUIT RACING USING DOMESTIC COMPONENTS

Abstract. A hybrid power unit (HPU) for a CN-class sports prototype has been developed, integrating a modified VAZ-21126 engine with an electric propulsion system based on the Emrax 188 synchronous electric motor. The project aligns with the global trend toward reducing carbon emissions in accordance with the FIA Environmental Strategy 2020–2030 and focuses on exploring the potential of adopting solutions from domestic manufacturers. Virtual testing

on a simulator demonstrated a lap time improvement of 0.2 to 1 second compared to the non-hybrid version.

Keywords: hybrid power unit; electric propulsion system; sports prototype; domestic components; motorsport.

Современные тренды в автомобилестроении демонстрируют устойчивую тенденцию движения в сторону экологически чистых технологий, что напрямую отражается в стратегических документах международных организаций. Стратегия FIA Environmental Strategy 2020-2030 [2] устанавливает амбициозные цели по снижению углеродного следа в автоспорте, что формирует запрос на инновационные технические решения с улучшенными экологическими показателями. Гибридные силовые установки (далее – ГСУ), объединяющие работу двигателя внутреннего сгорания с электромотором, становятся не просто альтернативой, а новым стандартом в индустрии высокоскоростных транспортных средств.

Автоспорт исторически выступает в роли уникальной испытательной площадки для передовых технологий, позволяя оценить эффективность и надежность новых решений в экстремальных условиях эксплуатации. Такие престижные гоночные серии как Формула 1 и Международная серия гонок на выносливость не только внедрили гибридные технологии, но и сделали их обязательным компонентом современных спортивных автомобилей, что свидетельствует о зрелости и эффективности данных решений. В истории много примеров, которые показывают, что технологии, отработанные на гоночных треках, впоследствии успешно интегрируются в массовое производство.

Инициативный проект Московского Политеха направлен на разработку спортивного прототипа класса CN [1] с использованием ГСУ, что соответствует глобальным трендам и позволяет сформировать технологический задел для российского автопрома. Особую значимость проекту придает ориентация на использование отечественных компонентов и локализацию производства, что крайне актуально в условиях технологической трансформации транспортной отрасли.

Данная статья анализирует процесс разработки гибридной силовой установки для спортпрототипа FDR12, фокусируясь на инженерных решениях, примененных при интеграции двигателя внутреннего сгорания и электрической трансмиссии, а также на результатах численного моделирования эффективности созданной системы.

Методология и технические решения. При выборе базового двигателя для ГСУ спортивного прототипа рассматривались различные варианты, включая ВАЗ-21126, PSA 1.6, Honda K24/K20. Анализ производился по комплексу параметров, включая доступность запчастей, потенциал доработки и надежность в экстремальных условиях. На основании этих крите-

риев, а также с учетом предыдущего успешного опыта работы с данным агрегатом на спортивном прототипе Fenix того же класса CN, был выбран двигатель ВАЗ-21126.

Модификация выбранного двигателя включала ряд существенных доработок, направленных на повышение мощностных характеристик и обеспечение надежности при высоких нагрузках:

–Расточка блока цилиндров на +0,5 мм;

–Установка кованых поршней и шатунов для повышения прочностных характеристик;

–Внедрение масляных форсунок охлаждения поршней;

–Разработка и установка системы турбонаддува на базе турбокомпрессора Garrett GTX2860R.

Система турбонаддува была спроектирована с учетом рабочего диапазона оборотов двигателя (4000-8000 об/мин) и требуемых характеристик наддува. Для регулирования давления наддува был внедрен вестгейт Tial MV-R, позволяющий управлять наддувом как механически (с помощью пружины), так и электронно через бустконтроллер. Такое решение обеспечивает оптимальные характеристики двигателя во всем рабочем диапазоне. В результате модификаций на двигателе ВАЗ-21126 удалось достичь мощности 336 л.с. без рестриктора и 288 л.с. с рестриктором 33 мм, что существенно превзошло характеристики серийной версии и обеспечило необходимую динамику для спортивного прототипа.

Разработка электрической составляющей гибридной силовой установки. Подбор электродвигателя. После анализа различных типов электродвигателей для гибридной системы был выбран синхронный трехфазный электродвигатель переменного тока на постоянных магнитах (PMSM). Выбор обусловлен оптимальным соотношением мощностных характеристик, массы и габаритов для интеграции в спортивный прототип. Согласно проведенным симуляциям, оптимальные параметры электродвигателя были определены как: мощность – 60 кВт, максимальный крутящий момент – 100 Н*м.

При поиске поставщиков в России столкнулись с проблемой отсутствия подходящих решений для использования в ГСУ с требуемыми характеристиками. В результате поисков среди зарубежных предложений, был выбран электродвигатель Emrax 188 на 330В, обеспечивающий необходимые параметры при массе до 10 кг и компактных габаритах (диаметр – 188 мм, длина – 79 мм).

Для преобразования постоянного тока батареи в переменный, необходимый для работы электродвигателя, был интегрирован инвертор. Он также выполняет функцию управления крутящим моментом и скоростью вращения электромотора путем изменения напряжения и частоты, а в режиме рекуперативного торможения обеспечивает обратное преобразование энергии и ее накопление в батарее. После рассмотрения российских производителей (Рубрукс, ИРЗ) не удалось найти подходящее решение с требуемыми пара-

метрами (вес менее 8 кг, мощность от 60 кВт, жидкостное охлаждение), поэтому был выбран инвертор DTI HV-550 с жидкостным охлаждением массой 6,8 кг и номинальной мощностью до 320 кВт.

Проектирование аккумуляторной системы. В качестве накопителя энергии для ГСУ после сравнения характеристик ионисторов (суперконденсаторов) и различных типов аккумуляторов были выбраны литий-титанатные ячейки (LiTiO) производства Toshiba. Данный выбор обусловлен требованиями к быстрой зарядке в режиме рекуперации и быстрому разряду при передаче мощности, а также относительно низкой массой.

Для компенсации недостатков литий-титанатных ячеек, включая относительно низкое напряжение каждой ячейки и критичность к температурному режиму (рабочий диапазон -30°C – +75°C), была разработана активная жидкостная система охлаждения. Расчет системы охлаждения проводился в программном комплексе COMSOL Multiphysics. Результаты симуляции показали, что даже при часовой работе при температуре окружающей среды +30°C максимальная температура ячеек не превысит 59°C, что обеспечивает оптимальные условия функционирования батареи.

Для управления батареей была интегрирована система BMS (Battery Management System), контролирующая равномерность заряда всех ячеек и отключающая батарею при достижении критических параметров. Для 144 ячеек батареи использовались 13 модулей BMS Logic 12 российской компании Movicom для пассивной балансировки, а также одна плата BMS Main 2.1 для координации их работы. [3]

Разработка механического соединения электродвигателя с трансмиссией. Важным аспектом реализации ГСУ стала передача крутящего момента от электродвигателя к трансмиссии. После рассмотрения нескольких вариантов оптимальным решением было выбрано соединение электродвигателя с коленчатым валом через упругую полумуфту, установленную на шестерне ремня газораспределительного механизма. Для обеспечения правильной центровки и передачи высокого крутящего момента было выбрано трехгранное полигональное сечение муфты. Тестирование показало, что даже прототипы муфты, изготовленные из пластика, выдерживали крутящий момент до 45 Нм, а металлические образцы – до 300 Нм.

Результаты и их анализ. Проведенные симуляции продемонстрировали значительный потенциал разработанной гибридной силовой установки для спортивного прототипа. Согласно полученным данным, внедрение электропривода позволило сократить время прохождения круга на 0,2–1 секунду в сравнении с аналогом, оснащенным только двигателем внутреннего сгорания. Этот результат подтверждает эффективность выбранной концепции и оптимальность технических решений.

Одним из ключевых преимуществ разработанной ГСУ является оптимальное сочетание мощности двигателя внутреннего сгорания (до 336 л.с. без рестриктора) с дополнительными 60 кВт (около 80 л.с.) электрической

мощности. Такая комбинация обеспечивает существенное улучшение динамических характеристик автомобиля при сохранении относительно низкой массы агрегатов.

Особую ценность представляет разработанная система управления ГСУ, позволяющая оптимально распределять нагрузку между двигателем внутреннего сгорания и электромотором в зависимости от режима движения. Интеграция рекуперативного торможения через инвертор DTI HV-550 значительно повышает энергоэффективность всей системы, особенно в условиях кольцевых гонок с частыми торможениями.

Перспективы внедрения отечественных компонентов. Проект демонстрирует возможность создания высокотехнологичной гибридной силовой установки с использованием российских компонентов. Хотя на текущем этапе не удалось обеспечить полную локализацию (в частности, используются электродвигатель Emrax 188 и инвертор DTI HV-550 зарубежного производства), созданы предпосылки для разработки отечественных аналогов.

Успешная интеграция BMS российской компании Movicom, а также разработка уникальной муфты для соединения электродвигателя с коленчатым валом являются важными шагами к локализации производства ключевых элементов ГСУ. Дальнейшее развитие проекта предполагает поиск или разработку совместно с индустриальными партнерами отечественных аналогов для всех импортных компонентов, испытания такой системы, адаптация и интеграция технологии в транспортные средства личного и общего пользования, что соответствует стратегическим целям развития российского автопрома.

Перспективы применения технологий в реальном секторе экономики. Технологии, разработанные и апробированные в рамках данного проекта, обладают значительным потенциалом для внедрения в реальный сектор экономики. Опыт создания высокоэффективных гибридных силовых установок для автоспорта является ценной базой для разработки аналогичных систем для гражданского транспорта.

Применение гибридных технологий в массовом производстве может значительно улучшить экологические показатели автомобилей, снизить расход топлива и повысить общую эффективность транспортных средств. Локализация производства ключевых элементов, таких как электродвигатели, инверторы и аккумуляторные батареи, способна стать мощным стимулом для развития смежных отраслей промышленности, включая микроэлектронику и машиностроение.

Автоспорт в данном контексте выступает не только как площадка для демонстрации инженерных достижений, но и как катализатор технологических инноваций, которые впоследствии интегрируются в массовое производство. Технологии, прошедшие испытания в экстремальных условиях кольцевых гонок, доказывают свою надежность и эффективность, что критически важно для их дальнейшего внедрения в коммерческий транспорт.

Выводы. Разработанная гибридная силовая установка для спортивного прототипа класса CN демонстрирует значительный потенциал как с точки зрения улучшения технических характеристик автомобиля, так и с позиции создания технологического задела для внедрения аналогичных решений в реальный сектор экономики. Проведенное исследование подтверждает эффективность выбранной концепции, объединяющей модифицированный двигатель ВАЗ-21126 с электрической системой на основе синхронного электродвигателя.

Ключевыми результатами проекта являются: сокращение времени прохождения круга на 0,2–1 секунду по сравнению с версией без электропривода, разработка уникальных технических решений по интеграции компонентов ГСУ, создание активной жидкостной системы охлаждения для литий-титанатных аккумуляторов и проектирование специализированной муфты для передачи крутящего момента. Особую значимость имеет ориентация на использование отечественных компонентов, что соответствует стратегическим целям развития российской промышленности.

Дальнейшие направления исследований включают оптимизацию системы управления ГСУ для максимизации энергоэффективности, разработку российских аналогов импортных компонентов и проведение расширенных испытаний в условиях, максимально приближенных к реальным. Результаты работы формируют научно-технологический задел, который может быть использован при создании гибридных транспортных средств различного назначения.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (Государственное задание Министерства образования и науки Российской Федерации FZRR-2025-0009).

Список литературы

1. Fédération Internationale de l'Automobile (FIA). FIA ENVIRONMENTAL STRATEGY 2020-2030 SUMMARY // FIA. 2020. URL: https://purposedriven-admin.fia.com/sites/default/files/2021-10/FIA%20environmental%20strategy.pdf (дата обращения: 10.03.2025).

2. Fédération Internationale de l'Automobile (FIA). FIA APPENDIX J – ARTICLE 259 Technical Regulations for Production Sports Cars (Group CN) // FIA. 2025. URL: https://www.fia.com/sites/default/files/259_2025_final.pdf (дата обращения: 12.03.2025).

3. Munari B., Schneer A. HOW TO DESIGN A PRECHARGE CIRCUIT FOR HYBRID AND ELECTRIC VEHICLE APPLICATIONS // Sensata Technologies. 2020. URL: https://www.sensata.com/sites/default/files/a/sensata-how-to-design-precharge-circuits-evs-whitepaper.pdf (дата обращения: 14.03.2025).

Шархымуллин З.И.
студент,
zulfat.sharkhymullin@mail.ru
Научный руководитель: ***Швеёв А.И.***
доцент
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ,
Россия, Казань
shveev_andrey222@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЫНОК АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. В статье проведен комплексный анализ трансформации потребительских предпочтений на автомобильном рынке России с 1991 по 2025 год. Исследование охватывает ключевые факторы, влияющие на спрос: макроэкономические показатели, технологическое развитие, государственное регулирование и глобальные тренды. Особое внимание уделено эволюции от доминирования отечественного автопрома к преобладанию импортных автомобилей, динамике популярности кроссоверов, последствиям санкций и перспективам электротранспорта.

Ключевые слова: автомобильный рынок; потребительский спрос; АвтоВАЗ; импортные автомобили; китайский автопром; электромобили; экономические санкции.

Sharkhymullin Z.I.
Student
Scientific Advisor: ***Shveev A.I.***
Associate Professor
Kazan National Research Technical University – KNRTU-KAI,
Russia, Kazan
shveev_andrey222@mail.ru

CHANGING CONSUMER PREFERENCES AND THEIR IMPACT ON THE AUTOMOTIVE MARKET IN THE RUSSIAN FEDERATION

Abstract. The article provides a comprehensive analysis of the transformation of consumer preferences in the Russian automotive market from 1991 to 2025. The study covers key demand factors: macroeconomic indicators, technological development, government regulation, and global trends. Special attention is paid to the evolution from domestic dominance to imported vehicles, crossover popularity dynamics, sanctions impacts, and electric vehicle prospects.

Keywords: automotive market; consumer demand; AvtoVAZ; imported cars; Chinese auto industry; electric vehicles; economic sanctions.

1. Введение

С 1991 года российский авторынок прошел через значительные структурные преобразования, вызванные переходом с командной экономики на

механизмы рыночного хозяйствования. Данное исследование направлено на классификацию информации об изменениях в предпочтениях потребителей и их влиянии на развитие автомобильной индустрии.

Целью данного исследования является идентификация основных направлений в покупательских предпочтениях продукции и прогнозирование динамики автомобильного рынка на период до 2025 года.

Исследовательский подход: экзаменация государственной статистической отчётности, сопоставительное изучение объёмов реализации автотехники, оценка законодательных документов и экономических индексов.

2. В интервале с 1991 по 2000 год: время экономических трудностей и доминирование внутреннего автомобилестроения.

2.1. Условия макроэкономики

С последующим распадом СССР, Россия испытала глубокие экономические потрясения, выразившиеся в резком возрастании инфляции, достигшей пика в 2140% в 1992 году, острой депрессии в промышленном секторе, приведшей к уменьшению объема валового внутреннего продукта на 40% в период с 1990 по 1996 годы, а также в значительном уменьшении уровня жизни граждан из-за падения реальных доходов.

2.2. Описание характеристик спроса на потребительском рынке

Российский рынок автомобилей в значительной мере состоит из транспортных средств, произведённых внутри страны, включая известные бренды как АвтоВАЗ, ГАЗ и УАЗ, чья общая доля составляет более 80%. Такая ситуация обусловлена их экономической доступностью для широкого круга потребителей, специальной настройкой под сложные условия российских дорог и наличием обширной сети центров по техническому обслуживанию и ремонту.

Иностранные авто с пробегом доступны на рынке в ограниченном ассортименте, при этом особенно востребованы модели из Японии, такие как Toyota, Nissan, Honda. Тем не менее, их рыночная доля остаётся малой вследствие высоких эксплуатационных расходов, трудностей с получением запасных частей и усиления норм таможенного контроля.

Первостепенное значение при выборе автомобиля среди россиян в нынешней экономической обстановке занимает общая себестоимость владения авто. Под этим имеется в виду не только первоначальная покупка, но и последующие траты, включая затраты на бензин, страховые взносы, обслуживание и приобретение необходимых запасных частей. Этот аспект выгодно выделяет автомобили российского производства, которые зачастую обходятся дешевле в обслуживании по сравнению с моделями, импортируемыми из-за рубежа.

2.3. Воздействие на отрасль

Имеющаяся модель спроса на потребительском рынке влияет на прогресс российской автомобилестроения. Прежде всего, преобладание местных автопроизводителей обусловлено их монопольным статусом на фоне

государственного стимулирования, соответствия продукции климатическим и дорожным условиям РФ, а также ограниченной конкуренцией со стороны зарубежных марок.

Параллельно с этим складывается стабильный сектор использованных авто, в основном из Японии и Южной Кореи, на вторичном рынке. В то же время, данный рынок не оказывает значительного влияния на внутренних автопроизводителей, так как его масштабы сдерживаются высокими затратами на содержание и уменьшением доступности данных транспортных средств вследствие проблем с логистикой и таможенными ограничениями.

Ограниченное внедрение современных технологий в производственные линии российских автомобилестроительных предприятий является следствием как недостаточного привлечения инвестиций, так и отсутствия интенсивного конкурентного давления, необходимого для стимуляции инновационной активности. Такой подход ведёт к экстенсивному развитию отрасли, сосредоточению на устаревших производственных мощностях и продукции, что в перспективе может негативно сказаться на конкурентных позициях российского автомобилестроения на мировом рынке.

3. Период 2001-2010 гг.: экономическая стабилизация и увеличение ввоза автотехники

3.1. Экономические предпосылки

Десятилетие начала XXI века отметилось стабильным экономическим развитием с ежегодным повышением ВВП приблизительно на 7%, способствовавшим процветанию автомобильной индустрии.

За последние десять лет доходы граждан выросли в 2.4 раза, что значительно увеличило количество людей, способных позволить себе покупку автомобилей. Параллельно, активное развитие сегмента потребительского кредитования облегчило доступность автотранспорта для более широкого круга населения. Эти элементы вместе создали сильную поддержку для ускоренной автомобилизации общества.

3.2. Изменение вкусов и предпочтений потребителей

На заре 2010-х годов российский сегмент автоиндустрии испытал существенную трансформацию, руководимую перемещением рыночных позиций между местными и зарубежными автопроизводителями. Ведущей динамикой периода стало нарастание части рынка, занимаемой иностранными автомобилями, которые к началу десятилетия овладели 45% рыночного пространства. Такой подъем был вызван углублением интеграции международных марок, запуском местного производства крупными игроками вроде Renault, Hyundai, Kia и улучшением экономической способности населения к покупке.

Интенсификация применения кредитных механизмов также сыграла ключевую роль – объем автомобильных закупок с использованием заемных средств вырос до 65% к 2010 году. Расширение доступа к автомобильному

кредитованию, в том числе за счет программ, поддерживаемых государством, обеспечило множеству потребителей возможность приобретения более дорогостоящих и технологически продвинутых автомобилей, что способствовало увеличению объемов продаж и подъему авторынка в общем.

В то же время начал развиваться сектор кроссоверов, который к началу 2010-х годов уже представлял собой около 5% всего автомобильного рынка. Автомобили данного класса привлекали покупателей своей многофункциональностью, улучшенной способностью преодолевать различные преграды и выразительным дизайном, способствуя взрывному росту интереса к SUV и кроссоверам на российском рынке. Эта тенденция отражала постепенное изменение предпочтений потребителей в сторону более современных и практичных транспортных средств, отходя от классических седанов и местного автопрома.

3.3. Отраслевые последствия

Модификации в конфигурации спроса и предпочтениях потребителей рынка существенно повлияли на прогресс автомобильной индустрии в России.

Основным эффектом стало размещение локального производства автомобилей зарубежных марок как Renault, Hyundai и Kia. Иностранные автоконцерны, стремясь закрепиться на рынке России, запустили линии по сборке востребованных моделей внутри страны. Это привело к сокращению их себестоимости и повысило конкурентные преимущества перед продукцией, ввозимой из-за рубежа.

Параллельно было зафиксировано падение доли местных автомобильных производителей – к исходу первого десятилетия 21 века их часть на рынке уменьшилась до трети. Этот тренд был обусловлен увеличением интереса к зарубежным маркам авто и неспособностью отечественных автопроизводителей своевременно адаптировать свои продукты к эволюционирующим предпочтениям покупателей.

Дополнительным значимым эффектом стало ускорение развития сети автомобильных дилеров и служб поддержки. Зарубежные автопроизводители, стремясь укрепить свои позиции на российском рынке, направляли инвестиции не только в налаживание производственных процессов, но и в открытие передовых центров по продаже и техническому обслуживанию автомобилей. Это обстоятельство положительно сказалось на качестве обслуживания и обеспечило более широкий доступ к автомобилям для жителей всех уголков страны.

Следовательно, изменение структуры рынка вызвало переосмысление позиций среди производителей, способствовало улучшению производственной и обслуживающей сфер, а также укрепило конкурентоспособность внутри сектора.

4. Период 2011-2020 гг.: влияние экономических санкций и изменение рыночной структуры

В период с 2011 по 2020 годы наблюдалось значительное воздействие экономических санкций на экономику, что привело к трансформации структуры рынка.

4.1. Экономическая ситуация

Имплементация экономических ограничений в 2014 году привела к девальвации национальной валюты, снижая стоимость рубля с 30 до 80 рублей за доллар, что серьезно повлияло на авторынок.

Падение реальных доходов граждан на 10% в период с 2014 по 2016 годы привело к уменьшению способности населения приобретать товары, что отрицательно сказалось на объемах реализации автомобилей, включая как новые, так и бывшие в употреблении. Эта ситуация выдвинула перед автомобильной промышленностью значительные сложности, потребовав от производителей внесения корректировок в свою деятельность для соответствия изменяющимся экономическим условиям.

4.2. Трансформация спроса

В период 2010-х годов рынок автомобилей в России испытал значительные изменения в предпочтениях покупателей, среди которых наиболее выраженным стал стремительный рост интереса к классу кроссоверов. Эти автомобили, занявшие 40% рыночного сегмента, стали выделяться благодаря своей адаптивности к разнообразным условиям эксплуатации и лучшей подготовке к особенностям российских дорог.

В тот же период рынок вторичных авто значительно увеличился, захватывая собой более половины (60%) всех автомобильных сделок, что стало ярким показателем снижения покупательской способности населения. Марки из Китая особенно бурно ворвались на рынок, демонстрируя взлет с 1% в 2010 году до заметных 15% к 2020 году, что подчеркивает фундаментальные сдвиги в распределении рыночных долей.

4.3. Отраслевые изменения

Индустрия столкнулась с множеством значительных преобразований, среди которых выделяется решение General Motors о выходе из российского рынка в 2015 году. В свете этих вызовов государственные власти усилили меры поддержки производителей и потребителей, внедрив программы по утилизации автомобилей и предоставлению льготных кредитов, что способствовало восстановлению и стабилизации спроса на автомобильном рынке.

Параллельно прогрессировало производство компонентов, что оказалось ключевым фактором в уменьшении внешней зависимости и создании более стабильной отраслевой структуры.

5. Современная эпоха (2021-2025 гг.): актуальные рыночные условия

5.1. Экономические условия

Вследствие пандемии COVID-19 в 2020 году автопром столкнулся с глобальными вызовами, включая нарушения цепочек поставок автокомпонентов и падение спроса среди потребителей. Ограничительные меры, усиленные в 2022 году, а также отзыв лицензий крупнейшими западными производителями автомобилей, такими как Renault, Volkswagen, Mercedes-Benz, повлекли за собой значительные изменения в структуре рынка. Это способствовало росту влияния китайских и российских автомобильных марок. Эти события в совокупности определили новую экономическую ситуацию на российском автомобильном рынке.

5.2 Современные тенденции в потребительском поведении

Современная автомобильная индустрия России описывается несколькими важными тенденциями, среди которых выделяется доминирование производителей из Китая. Эти компании, по итогам 2023 года, заняли половину рынка новых авто, успешно заместив нишу, обусловленной уходом европейских и американских брендов.

Зафиксирован бурный рост цен на авто с пробегом, который за два года, с 2021 по 2023, увеличился более чем в два раза. Это явление обусловлено нехваткой новых автомобилей и сдвигами в балансе между спросом и предложением. Внимания заслуживает эволюция рынка электромобилей: их доля в общем объеме рынка возросла с незначительных 0,3% в 2021 до 1,5% в 2023, отображая тенденцию к более экологичным транспортным средствам среди покупателей.

5.3. Отраслевая динамика

Автомобильный сектор России находится в этапе значительных изменений. Компании из Китая, такие как Haval и Chery, усиливают местное производство, запуская производственные мощности и обогащая ассортимент моделей для потребностей российских покупателей.

Правительство активно модернизирует правовую основу для электромобилей, включая разработку программ финансовой поддержки и унификацию инфраструктуры для зарядки. Эти инициативы сопровождаются глубокой перестройкой логистических сетей, целью которой является снижение зависимости от зарубежных комплектующих и формирование надежной производственной системы, адаптированной к изменяющимся экономическим реалиям.

6. Прогноз развития

Исходя из анализа текущих динамик на рынке, возможно сформировать прогнозы на ближайшее будущее. Присутствие китайских автопроизводителей на российском рынке вполне вероятно продолжит свой рост, прогнозируется достижение ими показателя в 65-70% уже к 2026 году, что обусловлено их активной инвестиционной деятельностью и обновлением ассортимента предлагаемой продукции.

Сектор электротранспорта будет набирать обороты, возможно, его доля на рынке увеличится до 5-7%, благодаря модернизации нормативной базы и строительству инфраструктуры для зарядки электромобилей. В то время как российские автопроизводители смогут улучшить свои позиции на рынке, но это будет возможно только при значительной поддержке со стороны государства, включая финансовые стимулы, налоговые выгоды и программы обновления производственных процессов.

Основными элементами, способными воздействовать на осуществление этого прогноза, являются:

- Тенденции в макроэкономическом развитии;
- Расширение сотрудничества в области производства с государствами-партнерами;
- Эффективность программ государственной поддержки сектора.

7. Заключение

Исследование показало значительные изменения на рынке автомобилей в России, вызванные экономическими, политическими и техническими причинами. Важнейшими факторами, влияющими на эти изменения, стали макроэкономическая обстановка, политика государства в области промышленности и мировые тенденции.

Приоритетным является оценивание последствий новых экономических ограничений для логистических цепочек и стратегий ценообразования производителей. Ключевое исследование направлено на оценку перспектив вовлечения производителей автомобильной продукции из Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии в качестве альтернативных источников поставок.

Оценка результативности государственных стимулов, охватывающая изучение эффектов предоставляемых кредитных скидок и финансовых взносов на реабилитацию производительных возможностей национальных предприятий автомобильной отрасли, становится все более значимой.

Список литературы

1. Автостат. Исследование рынка автомобилей. Сайт: https://www.autostat.ru (дата обращения: 15.06.2024).https://www.autostat.ru/
2. АЕБ. Отраслевые отчеты (2001–2010 гг.). − М., 2011. − 89 с.
3. Государственный комитет Российской Федерации по статистике. Статистические сведения за период 1991–2000 годов. Москва, 2001 год. Объем издания − 78 страниц.
4. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Публикация официальных статистических данных за период с 2011 по 2020 год. Москва, 2021 год. Объем издания − 112 страниц.
5. ФТС РФ. Внешняя торговля (2021–2023 гг.). − М., 2024. − 156 с.

Куликов М.А.
студент,
Научный руководитель: ***Варламов Д.О.***
старший преподаватель,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
kulikovmat@yandex.ru

АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ ФУНКЦИЯМИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАЗРАБОТКОЙ МОДЕЛИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ

Аннотация. Данное исследование направлено на изучение и разработку систем управления вспомогательными функциями автомобиля с применением технологии распознавания жестов. В рамках работы предлагается создание модели системы, основным компонентом которой является датчик PAJ7620, интегрируемый через платформу Arduino.

Ключевые слова: компьютерное зрение; нейронные сети; инфракрасные датчики; ультразвуковые датчики; распознавание жестов; датчик PAJ7620; система управления транспортным средством.

Kulikov M.A.
Student
Scientific Advisor: ***Varlamov D.O.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University,
kulikovmat@yandex.ru

ANALYSIS OF CONTROL SYSTEMS FOR AUXILIARY FUNCTIONS OF A VEHICLE WITH SUBSEQUENT DEVELOPMENT OF A MODEL BASED ON GESTURE RECOGNITION TECHNOLOGY

Abstract. This research is aimed at studying and developing control systems for auxiliary functions of the vehicle using gesture recognition technology. The work proposes the creation of a system model, the main component of which is a PAJ7620 sensor integrated through the Arduino platform.

Keywords: Computer vision; neural networks; infrared sensors; ultrasonic sensors; gesture recognition; PAJ7620 sensor; vehicle control system.

Введение

В современном мире технологии активно развиваются, стремясь сделать взаимодействие человека с техникой более интуитивным и удобным. Одним из перспективных направлений в этой области является технология распознавания жестов, которая находит применение в различных сферах, включая автомобильную промышленность. Использование жестов для

управления системами транспортных средств позволяет снизить нагрузку на водителя, минимизировать отвлечение от дорожной обстановки и повысить уровень безопасности.

Актуальность внедрения таких технологий обусловлена растущими требованиями к комфорту и функциональности современных автомобилей. Управление вспомогательными функциями, такими как регулировка климат-контроля, аудиосистемы или навигации, с помощью жестов становится всё более востребованным, так как это исключает необходимость физического контакта с кнопками или сенсорными экранами. Кроме того, развитие беспилотных технологий и интеллектуальных систем управления требует новых подходов к взаимодействию человека с транспортным средством.

В данной работе рассматривается возможность применения технологии распознавания жестов для управления вспомогательными функциями автомобиля. Основное внимание уделено разработке модели системы на базе инфракрасного датчика PAJ7620, которая может быть интегрирована в современные транспортные средства.

Цель исследования – проанализировать существующие системы, применяемые для распознавания жестов, и разработать модель, которую можно эффективно интегрировать в современные транспортные средства для повышения удобства и безопасности управления вспомогательными функциями автомобиля.

На сегодняшний день существует множество технологий, которые позволяют распознавать и интерпретировать жесты пользователя, однако их эффективность, точность и область применения значительно различаются. Некоторые из них активно используются в потребительской электронике, таких как смартфоны и игровые консоли, другие находят применение в промышленности и робототехнике.

В современной практике для этих целей можно использовать следующие системы:

1. Компьютерное зрение
2. Инфракрасные датчики
3. Ультразвуковые датчики

Компьютерное зрение

Компьютерное зрение − это технология, предназначенная для анализа и извлечения нужной информации из визуальных данных, таких как цифровые изображения или видеопотоки. Её принцип действия схож с работой человеческого зрения: подобно тому, как человек воспринимает окружающую среду через глаза, а мозг обрабатывает и интерпретирует полученные данные, компьютерное зрение захватывает информацию с помощью камеры, после чего обрабатывает её посредством специализированного программного обеспечения, выполняющего функции анализа и интерпретации.

Рассмотрим ключевые этапы обработки изображений, используемые в компьютерном зрении:

1. Захват изображения: получение визуальных данных, содержащих объект, представляющий интерес.
2. Предварительная обработка: выполнение операций, таких как фильтрация, сегментация и выделение целевого объекта на фоне.
3. Извлечение признаков: идентификация и выделение характерных особенностей объекта, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа.
4. Интерпретация: анализ извлечённых данных и формирование выводов на основе полученной информации.

Особое внимание в процессе предварительной обработки уделяется сегментации − процессу разделения изображения на непересекающиеся области, каждая из которых представляет собой отдельную часть изображения. Данный процесс реализуется с использованием специализированных алгоритмов, которые анализируют и оценивают различные участки изображения.

Одним из ключевых методов сегментации является анализ интенсивности, цвета и формы объектов. В задачах компьютерного зрения обнаружение и сегментация играют важную роль, обеспечивая точное распознавание объектов. Среди применяемых алгоритмов особое место занимает метод вычитания фона, позволяющий отделить передний план от фоновой части изображения.

Рассмотрим несколько популярных методов вычитания фона, которые могут быть применены в таких системах.

1. Модель Гауссовских смесей (Gaussian Mixture Model)

Этот метод основан на моделировании фона с помощью смеси гауссовских распределений, где каждый пиксель описывается гауссовскими функциями. Это позволяет учитывать изменения освещения и текстуры, что эффективно для динамических сцен. Однако метод требует значительных вычислительных ресурсов.

2. Адаптивное вычитание фона (Adaptive Background Subtraction)

В этом подходе фон моделируется как среднее значение интенсивности пикселей за определенный период времени. Метод адаптируется к изменениям в сцене, что делает его подходящим для систем, работающих в условиях переменного освещения. Однако он может быть чувствителен к резким изменениям, таким как включение фар встречных автомобилей.

3. Метод на основе разности кадров (Frame Difference)

Этот простой метод основан на вычислении разности между текущим и предыдущим кадром. Он эффективен для обнаружения движущихся объектов, но может быть чувствителен к шуму и изменениям освещения.

Следующим этапом предварительной обработки следует выделить контуры руки человека. Для этого существует следующие методы:

1. Детектор границ Канни (Canny Edge Detector)

Этот метод является одним из наиболее популярных и эффективных алгоритмов для выделения границ на изображении. Он включает несколько этапов: подавление шума с помощью гауссовского фильтра, вычисление градиентов яркости, подавление не-максимумов и пороговая обработка с гистерезисом. Детектор Канни хорошо справляется с выделением четких границ, что делает его подходящим для задач распознавания жестов, где важно точно определить контуры руки. Однако он может быть чувствителен к шуму и требует тщательной настройки параметров.

2. Метод Собеля (Sobel Operator)

Оператор Собеля использует свертку изображения с двумя ядрами (для горизонтальных и вертикальных границ) для вычисления градиентов яркости. Этот метод прост в реализации и работает быстро, что делает его полезным в системах с ограниченными вычислительными ресурсами. Однако он менее точен по сравнению с детектором Канни и может пропускать слабые границы.

3. Метод Лапласиана Гауссиана (Laplacian of Gaussian)

Этот метод сочетает в себе гауссовское сглаживание и оператор Лапласа для выделения границ. Он эффективен для обнаружения границ на изображениях с высоким уровнем шума, так как гауссовский фильтр предварительно сглаживает изображение. Однако LoG требует больше вычислительных ресурсов и может быть менее эффективен для выделения тонких границ.

После сегментации контуров руки определяется её центр, который служит опорной точкой для анализа жестов. После, система переходит к классификации жестов.

Если рассматривать систему, основанную на компьютерном зрении без использования нейронных сетей и машинного обучения. То главным методом распознавания жестов в этом случае является метод, основанный на пороговых значениях.

Суть метода заключается в описании жестов числовыми параметрами, отражающими их геометрические свойства: расстояния между пальцами, углы их расположения и позиции относительно центра ладони. Классификация выполняется путём сравнения этих параметров с заданными пороговыми значениями.

Для классификации жеста вычисленные параметры модели руки сравниваются с заранее определёнными пороговыми значениями. Это позволяет отнести жест к одному из известных классов. Например, для распознавания жеста «ОК» могут быть заданы следующие условия: расстояние между указательным и большим пальцем должно быть меньше установленного порога, а остальные пальцы должны быть согнуты и находиться на определённом расстоянии от центра ладони. Таким образом, для каждого жеста формируется набор правил, которые формализуют его геометрические особенности.

Стоит также отметить, что для сегментации жестов в системах, основанных на компьютерном зрении, можно использовать сверточные нейронные сети (Convolutional Neural Networks, CNN), которые демонстрируют высокую эффективность в обработке изображений и видео. В отличие от традиционных методов, таких как вычитание фона или пороговая классификация, CNN способны автоматически извлекать сложные признаки из данных, что делает их особенно полезными в задачах, где требуется высокая точность и адаптивность. Для классификации жестов можно применять рекуррентные нейронные сети (RNN) или сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM).

Использование нейронных сетей открывает новые возможности для создания более точных и надежных систем. Однако это также влечет за собой необходимость использования более мощного оборудования, увеличения затрат на разработку и обучение моделей, а также обеспечения достаточного объема данных для обучения.

Инфракрасные датчики

Одним из современных и перспективных решений для создания систем распознавания жестов являются технологии, основанные на использовании инфракрасных (ИК) датчиков. В сравнении с системами, использующими видеокамеры, ИК-датчики предлагают более компактное и экономичное решение, способное эффективно работать даже при отсутствии освещения или в условиях низкой видимости.

Система распознавания жестов, построенная на базе инфракрасных датчиков, включает несколько важных элементов, каждый из которых выполняет определённую функцию в процессе сбора и анализа информации. Центральное место в системе занимают ИК-датчики, которые могут быть как активного, так и пассивного типа. Активные датчики излучают инфракрасный свет и анализируют его отражение от объектов, в то время как пассивные датчики только регистрируют ИК-излучение, исходящее от окружающих предметов. Среди активных датчиков широко применяются ИК-светодиоды в сочетании с фотодиодами или датчиками, работающими по принципу времени пролёта (Time-of-Flight, ToF). Например, ToF-датчики определяют расстояние до объекта, измеряя время, за которое свет проходит от датчика до объекта и возвращается обратно.

Программная часть системы, основанной на использовании инфракрасных датчиков, включает алгоритмы, предназначенные для обработки сигналов и классификации жестов. Эти алгоритмы могут быть реализованы с применением различных математических подходов, таких как фильтр Калмана для снижения уровня шумов или скрытые марковские модели (HMM) для анализа последовательностей движений.

Одним из ключевых преимуществ систем распознавания жестов на основе инфракрасных датчиков является их высокая точность и скорость обработки данных. Это достигается благодаря тому, что ИК-датчики способны фиксировать даже незначительные изменения в положении объектов, что особенно важно для распознавания сложных жестов, включающих несколько этапов движений.

Несмотря на все преимущества, разработка систем распознавания жестов на основе инфракрасных датчиков сталкивается с рядом вызовов. Одним из них является необходимость минимизации влияния внешних помех, таких как солнечный свет или другие источники ИК-излучения. Но с использованием методов фильтрации, которые позволяют выделять полезный сигнал на фоне шума эта проблема может быть успешно решена, что делает системы более устойчивыми и надежными в различных условиях эксплуатации.

Ультразвуковые датчики

Основу системы составляют ультразвуковые датчики, которые генерируют высокочастотные звуковые волны, обычно находящиеся за пределами слышимого диапазона человека (выше 20 кГц). Эти волны распространяются в пространстве и отражаются от объектов, включая руки пользователя. Отраженные сигналы улавливаются приемниками, после чего система анализирует время возврата сигнала, его интенсивность и частоту. На основе этих данных вычисляется расстояние до объекта, его скорость и траектория движения.

Для обработки сигналов используются алгоритмы цифровой обработки сигналов (ЦОС), которые позволяют выделить полезную информацию из шумов и помех. Одним из ключевых методов является анализ временных задержек между отправкой и приемом сигнала, что позволяет определить положение руки в пространстве. Дополнительно применяются методы спектрального анализа для улучшения точности распознавания жестов в условиях внешних помех.

Для повышения точности и надежности распознавания жестов в ультразвуковых системах применяются различные методы. Одним из наиболее распространенных является метод временной разности, который позволяет определить расстояние до объекта на основе времени прохождения сигнала. Также используются методы корреляции сигналов для фильтрации шумов и выделения полезных данных. В некоторых системах применяются алгоритмы машинного обучения, которые позволяют адаптировать систему к индивидуальным особенностям пользователя и улучшить точность распознавания.

Такие системы обладают рядом преимуществ. Во-первых, они не зависят от освещения, что делает их устойчивыми к изменениям условий окру-

жающей среды, в отличие от оптических систем. Во-вторых, ультразвуковые датчики имеют относительно низкую стоимость и просты в интеграции в существующие системы автомобиля. В-третьих, такие системы потребляют меньше энергии по сравнению с другими технологиями, такими как камеры или инфракрасные датчики.

Несмотря на свои преимущества, ультразвуковые системы имеют и ряд ограничений. Одним из основных недостатков является относительно низкая точность распознавания сложных жестов, особенно в условиях сильных внешних помех, таких как шум двигателя или вибрации. Кроме того, ультразвуковые волны могут отражаться от различных поверхностей, что может приводить к ошибкам в определении положения объекта. Также стоит отметить, что такие системы имеют ограниченный диапазон действия, что может затруднить их использование в больших салонах автомобилей.

На основе предложенных систем распознавания жестов можно провести сравнительный анализ.

Сравнительный анализ предложенных систем

В ходе анализа различных технологий распознавания жестов для управления вспомогательными функциями в автомобиле были рассмотрены три основные подходы: системы на основе компьютерного зрения, инфракрасных датчиков и ультразвуковых датчиков. Каждая из этих технологий обладает своими уникальными особенностями, преимуществами и недостатками, что делает их применимыми в различных сценариях использования.

Для наглядного сравнения ключевых характеристик этих технологий, таких как точность, зависимость от внешних условий, стоимость, энергопотребление и сложность интеграции, ниже приведена сравнительная таблица.

Таблица

Сравнительный анализ систем распознавания жестов

Критерии	Компьютерное зрение (без НС и МО)	Компьютерное зрение (с НС и МО)	Инфракрасные датчики	Ультразвуковые датчики
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Точность распознавания	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая
Скорость обработки	Средняя	Высокая (зависит от модели НС)	Высокая	Высокая
Устойчивость к освещению	Низкая (зависит от освещения)	Средняя (можно адаптировать)	Высокая	Высокая
Сложность реализации	Средняя	Высокая	Средняя	Низкая
Стоимость разработки	Низкая	Высокая	Средняя	Низкая

Окончание табл.

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Энергопотребление	Среднее	Высокое	Низкое	Низкое
Работа в темноте	Невозможна	Возможна (с ИК-подсветкой)	Отличная	Отличная
Работа при помехах	Низкая (зависит от фона)	Средняя (можно обучить на помехи)	Высокая	Средняя
Распознавание сложных жестов	Низкая	Высокая	Низкая	Низкая
Примеры использования	Простые жесты (влево/вправо)	Сложные жесты (прокрутка, масштаб)	Простые жесты	Простые жесты

Разработанная модель

В рамках разработки системы управления вспомогательными функциями автомобиля с использованием жестов была реализована конструкция на базе датчика PAJ7620U2 и микроконтроллера Arduino. Датчик PAJ7620U2, разработанный компанией PixArt Imaging, представляет собой интегрированное решение для распознавания жестов, сочетающее в себе высокую точность, компактные габариты и низкое энергопотребление. Микроконтроллер Arduino обеспечивает обработку данных с датчика и преобразование жестов в управляющие команды.

Датчик PAJ7620U2 обладает следующими ключевыми параметрами:

- 9 распознаваемых жестов (движения в 4 направлениях, приближение/удаление, вращения, взмах)
- Рабочий диапазон: 5-15 см
- Угол обзора: 60° (по диагонали)
- Частота обновления: до 240 Гц
- Габариты: 5.2×3×1.88 мм
- ИК-подсветка: 940 нм (импульсный ток до 430 мА)
- Температурный режим:
- Работа: -40°C...+85°C
- Хранение: -40°C...+125°C

Дополнительные особенности датчика включают встроенную систему подавления шумов от внешней засветки, поддержку интерфейсов I²C и SPI, а также гибкие режимы энергопотребления.

Рассмотрим принцип работы предложенного датчика основываясь на блок-схеме внутренней архитектуры, изображенного на рисунке 1.

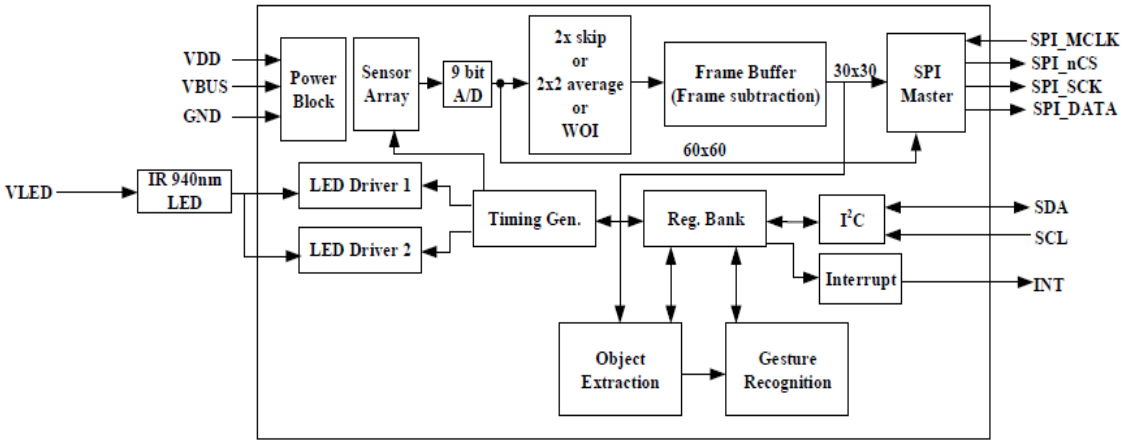


Рис. 1. Блок-схема датчика PAJ7620

Система жестового управления, построенная на датчике PAJ7620, функционирует по четкому алгоритму, обеспечивающему надежное распознавание движений. Рассмотрим основные этапы работы устройства.

После подачи питания через блок Power Block (VDD, VBUS, GND) активируется сенсорная матрица Sensor Array размером 60×60 пикселей. Одновременно включается ИК-излучатель, управляемый драйверами LED Driver. Отраженный сигнал проходит через оптическую систему и попадает на светочувствительные элементы.

Полученные аналоговые данные преобразуются в цифровую форму с помощью 9-битного АЦП. Далее информация поступает в блок обработки кадров Frame Buffer, где применяется алгоритм вычитания фона Frame subtraction для выделения движущихся объектов.

Блок Object Extraction анализирует пространственные характеристики объекта, определяя его координаты и геометрические параметры. Полученные данные передаются в модуль Gesture Recognition, который классифицирует жесты на основе анализа траектории движения. Для этого используется набор предварительно обученных шаблонов, соответствующих девяти базовым жестам.

Управление всеми процессами осуществляется через Timing Gen. и Reg. Bank, которые синхронизируют работу компонентов и хранят параметры конфигурации. Обмен данными с внешними устройствами происходит через интерфейсы I²C (SDA, SCL).

Особенностью архитектуры является возможность параллельной обработки данных: пока один кадр анализируется в блоке Gesture Recognition, следующий уже поступает в Frame Buffer. Это обеспечивает высокую частоту обновления до 240 Гц и минимальную задержку в распознавании жестов.

На рисунке 2 изображена схема подключения датчика PAJ7620 к плате Arduino UNO.

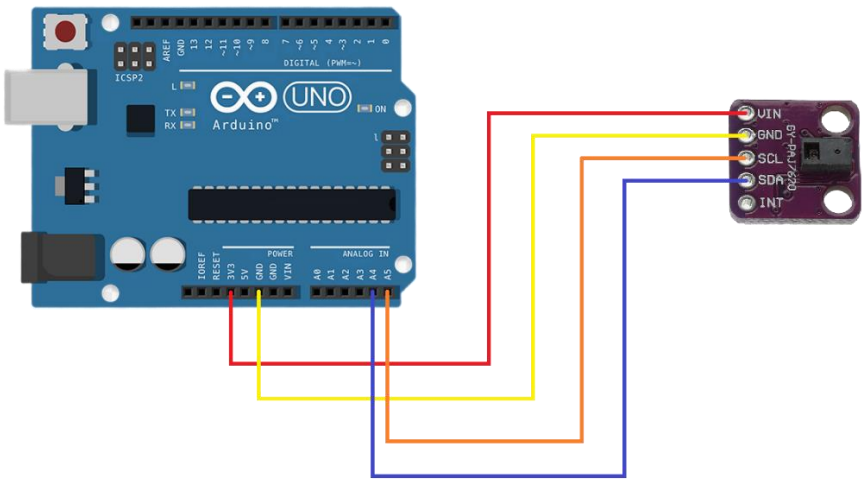


Рис. 2. Схема подключения

Экспериментальные испытания системы на базе датчика PAJ7620 и микроконтроллера Arduino проводились в различных условиях для оценки её работоспособности и точности. Тестирование включало распознавание девяти базовых жестов при разном уровне освещённости, расстоянии от датчика (5–15 см) и угле наклона руки. Система продемонстрировала стабильную работу, корректно идентифицируя жесты с точностью 92%. Наибольшие затруднения возникали при быстрых движениях и частичном перекрытии зоны действия датчика, однако в стандартных условиях ошибки распознавания были минимальны.

Замеры временных характеристик подтвердили соответствие системы заявленным производителем параметрам. Среднее время реакции составило 120 мс при частоте обновления данных 120 Гц. Наибольшая задержка наблюдалась при обработке сложных жестов (круговые движения), в то время как простые жесты (вверх/вниз, влево/вправо) распознавались практически мгновенно.

Вывод

В рамках данного исследования был проведен комплексный анализ современных систем распознавания жестов, применяемых в транспортных средствах. Особое внимание уделено технологическим решениям на основе оптических, инфракрасных и ультразвуковых датчиков, их преимуществам и ограничениям в условиях автомобильной эксплуатации. На основании проведенного анализа была разработана практическая модель системы управления вспомогательными функциями транспортного средства, использующая датчик PAJ7620 в сочетании с платформой Arduino.

Экспериментальная проверка разработанной системы подтвердила ее высокую эффективность. В ходе тестирования система продемонстрировала стабильное распознавание девяти базовых жестов с точностью около 92% при среднем времени реакции 120 мс. Полученные показатели соответствуют требованиям к системам управления автомобильными функциями,

позволяя водителю взаимодействовать с бортовыми системами без необходимости отвлекаться от контроля дорожной ситуации. Результаты исследования свидетельствуют о перспективности применения жестовых интерфейсов в современных транспортных средствах.

Список литературы

1. Гарбер Л. Новые пользовательские интерфейсы: жестикуляция // ОТКРЫТЫЕ СИСТЕМЫ. СУБД. Издательство «Открытые системы». – 2013 . – №10. – С. 35-37.
2. Ляпанов А.В., Ляпанов А.А Компьютерное зрение // ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ. – 2023. – №103-8 . – С. 169-172.
3. Зенг В.А. Особенности и возможности систем управления бесконтактным интерфейсом // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. – 2018. – №5(21). – С. 1122-1126.

Криксина К.А.
студент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
kkseal29@gmail.com

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Аннотация. Транспортные средства оснащены множеством датчиков, которые собирают данные о состоянии различных систем автомобиля. Эта информация может быть полезна как для водителей, так и для сервисных специалистов. Однако доступ к ней зачастую ограничен, а представление не всегда удобно для восприятия. Разработка мобильного приложения, которое собирает, декодирует и отображает данные с датчиков на телефоне в понятном виде, является актуальной задачей, способной повысить комфорт и безопасность эксплуатации автомобиля.

Ключевые слова: CAN-шина; протокол J1939; мониторинг ТС.

Kriksina K.A.
Student
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
kkseal29@gmail.com

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR MONITORING THE CONDITION OF A VEHICLE

Abstract. Vehicles are equipped with a variety of sensors that collect data on the condition of various vehicle systems. This information can be useful for both drivers and service specialists. However, access to it is often limited, and the presentation is not always convenient for

perception. The development of a mobile application that collects, decodes and displays data from sensors on the phone in an understandable way is an urgent task that can increase the comfort and safety of vehicle operation.

Keywords: CAN; J1939 protocol; vehicle monitoring.

В современном мире безопасность на дороге является одним из ключевых факторов, который влияет на жизнь и здоровье людей. В этом случае важно не только мастерство водителя, но и внимательность к техническому состоянию его транспортного средства (ТС). Поломки различных датчиков и узлов могут привести к серьезным последствиям как для водителя, так и для других участников дорожного движения. Поэтому каждому необходимо следить за состоянием своего автомобиля, а именно своевременно выявлять и исправлять неполадки.

Данная проблема особенно актуальна для коммерческого транспорта – автобусов, грузовиков, тракторов и промышленного оборудования. Каждый день они преодолевают большое расстояние и подвергаются высоким нагрузкам. В таких ситуациях под рукой всегда необходимо иметь инструмент, который позволит следить за основными техническими параметрами в режиме реального времени.

Для решения этой задачи было разработано приложение, которое получает данные с CAN-шины и выводит обработанную информацию с помощью протокола J1939 на экран телефона.

CAN-шина − это специализированная сеть передачи данных, которая используется в современных большегрузных автомобилях для быстрого и эффективного обмена информацией между электронными блоками управления (ЭБУ). Основным преимуществом CAN-шины является ее способность передавать данные по единой магистрали, что позволяет снизить количество проводов, тем самым уменьшая возможность появления ошибок.

Протокол J1939 – это набор стандартов, который определяет, как ЭБУ обмениваются данными. В этом случае CAN представляет собой «основу» для связи, а протокол – «язык». Он же и определяет формат передаваемых сообщений. Особенность J1939 заключается в том, что он передает поток данных непрерывно, что позволяет получать актуальную информацию о состоянии ТС. Структура передаваемого сообщения включает 29-битный идентификатор, в то время как в легковых автомобилях используется 11-битная версия. Это связано с тем, что грузовые автомобили оснащены большим количеством ЭБУ и обрабатывают значительный объем информации.

Сам идентификатор содержит такие важные параметры, как PGN (Parameter Group Number) и SPN (Suspect Parameter Number) (рис. 1).

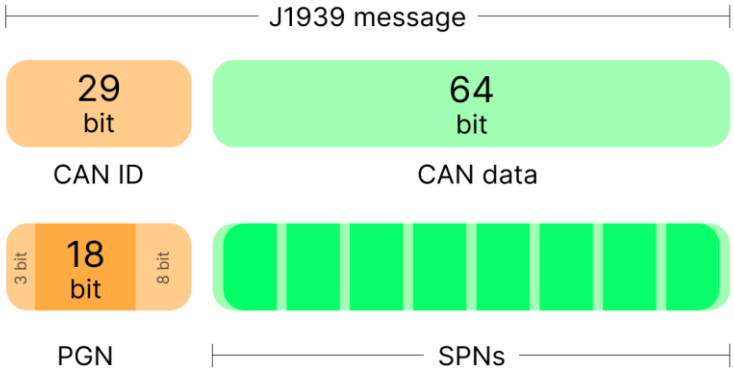


Рис. 1. Сообщение J1939

- PGN включает 18-битное подмножество 29-битного идентификатора. Он служит уникальным идентификатором кадра в стандарте J1939.
- SPNs – это 64-битная полезная информация, где каждый SPN указывает на конкретные параметры, такие как пробег, расход топлива, давление в тормозной системе и т.д.

Именно с такими данными работает написанная программа. При получении сообщения из CAN-шины она декодирует его в удобный и понятный для пользователя формат в виде «окна» и предоставляет возможность для анализа (рис. 2).

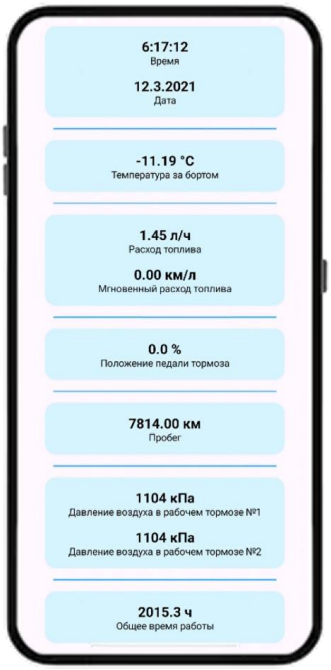


Рис. 2. Вывод обработанных сообщений

В приложение было добавлено несколько полезных функций, которые упрощают его использование и делают анализ более наглядным.

Одной из таких функций является визуализация данных в форме графиков. Для каждого из идентификаторов можно посмотреть динамику изменений его значений за последние 10 сообщений. При поступлении новых данных приложение автоматически обновляет график, добавляя актуальное значение и удаляя самое старое (рис. 3).

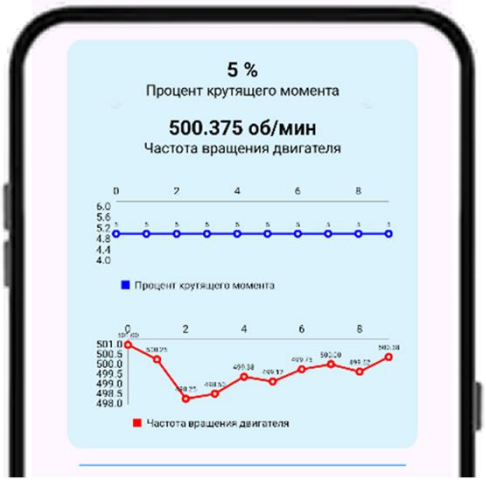


Рис. 3. Динамика изменений

Второе важное дополнение – это фильтр идентификаторов. Пользователь может выбрать определенный параметр, и приложение мгновенно отобразит только соответствующие ему данные, что упростит работу с большим объемом информации и исключит необходимость прокручивать длинный список значений в поисках нужного идентификатора (рис. 4).

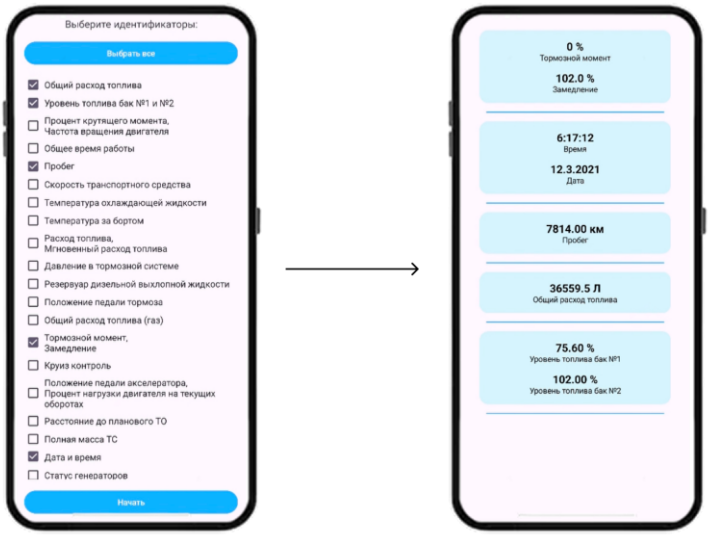


Рис. 4. Фильтр идентификаторов

Список литературы

1. Выграновская А. В. CAN-ШИНА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМАМИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ, 2023. С. 59-64.
2. CAN-шина. Просто и понятно. 2022. URL: https://elm3.ru/wiki/can-shina?ysclid=m38t7cpgob328783891 (дата обращения: 27.03.2025).
3. Martin Falch, J1939 Explained – A Simple Intro. 2025. URL: https://www.csselectronics.com/pages/j1939-explained-simple-intro-tutorial (дата обращения: 27.03.2025).

Хохлов Е.И.
студент
Коломенский институт (филиал)Московского политехнического университета
Россия, Коломна
varvar004@bk.ru

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРИВОДА НИЗКОВОЛЬТНОГО ГЕНЕРАТОРА БОЛЬШЕГРУЗНОГО САМОСВАЛА «БЕЛАЗ»

Аннотация. При эксплуатации транспортного дизеля 8ЧН 26/26 карьерного самосвала «БелАЗ» имели место случаи повреждения вала шестерни привода низковольтного генератора по шпоночному пазу. Для обеспечения надежности работы клиноременной передачи предложена замена цилиндрической посадки шкива на коническую. Предложенное техническое решение, согласно выполненным расчетам, гарантирует работоспособность соединения. Конструкция также подходит для возможного увеличения мощности низковольтного генератора. Данная работа выполнена Студенческим конструкторским бюро Коломенского института совместно с индустриальным партнером ООО «Инжиниринговый центр двигателестроения ТМХ».

Ключевые слова: низковольтный генератор, вал-шестерня, шкив, коническое соединение, гайка, шпонка, расчет.

Hohlov E.I.
Student
Kolomna Institute (branch) of Moscow Polytechnic University
Russia, Kolomna
varvar004@bk.ru

INCREASING THE RELIABILITY OF THE LOW-VOLTAGE GENERATOR DRIVE OF THE BELAZ HEAVY-DUTY DUMP TRUCK

Abstract. During operation of the 8ЧН 26/26 transport diesel engine of the BelAZ quarry dump truck, there were cases of damage to the shaft of the low-voltage generator drive gear along the keyway. To ensure the reliability of the V-belt drive, it is proposed to replace the cylindrical fit

of the pulley with a conical one. The proposed technical solution, according to the calculations performed, guarantees the operability of the connection. The design is also suitable for a possible increase in the power of the low-voltage generator. This work was carried out by the Student Design Bureau of the Kolomna Institute together with the industrial partner TMH Engine Engineering Center LLC.

Keywords: low-voltage generator, gear shaft, pulley, conical connection, nut, key, calculation.

Введение

Разработка привода вспомогательных агрегатов среднеоборотных комбинированных двигателей требует решения следующих взаимосвязанных задач: обеспечение эффективной передачи крутящего момента от двигателя к агрегатам, создание конструкции, удобной в эксплуатации и обслуживании, и обеспечение высокой прочности и надежности всех элементов привода во всем диапазоне режимов работы двигателя, гарантирующей заданный моторесурс.

Способы передачи крутящего момента в приводах вспомогательных агрегатов поршневых двигателей отличаются большим разнообразием. Одним из наиболее распространенных вариантов является шпоночное соединение, где вращающий момент между деталями соединения передается с помощью специальной детали – шпонки [1, 2, 3]. Преимущества таких соединений – простота конструкции, низкая стоимость, отсутствие необходимости применения специализированного оборудования для изготовления.

Однако, в опытной эксплуатации карьерного самосвала БелАЗ с двигателем 8ЧН 26/26 производства АО «Коломенский завод» имели место случаи повреждения вала шестерни привода низковольтного генератора по шпоночному пазу, которая передает крутящий момент шкиву клиноременной передачи (см. рис.1).

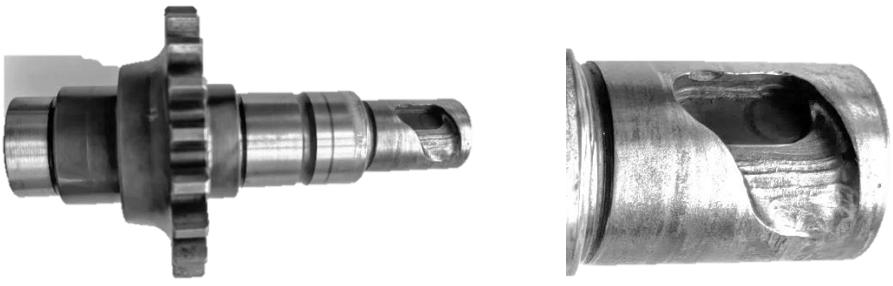


Рис. 1. Разрушение цилиндрической части вал-шестерни по шпоночному пазу

Шпоночные соединения достаточно хорошо изучены. В высокоответственных узлах сопрягаемые поверхности в соединении деталей должны быть выполнены с достаточной точностью и необходимыми требованиями к посадке, допуске формы и шероховатости, что относится как к цилиндрическим поверхностям, так и самому шпоночному пазу, и шпонке.

Анализ прочности шпоночного соединения базовой конструкции

Согласно [4] при передаче вращающего момента шпоночным соединением применение посадок шкивов на вал с зазором недопустимо, а посадок переходных – нежелательно. Если в соединении вал-шкив имеется зазор, то при вращении вала происходит обкатывание со скольжением цилиндрических поверхностей вала и шкива, которое приводит к их изнашиванию. Поэтому при передаче крутящего момента шпонкой на посадочных поверхностях вала и отверстия шкива следует создавать натяг, гарантирующий нераскрытие стыка. Однако последнее поднимает вопрос о установке и демонтаже при обслуживании.

Для оценки прочности базовой конструкции был выполнен расчет на прочность шпоночного соединения.

Твердотельная модель шпоночного соединения вала со шкивом представлена на рисунке 2.

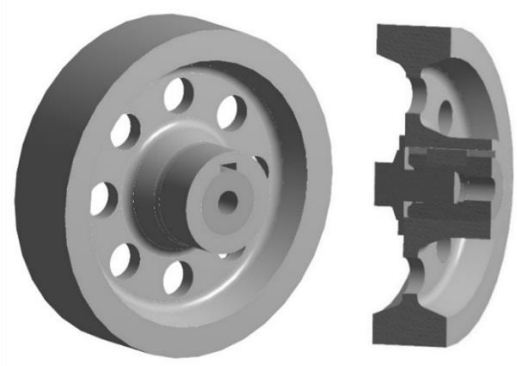


Рис. 2. Твердотельная модель шпоночного соединения вала со шкивом

Вал и шкив изготовлены из стали 40Х ГОСТ 4543-2016, шпонка – из стали 45 ГОСТ 1050-2013.

Анализ результатов расчета показывает, что шпоночное соединение имеет достаточный запас прочности (не менее 3) при всех вариантах посадки шкива на вал. При этом причинами повреждений могли послужить: некачественное изготовление деталей, превышение расчетного крутящего момента по причине заклинивания низковольтного генератора, ослабление крепления шкива из-за низкой податливости болта, фиксирующего шкив на валу.

Предлагаемое техническое решение

Для обеспечения надежности работы клиноременной передачи предложена конструкция с коническим соединением вала и шкива с конусностью 1:10 (см. рис. 3).

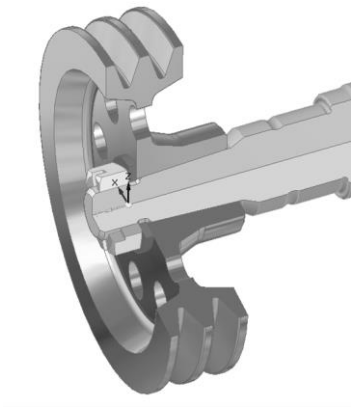


Рис. 3. Твердотельная модель предлагаемого конического соединения

Данное значение конусности достаточно распространено в конструкции концов валов электрических и других машин, а также для запрессовки и демонтажа не требует разработки специальных приспособлений и инструментов [5].

Выполнен проектный расчет предложенного соединения, результаты которого представлены в таблице. Результаты показали, что передаваемый им максимальный расчетный крутящий момент в 12 раз превышает требуемый для низковольтного генератора. Данная конструкция также подходит для возможного увеличения мощности низковольтного генератора, так как величина передаваемого крутящего момента момент зависит от усилия затяжки корончатой гайки, которая создает натяг в посадке.

Таблица

Расчетные параметры конического соединения

Параметр	*Обозначение*	*Значение*
Мощность, затрачиваемая на привод низковольтного генератора, кВт	$T_г$	7,2
Конусность	C	1:10
Диаметр большего основания конуса, мм	D	32
Передаваемый момент посадкой, Н·м	T_{max}	597
Запас по передаваемому крутящему моменту	n_T	12

По результатам расчета разработаны и согласованы чертежи деталей.

Список литературы

1. Андриенко, Л. А. Детали машин : учебник / Л. А. Андриенко, Б. А. Байков, М. Н. Захаров ; под редакцией О. А. Ряховского. − 4-е изд., перераб. и доп. − Москва : МГТУ им. Баумана, 2014. − 465 с. − ISBN 978-5-7038-3939-3.

2. Биргер И. А. и др. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И. А. Биргер, Б. Ф. Шорр, Г. Б. Иосилевич. − 4–е изд., перераб. и доп. − М.: Машиностроение, 1993. − 640 с.

3. Детали машин : учебник для вузов / Андриенко Л. А., Байков Б. А., Захаров М. Н. [и др.] ; ред. Ряховский О. А. – 5-е изд., испр. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. – 465 с. : ил. – (Terra Mechanica). – Библиогр.: с. 459-461. – ISBN 978-5-7038-5937-7.
4. Детали машин : учебник для вузов / Иосилевич Г. Б. – Изд. стер. – М. : Альянс, 2018. – 366 с. : ил. – Библиогр.: с. 359-360. – ISBN 978-5-00106-271-4.
5. Дунаев П. Ф., Леликов О. П. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие для вузов / Дунаев П. Ф., Леликов О. П. ; ред. Ряховский О. А. – 13-е изд., испр. и доп. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – 564 с. : ил. – (Terra Mechanica). – Библиогр.: с. 560. – ISBN 978-5-7038-4688-9.

Артемьев В.Н.
студент
vadimar462@gmail.com
Научный руководитель: ***Севрюгина Н.С.***
д.т.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

МОДУЛЬНАЯ РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КОМПОНЕНТОВ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ И ТРАНСМИССИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Аннотация. Выделена целесообразность перехода от интегральной архитектуры компоновки агрегатов электромобилей к модульной. Установлено, что от компонентного решения электрической трансмиссии зависит эффективность оптимизации запаса хода и энергопотребления электромобиля с аккумуляторными батареями. Предложено, используя функции проектного моделирования BEV (Battery Electric Vehicle), структура целостной модели проектирования компонентов электрической трансмиссии электромобилей с привлечением инструментов модульной компоновки.

Ключевые слова: электромобиль; трансмиссия; проектное моделирование; компоновка; модули.

Artemev V.N.
Student
vadimar462@gmail.com
Scientific Advisor: ***Sevryugina N.S.***
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

MODULAR DESIGN OF ELECTRIC VEHICLE POWER PLANT AND TRANSMISSION COMPONENTS

Abstract. The expediency of the transition from the integrated architecture of the assembly of electric vehicles to a modular one is highlighted. It has been established that the efficiency of

optimizing the power reserve and energy consumption of an electric vehicle with rechargeable batteries depends on the component solution of an electric transmission. Using the functions of BEV (Battery Electric Vehicle) design modeling, the structure of an integrated design model for electric vehicle transmission components using modular layout tools is proposed.

Keywords: electric vehicle; transmission; design modeling; layout; modules.

Инновационный переход проектирования электромобилей от интегрированной архитектуры к модульной

Процесс развития техники и технологий их производства подчиняется законам социальной востребованности, экономической целесообразности и экологической безопасности [2]. В данном ключе представляет интерес применения модульного производства в комплексе проектирования электромобилей. Проектирование автомобилей в общей характеристике применяемых компоновочных решений прошло этапы закрытых архитектурных решений, в которых практически отсутствовали модификации, до открытых архитектур компоновки, с применением взаимозаменяемых компонентов с вариативными характеристиками и параметрами функционирования [5]. Инфограмма этапов развития модульного производства представлена на рис. 1.



Рис. 1. Этапы развития модульного производства

С 2000 года из-за понимания необходимости снижения сложности производственных процессов, практически все автопроизводители начали переход к технологиям модульной сборки на базе модульных платформ [6].

Проектирование трансмиссий электромобилей

Практика проектирования трансмиссий электромобиля базируется на односкоростной архитектуре, это позволяет снизить вес и уменьшить меха-

нические потери коробки передач. С целью разделения ездовых циклов производители начинают компоновать электромобили трансмиссиями с несколькими ступенями (рис. 2) [4].

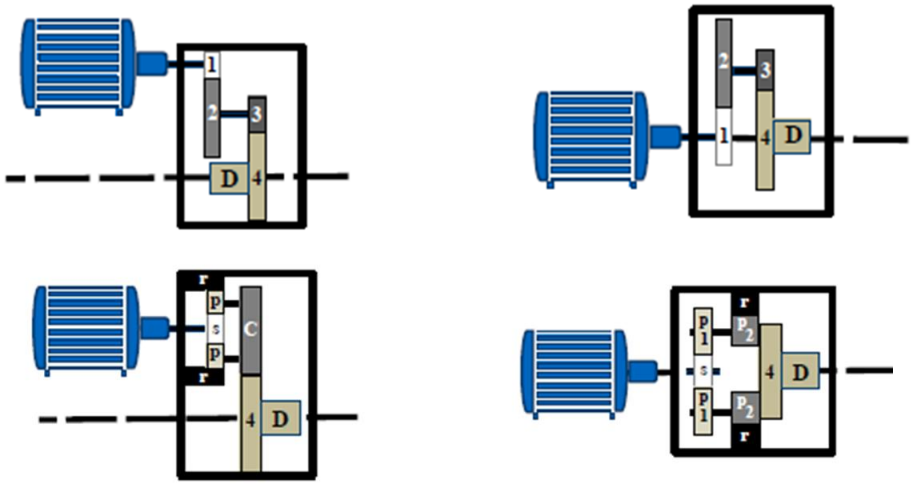


Рис. 2. Четыре топологии односкоростного согласующего редуктора: цифры обозначают номер шестерни, а буквы обозначают дифференциал (D), солнечную шестерню (s), сателлиты (p) и эпицикл (r)

Архитектура функционального взаимовлияния представлена через компонентное согласование силового агрегата и трансмиссии (рис. 3). Предложен метод обратного моделирования в программном комплексе MatLab/ Simulink, где заданные требования от колес передаются к трансмиссии, далее по компонентной цепочке к высоковольтной батарее для определения потребности в мощности [1].

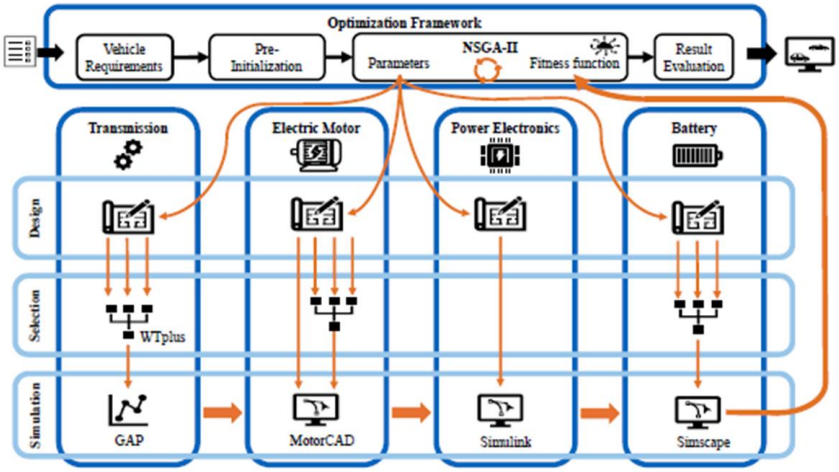


Рис. 3. Структура моделирования процесса проектирования компонентов электрической трансмиссии

При проектировании силового агрегата, в рамках оптимизационного подхода задается каждая конфигурация конструктивных параметров, вариативно обновляя модель. Параметрические значения передаются в первый

компонент – трансмиссию, задавая требования к параметрам колеса (крутящий момент и частоту вращения), требования к валу электрической машины, формируя архитектуру компоновочного решения. Проектирование электрической машины производится через Ansys MotorCad. Для электродвигателя конструирование придерживается подхода, при котором за предварительным проектированием из шаблона следует детальный проект, в котором реализованы контуры обратной связи для оптимизации электрической машины в рамках заданных конструктивных параметров. MotorCAD располагает модулями аналитического пересчета, пересчета двигателя в CAD и теплового пересчета. Если произведенного пересчета достаточно, проектирование электромашины завершено. Модуль аналитического пересчета обеспечивает замену всех рассчитанных параметров, они подгружаются автоматически.

Механические требования преобразуются в электрические характеристики, преобразуемые из переменного тока в постоянный, согласно требованию в модуле силовой электроники (общая мощность, потери и температура для моделирования), который вычисляется непосредственно в Simulink. На заключительном этапе результаты обрабатываются в разделе проектирования высоковольтных аккумуляторных батарей (внутренняя программа Simulink пакет Simscape battery, с библиотекой thermal) для преобразования в требования к мощности автомобиля и, таким образом, во входные параметры для тестовых режимов оптимизации производительности [3].

Циклы испытаний трансмиссий электромобилей с функционалом проектного моделирования BEV

Результаты на уровне целостного электромобиля вычисляются для ряда тестовых задач моделирования (рис. 4).



Рис. 4. Целостная модель проектирования компонентов, на основе представления функции проектного моделирования BEV (Battery Electric Vehicle) [6]

Этапы тестовых испытаний [1]:

– Первый тест проводится через имитационное моделирование процесса разгона, определяя максимальную скорость и ускорение, создавая вариативные решения энергопотребления для заранее установленного цикла движения. В ходе испытания на ускорение оцениваются характеристики электромобиля по достижению заявленного времени разгона на диапазоне

от начала движения до максимальной скорости, реперной точкой принимается время разгона по достижению скорости 100 км/ч. Оптимизационными критериями в данном случае принимаются показатели максимального крутящего момента электрической машины и максимальной мощности высоковольтной батареи. Для лучшего восприятия результатов имитационного моделирования возможно также сравнивать их с результатами, полученными автомобилями-аналогами. На рис. 5 представлены результаты подобного моделирования для кроссоверов классов C и D.

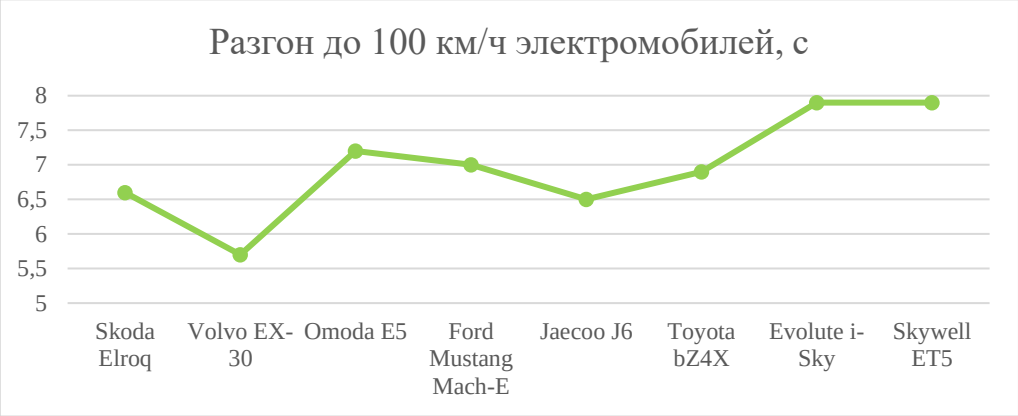


Рис. 5. Результаты моделирования разгона автомобилей кроссоверов BEV (Battery Electric Vehicle)

– Второй тест по изучению запаса хода методом WLTP (Worldwide harmonised Light Duty Test Procedure) − испытательный цикл для аккумуляторных электромобилей, который обеспечивает сопоставимость данных о расходе энергии и дальности пробега. Этот цикл пришел на смену устаревшему NEDC (New European Driving Cycle). Результаты теста являются стандартными для стран ЕС, Японии и Индии и единственными, имеющими юридическую силу, должны быть указаны в официальной документации (сертификате соответствия). Цикл для легковых автомобилей кроссоверов приведен на рис. 6.

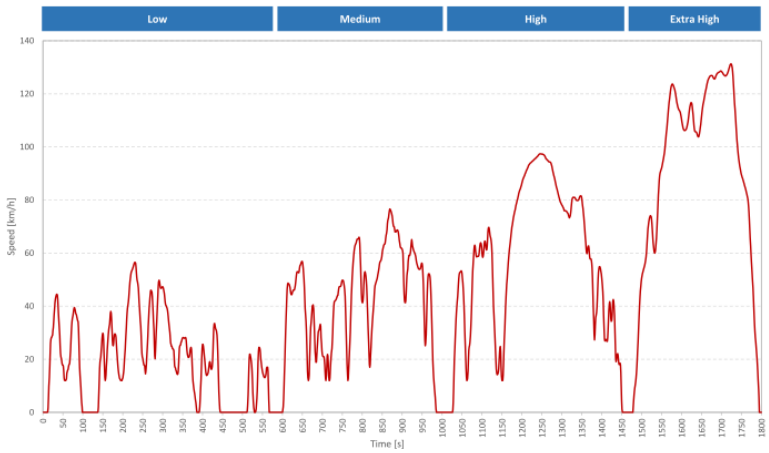


Рис. 6. Ездовой цикл по стандарту WLTP для автомобилей кроссоверов BEV (Battery Electric Vehicle)

На рис. 7 приведены результаты теста запаса хода для кроссоверов классов C и D.

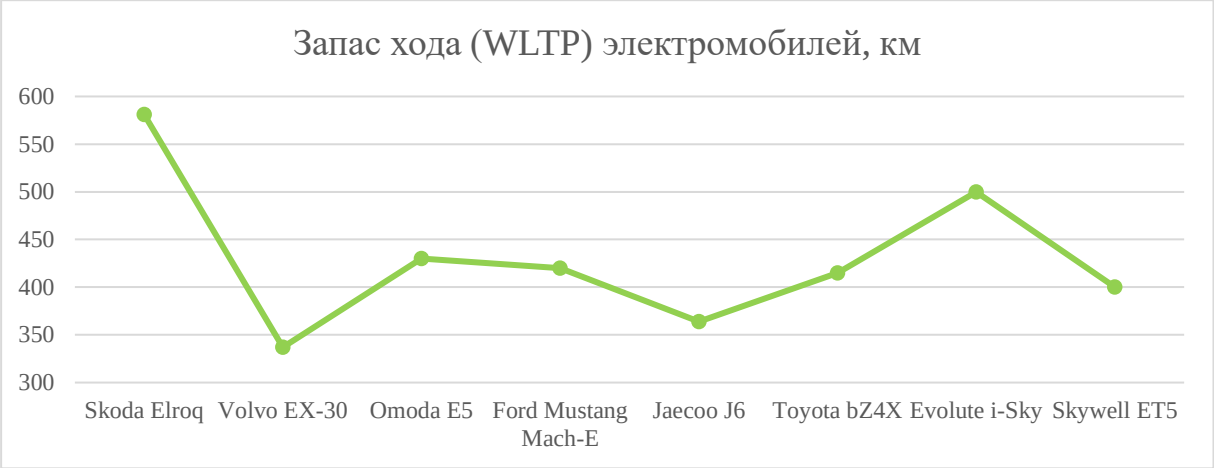


Рис. 7. Запас хода (WLTP) автомобилей кроссоверов BEV (Battery Electric Vehicle)

Вывод

В исследованиях представлена целостная модель проектирования компонентов электрической трансмиссии, включающая высоковольтную батарею, силовую электронику, электрическую машину и трансмиссию, которая предназначена для использования в качестве базы дальнейшего развития конструкций электромобилей.

Список литературы

1. Артемьев В.Н., Севрюгина Н.С. Модульные платформы в компоновочной архитектуре трансмиссий гибридных автомобилей // Современные технологии, материалы и техника : сборник научных статей 2-й Всероссийской научно-технической конференции, Воронеж, 20 декабря 2024 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2024. – С. 16-19. – EDN OTTRHR.

2. Богомолов А.А., Севрюгина Н.С. Вариационная трактовка жизненного цикла технических систем // Строительные и дорожные машины. – 2010. – № 10. – С. 48-52.

3. Виноградов В. Архитектура соединений для электротранспорта следующего поколения // Компоненты и технологии. – 2022. – № 2(247). – С. 52-56.

4. Грушников В.А. Комплекс мероприятий по совершенствованию зарубежных автомобильных транспортных средств. Часть 2: прогрессивные и перспективные агрегаты // Вестник транспорта. – 2023. – № 11. – С. 12-15.

5. Севрюгина Н.С., Кулева Н.С. Оценка эффективности различных научных теорий в исследованиях характеристик надежности элементной базы и систем транспортных и технологических машин // Мир транспорта и технологических машин. – 2016. – № 1(52). – С. 70-77. – EDN VMFZID.

6. Jizi Li, Chunling Liu, Weichun Xiao. Modularity, Lead time and Return Policy for Supply Chain in Mass Customization System // International Journal of Computational Intelligence Systems, Vol. 9, No. 6 (2016), C. 1133-1153.

Барабаш С.А., Шмелев П.В.
студенты
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

«КУРЬЕРСКИЙ КОНЬ» – ОДНОКОЛЕЙНОЕ СРЕДСТВО ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩЕЕСЯ НА КУРЬЕРСКОЙ ДОСТАВКЕ И ГРАЖДАНСКОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ФОРМАТЕ «РАБОТА – ДОМ»

Аннотация. На сегодняшний день на улицах Москвы растет количество средств индивидуальной мобильности (СИМ). Одно из популярных – электровелосипеды. Анализ рынка электровелосипедов показывает, что объем импорта за 2024 год увеличился на 80%. Однако с ростом количества СИМ, учащается и количество ДТП с данным видом транспорта. К тому же многие курьеры, использующие электровелосипеды, всячески модернизируют их и передвигаются без шлема, что является прямым нарушением ПДД. В связи с чем был проведен глубокий анализ среди пользователей электровелосипедов и было выяснено, что на рынке нет решения, отвечающего всем требованиям и закрывающим большинство имеющиеся проблемы. В результате, было предложено свое решение – проект «Курьерский конь», одноколейное средство индивидуальной мобильности с повышенным уровнем защиты от внешних факторов и дорожной безопасности, а также адаптированное к перевозке грузов и людей в формате «последняя миля».

Ключевые слова. Одноколейный транспорт, средство индивидуальной мобильности, повышенная безопасность, каркас безопасности, электротранспорт, электротехнические агрегаты, транспорт будущего, электропривод.

Barabash S.A., Shmelev P.V.
Students
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

«COURIER HORSE» – SINGLE-TRACK PERSONAL MOBILITY VEHICLE SPECIALIZING IN COURIER DELIVERY AND CIVILIAN USE IN THE WORK-HOME FORMAT

Abstract. Nowadays, the number of individual mobility devices (IMDs) on the streets of Moscow is increasing. One of the popular choices is electric bicycles. Market analysis shows that the import volume for electric bicycles increased by 80% in 2024. However, with the rising number of IMDs, the frequency of accidents involving these types of transport is also growing. Furthermore, many couriers using electric bicycles modify them in various ways and ride without helmets, which is a direct violation of traffic rules. As a result, a thorough analysis was conducted among electric bicycle users, revealing that there is no existing solution on the market that meets all requirements and addresses most of the current issues. Consequently, we proposed our own solution – the «Courier Horse» project, a single-track individual mobility device with an enhanced level of protection against external factors and road safety, as well as adapted for transporting goods and people in the «last mile» format.

Keywords. Single-track transport, individual mobility device, enhanced safety, safety frame, electric transport, electric power units, transport of the future, electric drive.

Введение с указанием цели научной работы

В постпандемийный период вырос спрос на одноколейные средства индивидуальной мобильности (СИМ). Из года в год этот спрос продолжает расти. По данным маркетингового агентства ROIF Expert объем импорта электровелосипедов в оценке стоимостных индикаторов увеличился на 80%, среди которых только Китай поставил электровелосипедов на 4,7 миллиона долларов [1]. Как результат доставщики продуктов и маркетплейс-курьеры заполнили дороги общего пользования в круглогодичном использовании СИМ различной моторизации, двигаясь без шлемов.

Тренд на ускоренную доставку ведет к появлению более мощных СИМ, но степень защищенности водителей не соответствует требованиям безопасного вождения и ПДД, погодной защите. На улицах растет статистика аварий с участием СИМ. Согласно исследованию Российской академии транспорта за первое полугодие 2023 года (рис. 1) с участием СИМ, имеющих электродвигатель мощностью до 0,25 кВт, произошло каждое третье (30,5%, или 318) ДТП, на которые приходится одна шестая (16,7%, или 2) погибших и третья часть (30,2%, или 327) раненых. В одном ДТП участвовало СИМ мощностью более 4 кВт (6 кВт), в котором 1 человек получил ранение [2].

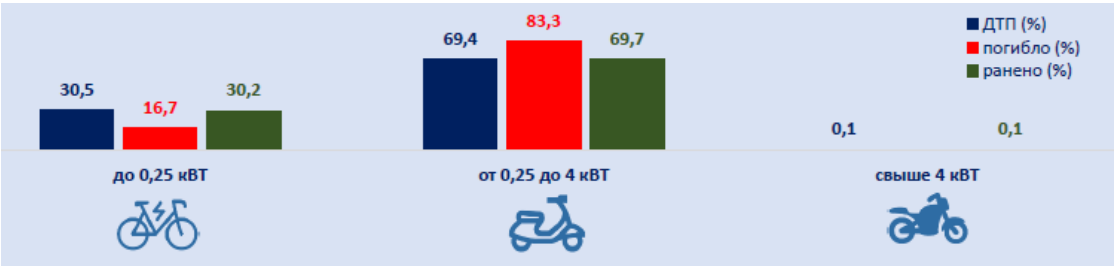


Рис. 1. Диаграмма распределение показателей аварийности в зависимости от мощности электродвигателя

Пользователи электровелосипедов и скутеров пытаются сами модернизировать свои СИМ, наращивают мощности, размеры и вес батарей, изменяют эксплуатационные параметры (ТТХ), стихийно решают вопросы адаптаций к погодным условиям. Но такие решения носит хаотичный характер.

Таким образом, сформулирована следующая цель проекта: необходимо разработать безопасное, энергетически более эффективное, доступное по цене и комфортное одноколейное транспортное средство, которое изменит ситуацию на дорогах общего пользования в лучшую сторону и будет востребовано как для служебных целей доставки мелких грузов, так и для коротких поездок в формате «последняя миля».

Постановка задач

Исходя из обзора информации и проблематики по использованию средств индивидуальной мобильности и поставленной цели, необходимо сформулировать задачи и разработать решение, закрывающие все вышеперечисленные вопросы.

Это должно быть компактное транспортное средство, обеспечивающее комплексную защиту водителя и обладающее специфическими эксплуатационными свойствами СИМ:

– наличие каркаса безопасности;

– наличие ремней безопасности;

– возможность установки подушек безопасности и т.д.;

– способное быстро и безопасно доставить груз и людей от точки А до точки Б;

– быть экономичным;

– обладать средствами оперативного контроля за дорожной ситуацией;

– обеспечивать комфорт и эргономичность для длительных служебных разъездов;

– обеспечивать защиту от осадков, ветра, жесткой инсоляции;

– решать вопросы внешней заметности в темное время суток;

– конструкция проектируемого средства, должна учитывать климатические особенности эксплуатации на территории России;

– стать лучшим предложением на рынке по соотношению цена/качество.

Предложенные решения

В соответствии с поставленными целями и задачами проекта инициирована разработка конструкции электроскутера-трансформера «Курьерский конь» (КК) (рис. 2). Это одноколейное средство индивидуальной мобильности с повышенным уровнем защиты от внешних факторов и дорожной безопасности, а также адаптированное к перевозке грузов и людей в формате «последняя миля».

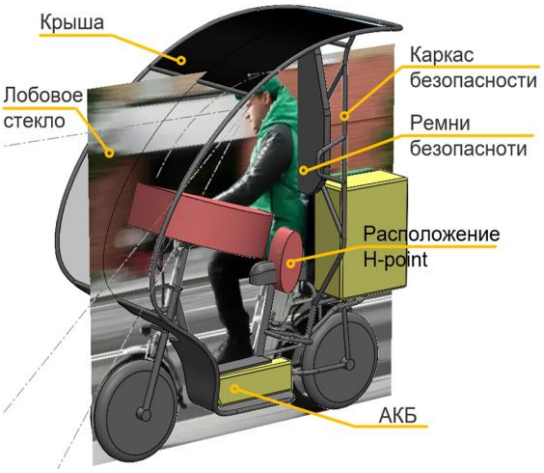


Рис. 2. Концепция «Курьерского коня»

Для данного концепт-средства был спроектирован каркас безопасности с боковыми поддержками с учетом эргономики [3, с. 32], и использования 95 перцентиля, основываясь на ГОСТ Р 56274-2014. Особое внимание уделено пассивной безопасности: предусмотрены четырехточечный ремень безопасности, уход переднего колеса под раму СИМ при лобовом столкновении и сохранение пользователя внутри каркаса безопасности при боковом падении, места под подушки безопасности, лобовое стекло оригинальной конфигурации и крыша-трансформер для защиты от непогоды. Для улучшения управляемости и снижения центра тяжести аккумуляторная батарея расположена в горизонтальном положении у основания СИМ. Для эксплуатации в зимнее время года предусмотрена система подогрева аккумуляторной батареи для сохранения емкостных характеристик и производится работа по герметизации электродвигателя.

Для определения более точных эксплуатационных параметров к разрабатываемому СИМ был проведен сравнительный анализ транспортных средств, уже имеющихся на рынке [4–6]. По результатам анализа конкурентов и первичных расчетов были сформированы целевые показатели КК:

1. Емкость (15-100 А*ч)
2. Напряжение (36-48-60 В.)
3. Размеры и масса (индивидуально)
4. Тип АКБ (Литий-ионный\Литий-фосфатный)
5. Запас хода (25-60+ км.)
6. Время зарядки (3-8 ч.)
7. Мощность (250-1500+ Вт.)*
8. Тип двигателя (Мотор-колесо\Фрикционный)
9. Степень защиты IP
10. Скорость (30-60+ км/ч)
11. Собственный вес: 100-200 кг.
12. Вес седока: до 120 кг.
13. Возможно использование конденсаторов, как версия *ё-мобиль-СИМ*.
14. Возможность использования рекуперации, для повышения запаса хода.

Были проведены испытания популярного электровелосипеда бренда Minako [7], широко использующегося в курьерской доставке (рис. 3) и определение его характеристик. Также при помощи множества килограммовых грузов удалось испытать влияние различной компоновки на маневренность, управляемость и другие технические характеристики. Опираясь на имеющиеся материалы по испытаниям одноколейных транспортных средств в России [8], был разработан следующий комплекс испытаний: торможение с максимальной скорости, змейка, коридор, восьмерка и полукруг (рис. 4).

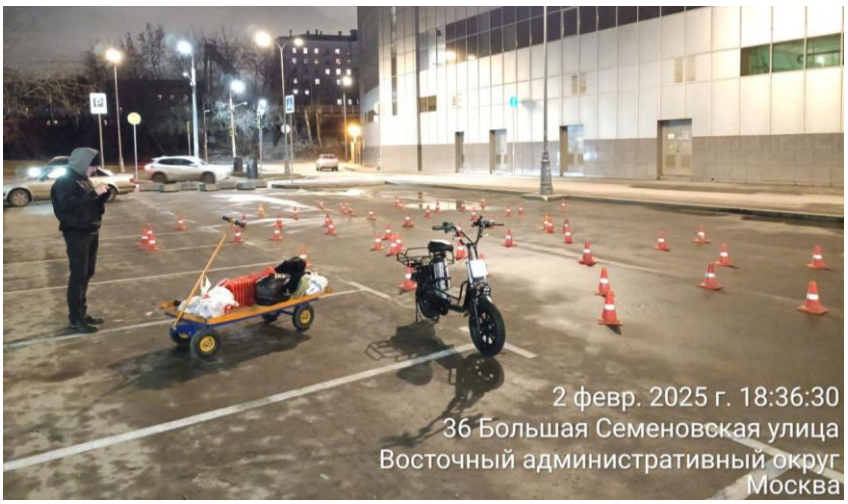


Рис. 3. Проведение испытаний

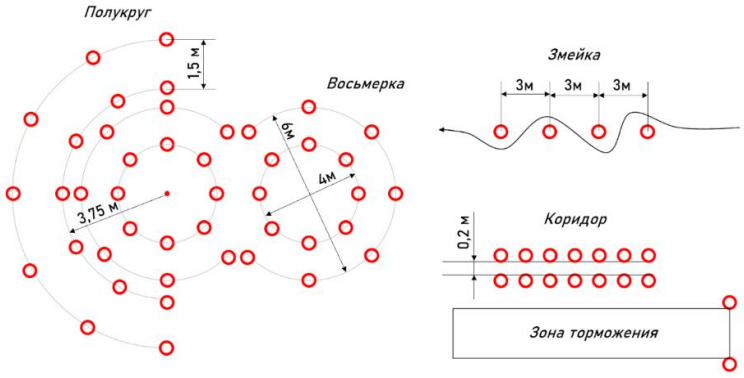


Рис. 4. Трасса с расставленными конусами для выполнения испытаний

По результатам испытаний удалось определить оптимальную компоновку для одноколейного ТС, специализирующегося на курьерской доставке, за счет чего удалось:

– улучшить управляемость и маневренность
– улучшить устойчивость
– уменьшить тормозной путь с 5 м до 3,4 м

Пример одного из проводимых испытаний – испытание «Змейка»

Пилот разгонялся до определенной скорости, далее, не используя тормоза, выполнял упражнение змейка, поддерживая скорость, выбранную для прохождения данного испытания. В таблицу заносилась максимальная скорость прохождения данного испытания.

Таблица

Максимальная скорость прохождения испытания, *V*max, км/ч

Вид транспортного средства	*Значение*
Стандартный электровелосипед	24
Электровелосипед с + 30 кг на заднем багажнике	18
Электровелосипед с + 30 кг при новой компоновке	28

Для проектирования и создания математических моделей были использованы программы SolidWorks и MATLAB. Для натурного моделирования и 3D-печати нескольких итераций концепта (рис. 5) использовалась программа Bambu Studio.

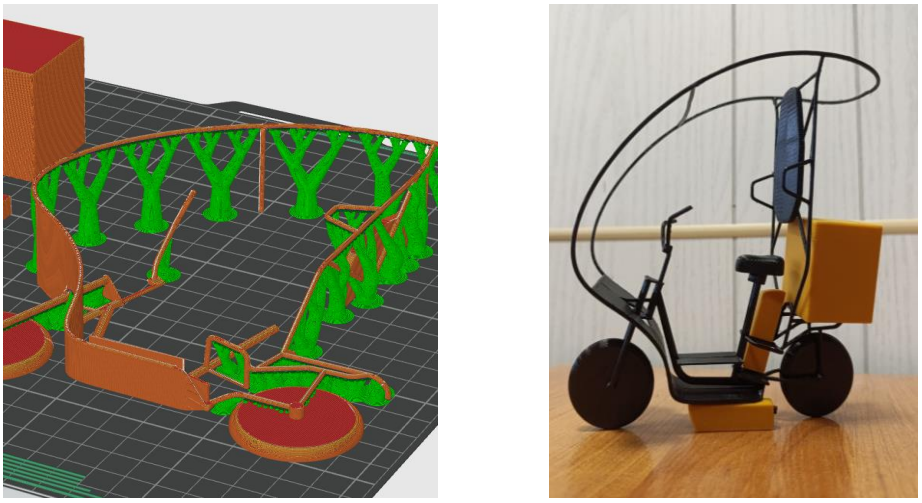


Рис 5. Скриншот из программы Bambu Studio и 3 D-макет концепта «Курьерского коня»

Текущий статус разработки проекта – это активные консультации с потенциальными заказчиками СИМ и выведение работ на создание платформенного решения для облегченной версии электроскутера или электровелосипеда (педальный вариант).

Параллельно ведется конципирование и компоновка силового привода, подбор электротехнических агрегатов необходимых для движения транспортного средства.

В состав электротехнических агрегатов входит:

1) Аккумуляторная батарея
2) Электродвигатель
3) Система управления силовой установкой
4) Система управления батареей
5) Электронные блоки управления
6) Система подогрева аккумуляторной батареи

Совершенствуется несущий каркас под эксплуатационные характеристики транспортного средства.

Готовятся заявки на патентование ряда конструкционных решений.

Заключение

В России нужно свое комфортное и безопасное средство индивидуальной мобильности (СИМ), отвечающее вызовам времени. Создание такого транспорта улучшит ситуацию на дорогах, спасет и обезопасит многие жизни, а пользователи такого вида СИМ получит комфортные условия для

работы и отдыха, что поможет повысить эффективность работы сервисов доставки, использующих обычные электровелосипеды сегодня.

Предлагаемый проект «Курьерский конь» – это реальные решения на запрос рынка и требования по безопасности движения на дорогах густонаселенных городских агломераций, в вопросах социальных, экономических, экологических аспектов мобильности.

Список литературы

1. 2024: Исследование рынка электровелосипедов в России отражает максимальный спрос на импортную продукцию // sostav.ru URL: https://minako.ru/ (дата обращения: 8.03.2025).
2. Peugeot HYmotion3 Compressor Concept // netcarshow.com URL:
3. Reborn electric BMW C1 gets airbags, safety cell, active aero and can be ridden as a normal bike // motorcyclenews.com/ URL:
4. US$1,400 tilting three-wheeler puts a roof over riders' heads // newatlas.com URL: https://newatlas.com/motorcycles/doufeng-s1-110-scooter/ (дата обращения: 8.03.2025).
5. Волков А. Т. Проектирование мотоцикла. – М.: Машиностроение, 1978. – 80 с.
6. Гаевский В.В. Развитие теории движения одноколейных транспортных средств: монография. – М.: МАДИ, 2019. – 176 с.
7. Статистика аварийности с участием велосипедистов и средств индивидуальной мобильности за шесть месяцев 2023 года // rosacademtrans.ru URL:
8. Электровелосипед Minako // minako.ru URL:

Секция 7
ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ДЕЛО: ТРАДИЦИИ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Абросимова А.В.
студент
Научный руководитель: ***Наумова Е.О.***
к.фил.н., доцент,
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ЭВОЛЮЦИЯ СОЦИАЛЬНОГО ЯВЛЕНИЯ И ПОНЯТИЯ «ПАТРИОТИЗМ»

Аннотация. Статья анализирует эволюцию патриотизма как социального явления и термина в контексте истории Российского государства. В данном исследовании автор поднимает вопросы сущности и понимания патриотизма, в ходе терминологического анализа раскрывает лингвистические аспекты термина «патриотизм». Исторический анализ позволяет проследить, как в течение развития Российского государства (на протяжении четырёх характерных этапов) трансформировалось понимание и лексика патриотизма.

Ключевые слова: патриотизм; патриот; понятие; социальное явление; семантика; эволюция; Россия.

Abrosimova A.V.
Student
Scientific Advisor: ***Naymova E.O.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

THE EVOLUTION OF THE SOCIAL PHENOMENON AND THE CONCEPT OF «PATRIOTISM»

Abstract. The article analyzes the evolution of patriotism as a social phenomenon and term in the context of the history of the Russian state. In this study, the author raises questions about the essence and understanding of patriotism, and reveals the linguistic aspects of the term «patriotism» in the course of a terminological analysis. Historical analysis allows us to trace how the understanding and vocabulary of patriotism have been transformed over the course of the development of the Russian state (during four specific stages).

Keywords: patriotism; patriot; concept; social phenomenon; semantics; evolution; Russia.

Разграничение понятий

В теоретическом смысле строго определено, что патриотизм – это любовь к Родине. Если проследить дефиниции термина в различных словарях, то мы увидим близость трактовок у ряда лингвистов: у В.И. Даля «патриотизм» – любовь к отчизне, у С.И. Ожегова – преданность и любовь к своему отечеству, к своему народу, у Д.Н. Ушакова – любовь, преданность и привязанность к отечеству, своему народу.

Однако различают и другие уровни понимания этого феномена. Так, например, Н.С. Савкин в своей работе «Философия патриотизма патриотизм мнимый, показной и подлинный» говорит о проявлениях показного, скрытого (или завуалированного) и фальшивого (воображаемого, ложного, притворного) патриотизма. Также это явление нередко упоминается в религиозных проповедях, службах.

Очень важно в контексте понимания патриотизма различать понятия «страна», «государство», «Родина», «Отечество» («Отчизна») и «народ». Сегодня настоящим патриотизмом является в том числе умение дифференцировать эти смыслы и не позволять искажать их семантику. В условиях информационной войны этот навык и знания являются главной гарантией защиты от вредоносного влияния, цель которого – разжигание ненависти, побуждение к военным конфликтам.

Современная характеристика термина и социального явления

«Современный толковый словарь русского языка» Т.Ф. Ефремовой объясняет патриотизм как «любовь к своему отечеству, преданность своему народу и ответственность перед ним, готовность к любым жертвам и подвигам во имя интересов своей Родины».

Тем не менее, патриотизм как явление изучается в педагогике, социологии, психологии, философии, политологии, используется в том числе как инструмент влияния. Однако на данный момент остановимся на лингвистическом аспекте и проанализируем понятие «патриотизм» с точки зрения терминологического анализа. Критериями анализа будут выступать: системность, содержательность, терминологичность, однозначность или многозначность, функциональность, дефинитивность, интернациональность, современность и эмоциональный окрас (нейтральность).

Системность у термина относительно низкая: он не относится к специальной лексике, является общеупотребительным словом. Однокоренных слов не так много: «патриот», «компатриот», «патриотка», «патриотичность», «патриотичный», «антипатриотичный» и некоторые составные: «национально-патриотический», «социал-патриот», «ура-патриот», «социал-патриотизм» и подобные.

С содержательной точки зрения термин имеет одну дефиницию. Иных укоренившихся значений нет, так как слово однозначное.

Слово практически не терминологично: сегодня (как и в любой период истории России) понятие патриотизма не является специальным.

Оно однозначно с лексической точки зрения, но в то же время многозначно в философском, социальном и психологическом контексте.

Термин довольно функционален: у него нет конкретной сферы использования в профессиональной деятельности, но при его употреблении эффективность высказывания в определённом смысле возрастает, а предложение, фраза или словосочетание приобретают особую силу. Иными словами, свою коммуникативную задачу слово выполняет отлично: оно строго работает ровно на те цели, которые ставит автор текста. У понятия (самого по себе) нет интерпретаций, которые могут скрыто повлиять на восприятие текста и интенцию автора без его прямого намерения.

Дефинитивность высокая: слово легко подвергается определению всего лишь одним словосочетанием: «любовь к Родине».

В ходе анализа исследования А.А. Лебедева и Л.А. Кохановой «Понятие «патриотизм» в современном прочтении: этимология и семантика» было выявлено, что термину присуща и интернациональность, так как практически во всех языках присутствует его производная от слова «патриот».

Слово отвечает всем современным языковым нормам, оно ясно любому человеку, что позволяет сказать, что понятие современно.

Наконец, нейтральность – самая спорная составляющая данной лексемы. В современном медийном дискурсе слово «патриотизм» обладает сложной и неоднозначной эмоциональной и субъективной окраской, которая сильно варьируется в зависимости от контекста, аудитории и политической позиции СМИ и личной интерпретации человека, который его использует в речи. Так, например, его негативная окраска связана с тем, что патриотизм может перерастать в агрессивный национализм, ксенофобию и нетерпимость к другим культурам и народам. Термин сложно назвать хоть сколько-нибудь нейтральным.

Этимология, идея патриотизма в истории России

Сегодня патриотизм является одной из наиболее значимых и устойчивых ценностей, понятных каждому человеку на том или ином уровне восприятия независимо от личностных, политических, культурных и прочих взглядов, статуса, образования. Иными словами, явление «любви к Родине» знакомо всем, но каждый понимает её по-своему. Такая социальная картина сформировалась благодаря тому, что своими истоками патриотизм в истории России уходит в древность, а именно – в период распространения христианства на Руси и борьбы с иноземными захватчиками. Защита родного, близкого, «своего» стала основой для формирования самосознания наших предков и сохранилась до нынешних дней, пройдя путь сквозь самые разные политические, исторические, социокультурные и прочие общественные процессы.

М. А. Мазур и Я. А. Ванюкова в работе «Эволюция понятия патриотизма и патриотического воспитания» выделяют следующие его этапы развития: философский этап (до XVI века); общетеоретический этап (XVII век – 1917 год); советский этап (1918–1991 годы); постсоветский этап (90-ые годы XX века – 10-е годы XXI века).

Так, философский этап – это период попыток разобраться в явлении (главным образом с точки зрения духовности и религиозного контекста). Конкретного тогда термина ещё не существовало, но в литературе и фольклоре уже продвигались идеи героизма, самопожертвования и преданности Отечеству. Первое упоминание лексемы в России зафиксировано во времена правления Петра I.

Вообще, согласно «Этимологическому словарю русского языка» М. Фасмера, слово «патриот» обозначается как позднее заимствование через немецкий термин «patriot» или непосредственно из французского «patriot» в значении «сын отечества» от латинского «patriota».

С XVII века по 1905 год патриотизм по-прежнему носил религиозно-православный характер, но стал рассматриваться и с позиции других сфер и институтов познания: в ту эпоху активно распространялись различные теории и учения, причём как со стороны государства и правящего двора, так и со стороны независимых (и даже оппозиционных) мыслителей. Особенно важным событием для развития патриотизма как социального явления стала серия русских революций с 1905 по 1917 годы.

В советский этап патриотизм стал важным инструментом мобилизации населения для достижения экономических, социальных, военно-тактических, а позднее и восстановительно-прогрессивных целей. Лексема «патриотизм» часто использовалась в контексте лояльности к Советскому Союзу, социалистическому строю, преданности коммунизму.

В свою очередь, постсоветский период характеризуется как самый противоречивый момент в вопросе семантики термина и понимания социального явления. Интересно, что тогда патриотизм часто связывался с понятиями суверенитета, независимости, демократизации, готовности к переменам и переосмыслению исторического прошлого, переоценке ценностей эпохи СССР.

Итоги исследования

Главной особенностью термина «патриотизм» сегодня является его полярность и сильно окрашенная интерпретация в общественном сознании. В современном медийном дискурсе наравне с позитивными ценностями он используется как социальный инструмент влияния в политических программах и планах, как обоснование действий властей или как оправдание агрессии по отношению к образу «врага».

В условиях информационной войны настоящим патриотизмом выступает умение отличать понятия, связанные с патриотической тематикой, недопущение искажения их истинного смысла.

Список литературы

1. Большой толковый словарь русского языка: современная редакция / Д. Н. Ушаков. – Москва: Дом Славянской кн., 2008. – 959 с.
2. Будякова, Г.И., Этимология и история понятия «патриотизм» // Научный аспект, Том. 13, № 6, стр. 1645-1651, URL: https://na-journal.ru/6-2023-istoriya/5661-etimologiya-i-istoriya-ponyatiya-patriotizm
3. Ващенко, А. В. Генезис российского патриотизма // Социально-гуманитарные знания, 2017, С. 325 – 332.
4. Ипполитова, Н.В. Патриотическое воспитание учащейся молодежи в современных условиях / Н.В. Ипполитова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2016. – Т. 8, № 4. – С. 9–15.
5. Кром М.М. Первый русский патриот (конспект) // Краткое содержание четвертого эпизода из курса Михаила Крома «Генеалогия русского патриотизма», URL: https://arzamas.academy/materials/299?ysclid=m8gk7547ll173409586
6. Лебедев, А.А. Понятие «патриотизм» в современном прочтении: этимология и семантика / А.А. Лебедев, Л.А. Коханова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Лингвистика». – 2015. – Т. 12, № 1. – С. 29–34.
7. Ливцов В., Пожидаев А. Эволюция понятия «патриотизм»: через прошлое к будущему, URL: http://www.svom.info/entry/694-evolyuciya-ponyatiya-patriotizm-cherez-proshloe-k-/?page=22
8. Лутовинов В.И. Патриотизм и проблемы его формирования у российской молодежи в современных условиях. Автореф. дис. д-ра филос. наук. М., 1998, с. 48
9. М. А. Мазур, Я. А. Ванюкова Эволюция понятия патриотизма и патриотического воспитания // Психопедагогика в правоохранительных органах, 2010, №4 (43), 51-53 с. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-ponyatiy-patriotizma-i-patrioticheskogo-vospitaniya
10. Михаил Задорнов: «Российское государство не завоевать, потому что Родина выйдет из-за угла и наподдаст!» (Комсомольская правда, статья от 10 ноября 2017 14:29). URL: https://www.vrn.kp.ru/daily/26756.7/3785761/
11. Савкин Н. С. Философия патриотизма: патриотизм мнимый, показной и подлинный // Гуманитарий: актуальные проблемы гуманитарной науки и образования. – 2018. – № 2. – С. 197–204.
12. Соколова А. Ю. Изменчивость языка: факторы, влияющие на развитие грамматического строя // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Лингвистика. 2019. № 2. С. 24–31.
13. Толковый словарь живого великорусского языка: избр. ст. / В.И. Даль; совмещ. ред. изд. В.И. Даля и И.А. Бодуэна де Куртенэ. – Москва: Олма-Пресс: Крас. пролетарий, 2004. – 700 с.
14. Толковый словарь русского языка [Текст]: 72500 слов и 7500 фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова; Российская АН, Ин-т рус. яз., Российский фонд культуры. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Азъ, 1994. – 907 с.
15. Фасмер М. Этимологический словарь славянских языков. Перевод с нем. и дополнения О.Н. Трубачева. Т. I–IV. М., 1964–1973 (=1987, 2003)
16. Чжан М. Концепты «Родина» и «Государство» в русском языке// Litera. 2024. № 1. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=69218
17. Шаронов А.А. Анализ взглядов на понятия «патриотизм» и «активность» // Интернет-журнал «Мир науки» 2016, Том 4, номер 4. URL: http://mir-nauki.com/PDF/12PDMN416.pdf

Архипов К.А.
студент
Научный руководитель: ***Зимина Л.В.***
д.фил.н., профессор,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННОМ КНИГОИЗДАНИИ

Аннотация. Цель данного доклада – анализ возможностей применения искусственного интеллекта. В работе рассматриваются основные направления приложений технологий ИИ (в частности – нейросетей) в современном книгоиздании, а также их достоинства и недостатки. Исходя из рассмотренных примеров в докладе приводятся выводы о значимости использования таких технологий и возможные перспективы дальнейшего развития отрасли в соответствии с уже имеющимися тенденциями.

Ключевые слова: искусственный интеллект; нейросети; книгоиздание; генерация контента; текст; изображения; авторство.

Arkhipov K.A.
Student
Scientific Advisor: ***Zimina L.V.***
Doctor of Philological Sciences, Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN MODERN BOOK PUBLISHING

Abstract. The purpose of this report is to analyze the possibilities of using artificial intelligence. The paper examines the main areas of application of AI technologies (in particular, neural networks) in modern book publishing, as well as their advantages and disadvantages. Based on the examples considered, the report draws conclusions about the importance of using such technologies and possible prospects for further development of the industry in accordance with existing trends.

Keywords: artificial intelligence; neural networks; book publishing; content generation; text; images; authorship.

В наше время повсеместная цифровизация оказывает сильнейшее влияние на деятельность самых различных сфер жизни человечества. В связи с этим можно логично предположить, что современное книгоиздание также переживает значительные изменения – происходит повсеместная трансформация и информатизация различных его направлений и специализаций. Эти технологии в свою очередь открывают новые возможности для оптимизации производственных процессов, повышения качества продукции и создания инновационных форматов взаимодействия с читателями. Рассмотрим основные и наиболее крупные направления применения ИИ в современном книгоиздании

Одним из основных направлений применения ИИ в книгоиздании является автоматизация редакционных процессов: системы на основе ИИ способны анализировать тексты, выявлять грамматические, пунктуационные и стилистические ошибки, а также предлагать варианты правок. Это в свою очередь значительно ускоряет процесс редактирования и в перспективе повышает качество публикуемых материалов. Такие инструменты, как, например, Grammarly или ProWritingAid уже активно используются как авторами, так и редакторами для проверки текстов. Эти программы не только исправляют ошибки, но и предлагают стилевые улучшения текста, что может быть особенно полезным для начинающих писателей. Отечественное решение в виде Yandex Data Factory значительно упрощает процесс производства контента, автоматизируя все этапы, начиная от корректуры и редактирования и заканчивая публикацией контента и его рассылкой.

Технологии ИИ также активно применяются для создания книжных иллюстраций. Такие генеративные нейросети, как зарубежные DALL-E, MidJourney, Stable Diffusion и отечественные Kandinsky и Шедеврум, могут по текстовому запросу пользователя создавать изображения, что значительно ускоряет процесс подготовки издания к печати. Это особенно актуально для небольших издательств, которые стремятся сократить издержки и уменьшить время, затрачиваемое на производство. Это не только экономит время, но и позволяет экспериментировать с визуальным стилем иллюстраций будущей книги. Однако важно учитывать, что такие технологии пока далеко не всегда способны полностью заменить работу профессиональных художников-иллюстраторов, особенно в случаях, где требуется уникальный художественный стиль, и в большинстве случаев все работы, созданные нейросетью, нуждаются в коррекции и доработке специалистами-иллюстраторами.

Также в качестве примера использования нейросетей данного типа могу привести задание, которое было выполнено мной недавно в рамках дисциплины «Инновационные технологии в издательском деле» – создание иллюстраций к литературному произведению при помощи нейросетей. В качестве нейросети для генерации изображений была выбрана не столь известная и популярная модель – DeepAI. Особенностью работы с ней является то, что она воспринимает запросы на английском языке гораздо лучше, нежели на русском. У неё имеется множество стилей генерации, которые задают те или иные установки – «шаблоны». Неочевидным минусом этой нейросети является то, что помимо привычных искажений генерации в виде нечитаемого и зачастую «вымышленного» сгенерированного на картинке текста, неправильного положения и структуры ладоней а также поз персонажей в целом, некоторые установки, вшитые в стили, «ломают» генерацию по заданному запросу: например, при запросе генерации здания в стиле неонуар она всегда изображала внутри него дождь, а иногда и ливень, и даже при добавлении в запрос исключений на генерацию она всё равно продолжала его изображать.

Отдельного внимания заслуживает использование ИИ в создании литературного контента. Такие генеративные нейронные сети, как ChatGPT и DeepSeek, способны самостоятельно (по запросу, формируемому пользователем) генерировать тексты, что открывает новые возможности для создания целых произведений и написания статей. Однако работа таких нейросетей поднимает этические вопросы, касающиеся авторства и оригинальности создаваемых (или генерируемых) ими текстовых материалов.

В качестве известных кейсов применения такого типа нейросетей можно вспомнить книгу «Пытаясь проснуться» – сборник рассказов, созданный писателем Павла Пепперштейна и нейросетью ruGPT-3, которая написала ровно половину от общего объёма – 12 рассказов из 24. Для создания сборника нейросеть тренировали на рассказах самого Пепперштейна, и она смогла выдать результат, схожий с его авторским стилем.

Другим примером реализации данного направления является изданная в 2023 году сервисом «Литрес» книга Антона Платунова и Андрея Глебова «Скайнет в эпоху киберпанка. Теория сверхразума и вызовы перед человечеством в XXI веке», написанная с использованием модели GPT-4, которая сама генерировала диалоги и монологи, а также предлагала авторам идеи для развития сюжета. Ранее в том же году совместными усилиями «Сбера» и новостного холдинга «РБК» был создан первый в России выпуск газеты с использованием отечественной нейросети широкого профиля GigaChat.

Также в качестве примера могу привести ранее упомянутое задание, и конкретную его часть – создание литературного произведения при помощи нейросетей. Для генерации текста мной была выбрана нейросеть ChatGPT версий 4o и 4o-mini. В целом, нейросеть справилась с поставленной задачей, но в тексте произведения ей было введено множество персонажей, выполняющих одинаковые функции (персонажи-филлеры) и, в связи с этим, действие сюжета шло почти повторяющимися витками. При указании жанра будущего произведения нейросетью были успешно применены наиболее известные сюжетные и речевые штампы. Интересным является ещё то, что без указания в запросе о том, чтобы она заканчивала произведение, нейросеть сама этого не совершает – теоретически произведение может длится вечно, из раза в раз повторяя сюжетные ходы и вводя однотипных персонажей. Но, несмотря на это, ChatGPT очень часто и активно используется при создании литературных произведений. На Amazon в продаже давно имеются книги, написанные с помощью ИИ.

Ещё одним важным аспектом является использование нейросетей для озвучки аудиокниг: нейросети формата text to speech (или же text to voice) помогают обрабатывать тексты произведений и воспроизводит его вслух так, как будто бы его произносит живой человек. Такие нейросети умеют синтезировать речь, менять параметры голоса «чтеца», а также справляются с текстами для песен, превращая их в настоящие композиции. Однако, как и в случае с предыдущим пунктом, важным остаётся вопрос авторства, поскольку иногда для синтеза используются голоса знаменитостей.

Так, например, волну популярности в 2023-24 годах получили AI-каверы, в которых популярные песни перепевались другими словами, под другие инструментальные партии или вовсе менялся голос самого исполнителя. Это стало возможно благодаря наличию обученных на фрагментах с речью знаменитых исполнителей и актёров дубляжа голосовых моделей, с помощью которых специальные нейросети «переозвучивали» оригинальные голосовые дорожки музыкальных композиций, выступлений и просто отдельных фраз. Иногда они использовались для озвучки и, можно сказать, «дубляжа» ранее не озвученного и созданного отдельными пользователями контента.

Из-за особенностей отдельно взятых голосов и недостаточно совершенной работы нейросетей, их малой «натренированности» такие озвучки, переозвучки и каверы зачастую содержат в себе множество артефактов: ошибочная постановка ударений в словах, неправильный выбор форм слов и их окончаний, сложности в местах эмоциональных проявлений речи: крика, шёпота, определённых интонаций, а также при изменении значительно студийно переработанных голосов, в том числе с сильным эхо. Также минусом данного подхода при создании книжного аудиоконтента является то, что создание и внедрение собственных нейросетей требует крупных финансовых вложений, больших вычислительных мощностей и объёмов входных данных для их обучения, а также хороших технических специалистов, спрос на которых растёт всё больше и больше. Поэтому, даже несмотря на имеющиеся успешные кейсы, говорить о полноценной замене актёров озвучки и чтецов аудиокниг пока очень рано.

Ещё одним из направлений применения нейросетей в книжном деле является автоматизация рутинных процессов.

Ярким примером широкого применения нейросетей в книжной индустрии является кейс издательства «Феникс», использующего технологии ИИ при синтезе иллюстраций (книжная серия фантастических энциклопедий «Мифы и легенды космоса»), которые создаются редактором благодаря промптам на основе идей, предложенных автором (Антон Первушин), с помощью отечественной нейросети Kandinsky и зарубежной MidJourney. Также «Феникс» задействует в своей работе аналитические нейросетевые инструменты программ Salematics и Moneyplace. При переводе иностранных произведений литературные редакторы обращаются к специализированным нейросетям.

Ещё одним примером успешного внедрения ИИ в издательскую практику является платформа AlpinaGPT, разработанная издательством «Альпина» для своих сотрудников. Эта платформа позволяет автоматизировать множество рутинных процессов, таких как управление контентом, анализ данных и взаимодействие с авторами. Благодаря удобному интерфейсу и интеграции различных нейронных сетей (ChatGPT, Claude, Gemini, Midjourey, Dall-E и DeepL Translator) AlpinaGPT помогает издательствам повышать эффективность работы и сокращать время на выполнение повседневных задач.

В заключение можно отметить, что технологии ИИ активно становятся неотъемлемой частью современного книгоиздания. Они не только оптимизируют уже привычные процессы, но и открывают авторам новые горизонты для творчества и способы взаимодействия с аудиторией. Однако при внедрении и использовании технологий искусственного интеллекта важно учитывать этические и юридические аспекты, чтобы сохранить баланс между технологичностью и традиционностью издательского дела. В будущем мы можем ожидать ещё большего проникновения технологий ИИ и нейросетей в книгоиздание, включая производство книг почти без участия самого человека (исключая авторов, конечно же). Однако успех этих инноваций будет зависеть от того, насколько эффективно мы сможем решить возникающие проблемы и вызовы и обеспечить справедливое использование технологий уже в настоящее время.

Список литературы

1. AlpinaGPT – ИИ платформа для сотрудников // Alpinadigital.ru. URL: https://gpt.alpinadigital.ru/ (дата обращения: 13.03.2025).
2. В России выпустили написанную в соавторстве с нейросетью книгу // LENTA.RU. 2023. URL: https://lenta.ru/news/2023/05/10/gpt4boooook/ (дата обращения: 10.03.2025).
3. Зимина Л.В. Нейросети в книгоиздательской индустрии // Библиография и книговедение. 2023. № 2. С. 48–66.
4. Нейросеть и российский писатель написали совместную книгу // РБК Тренды. 2022. URL: https://trends.rbc.ru/trends/industry/628e17919a79473e6b96d582 (дата обращения: 10.03.2025).
5. Нейросеть GigaChat сделала первый в России выпуск газеты // LENTA.RU. 2023. URL: https://lenta.ru/news/2023/04/28/gigachat/ (дата обращения: 10.03.2025).

Астапенко М.А.
студент,
Научный руководитель: ***Наумова Е.О.***
к.фил.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

МЕДИЙНЫЙ ИМИДЖ И ЯЗЫКОВАЯ ЛИЧНОСТЬ: ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТОВ ЖУРНАЛОВ «СНОБ» И «КОТ ШРЁДИНГЕРА»

Аннотация. Актуальность обусловливается необходимостью исследования языковых средств и их роли в составлении информационного портрета медийной персоны. Изучение этого аспекта помогает глубже разобраться в особенностях и возможностях языка, а

также способствует развитию профессиональных навыков журналиста и издателя, формированию индивидуального стиля. Изучив литературу по данной теме, можно убедиться в том, что ранее языковые средства обозначались исключительно как средство индивидуализации. Мы же рассматриваем совокупность факторов (профессия, работа в определенном редакционном коллективе, общественное положение, ситуация письменной речи) и доказываем, что у текстов большей части журналистов конкретного издания похожий стиль, манера изложения, примерно равный уровень владения языком. Так, языковые особенности отдельных текстов, публикуемых в журнале, формируют медийный имидж самого издания. Этот аспект связан также с редакционной политикой и влиянием на целевую аудиторию. Исследование речевого воздействия с этой точки зрения обуславливает новизну работы.

Ключевые слова: медийная персона, языковая личность, речевой портрет, языковые средства, имидж, речевое воздействие.

Astapenko M.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Naumova E.O.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

MEDIA IMAGE AND LANGUAGE PERSONALITY: A STUDY OF THE TEXTS OF THE MAGAZINES «SNOB» AND «SCHRÖDINGER'S CAT»

Abstract. The relevance is determined by the need to study language means and their role in compiling an information portrait of a media person. Studying this aspect helps to gain a deeper understanding of the features and capabilities of language, and also contributes to the development of professional skills of a journalist and publisher, the formation of an individual style. Having studied the literature on this topic, one can be convinced that previously language means were designated exclusively as a means of individualization. We consider a set of factors (profession, work in a certain editorial team, social status, the situation of written speech) and prove that the texts of most journalists of a particular publication have a similar style, manner of presentation, and approximately equal level of language proficiency. Thus, the linguistic features of individual texts published in the magazine form the media image of the publication itself. This aspect is also Associated with editorial policy and influence on the target audience. The study of speech impact from this point of view determines the novelty of the work.

Keywords: media personality, linguistic personality, speech portrait, linguistic means, image, speech impact.

Понятие медийной персоны

В современном мире медийная персона играет ключевую роль в формировании общественного мнения. Журналист, телеведущий, блогер или другой представитель медийной индустрии – все они могут быть названы медийными персонами. Они используют разнообразные языковые средства для создания определенного имиджа и передачи своих идей.

Понятие информационно-медийная языковая личность описывает языковую личность, которая активно взаимодействует с информационными технологиями и стремится к самореализации через сетевое общение.

Понятие и структура языковой личности

В лингвистике термин «языковая личность» впервые употребил В.В. Виноградов. А в широкий научный обиход его ввел Ю.Н. Караулов. Согласно его определению, языковая личность – это человек, обладающий способностью создавать и воспринимать тексты, различающиеся «степенью структурно-языковой сложности; глубиной и точностью отражения действительности; определенной целевой направленностью».

В сильно редуцированном виде структуру языковой личности можно представить так: 1) нулевой, или вербально-семантический (лексико-грамматический); 2) первый, или лингвокогнитивный (тезаурусный); 3) второй, или мотивационно-прагматический.

Текст как способ речевого воздействия

Существует мнение, что текст служит в первую очередь не передаче информации, а средством воздействия, управления деятельностью людей. Прочитав текст, человек может быть не только проинформирован о чем-то, но и вдохновлен или даже убежден в необходимости определенных действий.

Эффективность речевого воздействия проявляется в достижении поставленных автором целей и воздействии на адресата.

Речевой портрет как средство создания образа

Согласно норме, выбор языковых средств обуславливается ситуацией общения, но в сферах коммуникации, где речевое воздействие является одним из ведущих видов деятельности, на первый план выходит персонификация – индивидуальная неповторимость говорящего. На нее влияют психические особенности личности. Но несмотря на индивидуальность каждого пишущего человека, такие аспекты, как работа в одном коллективе, профессия, общественное положение, оказывают воздействие на выбор языковых средств.

С. В. Леорда констатирует, что «речевой портрет – это воплощенная в речи языковая личность», а проблема речевого портрета является частным направлением исследования языковой личности.

Лексические, синтаксические, прагматические средства создания имиджа

Семантические отношения в тексте выражаются в понятии «тема», синтаксические – в понятии «структура», прагматические – в понятии «идея».

Обращаясь к теме нашего исследования, к семантике отнесем лексические средства, к синтактике – синтаксические средства, а к прагматике – прагматические средства.

Для анализа и доказательства основной идеи статьи возьмем по три текста двух журналистов из каждого рассматриваемого издания («Кот Шрёдингера» и «Сноб»), отметим в них пересекающиеся авторские приемы или схожие черты. Оценивать материалы будем на лексическом, синтаксическом и прагматическом уровнях. Важно упомянуть, что сравниваемые тексты журналистов размещены в разных рубриках издания.

Лексические средства создания имиджа на примере материалов из журнала «Кот Шрёдингера»

Научно-популярная статья «Сдаем ЁГЭ по ежикам» (Григорий Тарасевич) и научно-популярная статья «Зачем климатологам картины импрессионистов» (Андрей Константинов)

- Вся лексика, использованная авторами в тексте, по значению употреблено верно.
- В первом тексте активно используется научная терминология из области биологии, химии, физики: экосистема, субдукция, интродукция, углерод, кислород, водород, квантовый, суперпозиция, гелий, протон, фотон, коллоид, кварк, электрон, фермион. Это обуславливается тематикой текстов, которые пишет автор. А во втором тексте автор использует слова, относящиеся к области искусства: импрессионизм, палитра, контур.
- В первом тексте журналист употребляет большое количество медицинских терминов, обозначающих названия болезней. Значения большинства из этих слов фиксируется в «Большом медицинском словаре» (бешенство, желтая лихорадка, энцефалит, стригущий лишай, болезнь Лайма). А автор второй статьи использует слово, обозначающее профессию научного специалиста («климатолог»), учитывая его значение, указывает на наличие в тексте экологической дискуссии.
- Оба автора используют полисеманты. Обратимся к первому тексту. «Сообщение» по Толковому словарю Ожегова: 1. Уведомление, извещение, доведение до чьего-либо сведения. 2. То, что сообщается, известие, информация. 3. Способ передвижения, связи. Из контекста понимаем, что в тексте имеется ввиду значение 2. «Звезда» также многозначное слово. По Толковому словарю Ожегова: 1. Небесное тело. 2. О деятеле искусства, науки, о спортсмене. 3. Фигура, а также предмет с треугольными выступами по окружности. 4. В армиях некоторых стран: офицерский знак различия в виде пятиконечной звезды на погонах. Из контекста понятно, что в тексте подразумевается первое значение. Слово «книжка» по Толковому словарю Ожегова: 1. То же, что книга (но не о рукописном произведении). 2. Название некоторых документов в виде небольшой тетрадки с текстом и местом для записей. 3. Отдельный номер толстого журнала. 4. То же, что сберегательная

книжка. Из контекста понимаем, что в тексте имеется ввиду значение 1. Важно отметить, что слово имеет пометку «разговорное». В данном случае оно выделяется эмоциональной силой и позволяет автору выразить своё отношение к теме более ярко и убедительно, привлечь внимание читателя и вызвать у него определённую реакцию. В целом, использование многозначных слов добавляет стилистическое разнообразие в текст, делает его более выразительным и менее монотонным. Перейдем ко второму тексту. Например, «палитра». По словарю Ожегова: **1.** Небольшая дощечка, пластинка, на к-рой живописец смешивает краски; **2.** Подбор красочных сочетаний в картине, цветовая гамма; **3.** Совокупность выразительных средств художника. Второе и третье значение имеют пометку «переносное» (значение). Из контекста понимаем, что имеется ввиду значение 2. Следующее многозначное слово – «тенденция». По Толковому словарю Ожегова: 1. Направление развития, склонность, стремление; 2. Замысел, идея какого-нибудь изложения, изображения (устаревшее); 3. Предвзятая, односторонняя мысль, навязываемая читателю, зрителю, слушателю (книжное). Из контекста можно понять, что автор имеет ввиду значение 3. Также полисемантом является слово «логика», оно фиксируется в Толковом словаре Ожегова и имеет такие значения: 1. Наука о законах и формах мышления; 2. Ход рассуждений, умозаключений; 3. Разумность, внутренняя закономерность чего-нибудь. Из контекста становится понятно, что подразумевается значение 3.

Синтаксические средства создания имиджа на примере материалов из журнала «Кот Шрёдингера»

Научно-популярная статья «Картошка» (Григорий Тарасевич) и научно-популярная статья «Как дела у океана?» (Андрей Константинов)

- В обоих текстах встречается большое количество восклицательных и вопросительных предложений. Например, «Слышали словосочетание «картофельные бунты»?», «О! Давайте я ещё больше страха наведу!»; «Какой океан достанется нашим детям?»; «А в северных морях они у нас огромные!» и так далее. Они придают тексту эмоциональную окраску, привлекают внимание к важным аспектам. Риторический вопрос также способствует тому, чтобы человек рефлекторно сосредоточился и погрузился в текст для поиска ответа на вопрос. Также предложения в материалах неоднократно заканчиваются многоточием («Да, общественное мнение – штука такая…»; «Океан такой огромный и глубокий…» и тому подобное). Этот прием используется для создания загадки, интриги, иногда для того, чтобы читатель сам сделал выводы. Остальные предложения повествовательные, невосклицательные. Распространенных среди них больше, чем нераспространенных. Сложноподчиненных предложений в текстах больше, чем сложносочиненных.

- Эллипсис. Автор первого текста использует эллипсис в предложении «Горький – защищает от животных, токсичный – защищает от грибов и бактерий», пропущенное слово при этом понятно читателю из предыдущего предложения («Да, соланин, конечно, ядрёный алкалоид паслёновых»). В данном случае автор избегает повторения одного и того же слова в одном предложении несколько раз. Во втором тексте: «А ещё – смыть с лица земли целые страны, для которых повышение уровня океана на несколько десятков сантиметров станет критическим». Пропущенное слово также понятно из предыдущего предложения («В результате глобальное потепление может вызвать локальное похолодание»).
- Григорий Тарасевич использует вводные слова «например» и «может», чтобы проиллюстрировать предшествующее изложение. Такой же способ использует Андрей Константинов: «Во-первых, он будет значительно больше. Во-вторых, в нём будут жить другие сообщества…В-третьих, океан будет более свирепым…»
- Первая статья начинается с парцелляции («Осень. За столом сидят учёные. Перед ними большой мешок картофеля. Учёным скучно. Они смотрят на мешок и размышляют…»). Во втором тексте: «Метагеном. Красивое слово. Завораживающее». Этот прием помогает создать разнообразие в синтаксической структуре текста. В данном случае такой прием создает динамичное, интригующее вступление.

Прагматические средства создания имиджа на примере материалов из журнала «Кот Шрёдингера»

Научно-популярная статья «Что тяжелее: килограмм гвоздей или килограмм пуха?» (Григорий Тарасевич) и научно-популярная статья «Чем человек отличается от животных?» (Андрей Константинов)

- В текстах реализуются замыслы авторов. Цель первого материала – дать читателю понимание разницы между массой и весом и показать, как эта разница влияет на кажущуюся «тяжесть» предметов. Цель второго – дать читателю понимание разницы между человеком и другими живыми существами, продемонстрировать различные точки зрения на эволюцию. Прагматический эффект достигается с помощью завлекающего заголовка, который заставляет читателя обратить внимание на материал, а также всех языковых категорий, с помощью которых журналист создал текст.
- Оба автора подкрепляют свои тезисы авторитетными мнениями. Григорий Тарасевич прибегает к прямому цитированию книги Якова Перельмана: «В книжке «Занимательная физика» он пишет…»«. Некоторые фрагменты из текста Андрея Константинова: «Когда великий систематизатор Карл Линней определял место человека в мире живых существ, он назвал нас гордым именем Homo sapiens…»; «Без культуры мы не люди»

(профессор Александр Марков, эволюционный биолог и известный популяризатор науки); «Гипотеза социального интеллекта, выдвинутая антропологом Робином Данбаром, утверждает…».

● Реминисценция к фильму «Брат 2» в научно-популярной статье «Что тяжелее: килограмм гвоздей или килограмм пуха?»: «Не могу тут не вспомнить старый анекдот. Данила Багров: … на самом деле сила – она в ньютонах!» Этот прием привлекает внимание читателя, добавляет юмора, делает текст более живым. Можно сделать вывод, что автор знаком с популярной культурой, умеет использовать яркие образы для иллюстрации своих мыслей. Использование в материале «Чем человек отличается от животных?» выражения «Ничто человеческое животным не чуждо» – это обращение к прецедентному тексту. Приводится переделанная фраза из комедии Публия Теренция Афра «Самоистязатель», ставшая крылатой. Автор предполагает, что читатель знаком с этим выражением и его источником, что создает некую общность между ними. Также в данном случае присутствует ироническое переосмысление.

● «Попробуем применить Архимеда к пуху и гвоздям» – метафора из первого текста, продолжающая историческую отсылку. Цель: продолжить образное объяснение. Метафора в предложении «А у дошкольников есть суперспособность – они выхватывают язык просто из воздуха» (второй текст) придает обыденному, на первый взгляд, явлению оттенок чего-то необычного. Метафора передает легкость и естественность, с которой дошкольники усваивают язык, будто он сам собой проникает в них из окружающей среды.

Лексические средства создания имиджа на примере материалов из журнала «Сноб»

Анонс «Фестиваль студенческих спектаклей «Первый план» объявил программу» (Анна Вострикова) и обозрение «Белый дом назвал утечку из лаборатории причиной возникновения COVID-19» (Иван Адоньев)

● Вся лексика, использованная авторами в текстах, по значению употреблена верно. Большинство слов относится к общеупотребительной лексике. Также оба журналиста активно употребляют полисеманты (например, вспышка, очаг, источник – в первом тексте; компания, программа, произведения – во втором).

● В обоих текстах используются акронимы. В материале Анны Востриковой: слово): ГИТИС (государственный институт театрального искусства), МХАТ (Московский Художественный академический театр), РГИСИ (российский государственный институт сценического искусства), МТС (мобильные телекоммуникационные системы). В материале Ивана Адоньева: ЦРУ (центральное разведывательное управление), ВОЗ (всемирная организация здравоохранения), США (Соединенные Штаты Америки).

● В анонсе используется специальная лексика из области искусства (трагедия, комедия, трагикомедия, спектакль, мюзикл и другие), а в обозрении употребляется терминология из сферы медицины (патогенность, вирус, пандемия, инфекционист и так далее).

Синтаксические средства создания имиджа на примере материалов из журнала «Сноб»

Анонс «В Центре современного искусства AZ/ART пройдет выставка Анатолия Белкина «Буквальные связи»« (Анна Вострикова) и **обозрение «Самиздат-платформы набирают популярность в России» (Иван Адоньев)**

● Все предложения в обоих текстах повествовательные, невосклицательные, распространённые. Сложносочиненных предложений больше, чем сложноподчиненных.

● В материалах встречаются такие окончания предложений: «до 50–55 миллиметров», «в 1919 году высота покрова составляла 33 сантиметра» (первый текст); «на 1,9% и 0,9% соответственно», «около 30 тысяч случаев», «оно достигло 61,6 тысячи» (второй текст). Перед ними ставится тире, они не соединены с другой частью предложения посредством союзов, заключают в себе результат из того, о чём говорится в первой части.

● Эллипсис в расширенной новостной заметке: «со вторника до пятницы – минус один-шесть градусов». Эллипсис в обозрении: «в большинстве случаев у злоумышленников – среднее образование». Пропущенные члены предложения опущены намеренно и легко восстанавливается из контекста. В данном случае авторы избегают повторения одного и того же слова в соседних предложениях.

● Иван Адоньев использует вводное словосочетание «По данным ведомства» для уточнения информации. Этот же прием в материале Анны Востриковой («По словам Тишковца», «По предварительным данным») указывают на источник информации

Прагматические средства создания имиджа на примере материалов из журнала «Сноб»

Расширенная новостная заметка «Показ World Fashion Shorts пройдет в Москве» (Анна Вострикова) и **Статья «В Эрмитаже появился цифровой двойник Леонардо да Винчи» (Иван Адоньев)**

● В текстах реализуются замыслы авторов. Цель Анны Востриковой – дать знание о мультимедийной инсталляции, объединяющей моду, кино и видеоарт, которая пройдет в Москве. Цель Ивана Адоньева – дать знание о разработке виртуальной модели, которая рассказывает о представленных на выставке, посвященной Леонардо Да Винчи, работах. Прагматический эффект достигается с помощью завлекающего заголовка, который заставляет

читателя обратить внимание на материал, а также всех языковых категорий, с помощью которых журналист создал текст.

● Значительную роль в расширенной новостной заметке играет культурологический аспект. Анна Вострикова комплексно анализирует роль моды в культурной идентичности, указывает на то, что инсталляция создает картину огромного разнообразия культур и расширяет представления о моде. Лаконично автор вводит в текст информацию о таких регионах, как Южная Африка, Северная Америка, Европа, Центральная и Юго-Восточная Азия, позволяя получить представление о культурной среде этих мест. В заметке также содержится информация об истории моды, упоминаются Давид Фернандо Мартинес Люго (основатель международного фестиваля кино о моде) и Бальтазар Магаллон (основатель Международной недели моды в Маниле). Иван Адоньев в статье дает культурологическую справку, включающую в себя сведения из области искусства. Журналист упоминает эпоху возрождения, а также в тексте упоминаются картины «Битва при Ангиари», «Мадонна в скалах», «Ангел».

● «Цифровой двойник» – эпитет, использованный Иваном Адоньевым для обозначения виртуальной копии реального объекта. Анна Вострикова в своем материале рассказывает об открытии мультимедийного мероприятия, на котором состоится показ видеороликов. Журналист называет это вернисажем, что является достаточно интересным ходом. Ведь под этим словом подразумевается церемония, посвященная именно выставке, причем определенного направления, а также присутствие только определенных гостей. По определению из «Большой российской энциклопедии», это слово обозначает «торжественное открытие художественной выставки, в котором участвуют специально приглашенные лица». С помощью такого приёма (в какой-то степени его можно обозначить, как эпитет) подчеркивается художественная составляющая события и значимость всех людей, которые решат его посетить.

Анализ материалов из журналов «Сноб» и «Кот Шрёдингера» позволил выявить особенности использования журналистами различных языковых приемов. Говоря о лексике, можно отметить, что в большинстве материалов преобладают общеупотребительные слова, что обуславливается спецификой журналистских текстов в целом. Также часто используется различная терминология (в зависимости от темы). Из синтаксических средств чаще всего встречается эллипсис. Чтобы привлекать внимание к определенным моментам, авторы используют риторические вопросы. Также можно встретить вводные слова и вставные конструкции, они придают материалам ясность, точность и доступность. Журналисты активно применяют культурологические справки. Лексические, синтаксические и прагматические средства, используемые авторами из журналов «Сноб» и «Кот Шредингера» характеризуют их языковую картину мира, уровень культуры и ориентиры профессионального самоопределения. В заключение отмечу, что данная работа доказывает, что образы отдельных журналистов формируют имидж всего издания.

Список литературы

1. Большой медицинский энциклопедический словарь : БМЭС / [С.Э. Аветисов и др.] ; под ред. В. И. Бородулина. – Изд. 4-е, испр. и доп. – Москва : РИПОЛ классик, 2007. – 959 с.
2. Большой толковый словарь русского языка : современная редакция / Д. Н. Ушаков. – Москва : Дом Славянской кн., 2008. – 959 с.
3. Виноградов В. В. Языковая личность. – М.: ТАУС, издательство, 2007. 178 с. 20)
4. Виноградов В.В. О языке художественной прозы: избранные труды. М.: Наука, 1980. 358 с.
5. Журнал «Сноб» // Сноб URL: https://snob.ru/ (дата обращения: 25.02.2025).
6. Караулов Ю.Н. Русский язык и языковая личность. М.: Высшая школа, 1987. 213 с.
7. Константинов А. Зачем климатологам картины импрессионистов // Кот Шрёдингера. – 2023. – №4(57). – С. 26-27.
8. Константинов А. Как дела у океана? // Кот Шрёдингера. – 2023. – №1(54). – С. 68-72.
9. Константинов А. Чем человек отличается от животных? // Кот Шрёдингера. – 2023. – №1(54). – С. 46-51.
10. Леорда С.В. «Речевой портрет современного студента». Диссертация на соискание учёной степени к.ф.н.. Саратов, 2006 год. 161 с.
11. Ожегов С.И. и Шведова Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений / Российская академия наук. Институт русского языка им. В.В.Виноградова. 4-е изд., доп. М., 2003.
12. Савчук В. Конверсия искусства. СПб.: Петрополис, 2001. С. 25.
13. Солганик Г. Я. О русском литературном языке и языке СМИ на рубеже веков // От книги до Интернета: журналистика и литература на рубеже нового тысячелетия. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. С. 218–223.
14. Тарасевич Г. Картошка // Кот Шрёдингера. – 2023. – №1(54). – С. 6-7.
15. Тарасевич Г. Сдаем ЁГЭ по ежикам // Кот Шрёдингера. – 2023. – №4(57). – С. 84-91.
16. Тарасевич Г. Что тяжелее: килограмм гвоздей или килограмм пуха? // Кот Шрёдингера. – 2023. – №4(57). – С. 92-95.

Барышникова Е.Е.
студент
Научный руководитель: ***Герасимова С.В.***
к.фил.н., профессор,
Московский политехнический университет
Россия, Москва

КРОССКУЛЬТУРНЫЙ ДИАЛОГ В ФОЛЬКЛОРЕ: СКАЗОЧНЫЙ ЖАНР РОССИИ И ИНДИИ

Аннотация. Сказки являются важной частью фольклора и культурного наследия в современных условиях, где информатизация способствуют сохранению аксиологической и культурной идентичности народов. Международные культурные связи между Россией и Индией признаются не просто одним из приоритетных направлений сотрудничества, но и его прочным фундаментом, что делает данную тему особенно интересной для изучения. На основе сравнения «Сказки о рыбаке и рыбке» А. С. Пушкина и сказки «Золотая

рыба» (Джала Камани) выявлены сходства и различия действующих персонажей, сюжетов и символов обеих стран.

Ключевые слова: Россия; Индия; Джала Камани; Пушкин; золотая рыбка.

Baryshnikova E.E.
Student
Scientific Advisor: ***Gerasimova S.V.***
Doctor of Philological Sciences, Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

CROSS-CULTURAL DIALOGUE IN FOLKLORE: THE FABULOUS GENRE OF RUSSIA AND INDIA

Abstract. Fairy tales are an important part of folklore and cultural heritage in modern conditions, where informatization contributes to the preservation of the axiological and cultural identity of peoples. International cultural ties between Russia and India are recognized not only as one of the priority areas of cooperation, but also as its solid foundation, which makes this topic particularly interesting to study. Based on the comparison of «Tale about a fisherman and fish» A. S. Pushkin and a tale «Golden Fish» (Jalah Kamani) identified similarities and differences of acting characters, plots and symbols of both countries.

Keywords: Russia; India; Jala Kamani; Pushkin; goldfish.

Несомненно, культура во всем богатстве своих национальных, этнических и региональных проявлений сегодня выступает ключевым фактором, сближающим людей и укрепляющим мир и взаимопонимание между странами.

В связи с вышеизложенным взаимодействие в сфере культуры, направленное на защиту всемирного культурного достояния и дающее каждой стране шанс продемонстрировать свои успехи в этой области, приобретает исключительную важность. Для России этот процесс имеет принципиальное значение: он позволяет не только познакомить россиян с зарубежными культурными традициями и богатствами, но и укрепить имидж нашей страны как государства, готового к культурному обмену.

Международные культурные связи между России и Индии признаются не просто одним из приоритетных направлений сотрудничества, но и его прочным фундаментом, отражающим взаимное понимание общих ценностей, разделяемых двумя народами. Культурная политика обеих стран преследует схожие цели: поддержание культурного наследия, развитие национальной идентичности и сохранение языка [7].

В эпоху нарастающей глобализации и стремительных изменений в информационных технологиях, а также трансформации традиционных взглядов на самобытность культур, эти вопросы имеют особую актуальность.

Изучение фольклора позволяет глубже понять мировоззрение различных этнических групп, что особенно ценно в контексте взаимодействия культур.

Долгое время народное творчество оставалось вне поля зрения ученых, но переломным моментом стал выход в середине XVIII века «Сборника Кирши Данилова». В XIX веке активный сбор народных песен, преданий и сказок осуществляли известные писатели и композиторы, такие как Василий Жуковский, Александр Пушкин, Николай Гоголь, Владимир Даль, Афанасий Фет, Михаил Глинка, Петр Чайковский, Милий Балакирев, Анатолий Лядов [6]. В своей публикации «Folk-Lore» (1846 г.) в журнале «The Athenaeum» английский исследователь Вильям Томс определял фольклор как художественное выражение широких народных слоев, в основном в устной поэтической форме (англ. Folklore) [8].

Среди современных определений стоит отметить предложенное в Энциклопедии эпистемологии и философии науки (2009 г.): фольклор – искусство, создаваемое народом и бытующее в повседневной жизни. Характеризуется связью с традицией и мифологическими архетипами, устным способом вербализации и отсутствием авторства [10].

Сказки России и Индии формировались под воздействием исторических событий, религиозных представлений и сложившихся культурных обычаев. В русских волшебных сказах, как подчёркивает В.Я. Пропп, прослеживается связь с языческими обрядами посвящения. С приходом средневековья в них стали появляться христианские элементы, что привело не только к переосмыслению устоявшихся сюжетов, но и к созданию новых историй и образов. В период реформ Петра I началось активное внедрение западных влияний, однако сказки продолжали оставаться важной частью культурной самобытности русского народа, что ярко демонстрирует многотомное издание «Русские народные сказки» А.Н. Афанасьева (1826–1871).

Заметное сходство в сюжетах русских и индийских сказок указывает на общие истоки – на происхождение от древних ритуалов, особенно от обрядов инициации.

Культурный обмен между регионами начался ещё в эпоху Великого шёлкового пути, когда персидские и арабские предания оказывали влияние на индийские сказки, и продолжился в эпоху колониализма с появлением в Индии европейских переводов. В XX веке советско-индийское взаимодействие способствовало укреплению литературных связей: индийские киноленты и русская классическая литература вошли в единое культурное пространство.

Используя методологию сравнения сказок В. Я. Проппа (известен как основоположник сравнительно-типологического метода в фольклористике, один из создателей современной теории текста, филолог, фольклорист), проанализируем упомянутые выше сказки [9]. Анализ русской сказки:

В «Сказке о рыбаке и рыбке» можно выделить следующие основные функции:

Отъезд героя из дома: Рыбак отправляется на рыбалку, давая старт основным событиям сказки. Этот отъезд знаменует начало пути, который неизбежно ведет к знакомству с волшебным союзником.

Запрет: Старуха предъявляет возрастающие требования, что можно интерпретировать как пренебрежение установленным порядком вещей.

Предварительное испытание: Старуха подвергается испытанию на выдержку и благодарность. Однако она терпит неудачу, поскольку её алчность лишь усиливается.

Нарушение запрета: Старуха не проявляет удовлетворенности полученными благами и продолжает требовать всё больше. Её ненасытность порождает стремление к безграничному богатству и могуществу. Это нарушение приводит к обострению ситуации и последующему возмездию.

Помощь: Золотая рыбка исполняет желания рыбака, оказывая ему помощь. Она выступает в роли чудесного помощника, который временно сглаживает трудности, но в итоге становится орудием возмездия, наказывающим саму старуху.

Доставка магического предмета: Золотая рыбка – это магический предмет, исполняющий желания. Она является центральным элементом, позволяющим старухе временно обрести желаемое.

Стратегический обман: Старуха пытается ввести в заблуждение рыбака и золотую рыбку, предъявляя всё новые и новые требования. Однако эта хитрость в конечном итоге оборачивается против неё.

Победа над злодеем: Золотая рыбка отбирает все дары, наказывая старуху за алчность. Это наказание является триумфом над злодеем, поскольку старуха поплатилась за нарушение гармонии.

Возвращение героя домой: Рыбак возвращается домой, а старуха остается без единой вещи. Это возвращение символизирует восстановление прежнего порядка и равновесия в жизни героя.

Анализ индийской сказки:

Отъезд героя из дома: Старик, отправившись на реку за рыбой, запускает цепочку событий, лежащих в основе мифа. Этот уход из дома знаменует начало пути, который неизбежно приводит к встрече с волшебным помощником – Джала Камани.

Запрет: Постоянно растущие требования старухи можно интерпретировать как отклонение от естественного хода вещей, этических норм, канонов.

Предварительное испытание: Старуха подвергается испытанию на терпение и благодарность. Однако она терпит неудачу, поскольку её жадность лишь усиливается.

Нарушение запрета: Старуха не находит удовлетворения в полученных дарах, постоянно требуя всё больше и больше. Её ненасытная жажда богатства и власти становится своего рода нарушением человеческих и культурных норм. Это нарушение приводит к возникновению конфликта и последующему возмездию.

Помощь: Джала Камани оказывает помощь старику, исполняя его желания. Она выступает в роли волшебного помощника, временно улучшающего ситуацию, но в конечном счёте становящегося орудием наказания старухи.

Доставка магического предмета: Джала Камани выступает в роли магического артефакта, исполняющего желания. Она – ключевой элемент, позволяющий старику временно обрести желаемое.

Стратегический обман: Старуха пытается ввести старика и Джала Камани в заблуждение, предъявляя всё новые и новые требования. Однако эта попытка обмана оборачивается против неё самой.

Победа над злодеем: Джала Камани перестаёт являться на зов старика, когда он вновь обращается к ней с новыми просьбами, что символизирует наказание старухи за её жадность. Это наказание можно рассматривать как торжество справедливости, поскольку старуха поплатилась за нарушение естественного порядка.

Возвращение героя домой: Старик возвращается домой, но вместо ожидаемого богатства и власти обнаруживает ветхий шалаш и нищету. Это возвращение знаменует восстановление первоначального состояния и равновесия в его жизни.

Детальное исследование данных произведений показало цикличность сюжетов – в конце герой возвращается к тому, с чего все началось; идентичность структуры – ключевые события почти полностью совпадают в обеих сказках, различается лишь место действия, происхождение волшебного помощника, детали окружения; главные герои всегда одни и те же – старик со старухой.

Также стоит отметить использование сакрального числа. Можно смело утверждать, что использование числа «3» в сказках не является случайным. Александр Сергеевич Пушкин опирался на фольклорные традиции, где часто встречаются числительные-символы [1].

Цифра «3» в сказках наталкивает читателя на мысль о волшебстве. Утроенный ритм придает повествованию размеренность.

В православной традиции число «3» символизирует Отца, Сына и Святого духа, а также Троицу.

В индийской культуре цифра «3» регулируется троицей богов: Брахма, творец; Вишну-хранитель и Шива-разрушитель. Они являются высшими и окончательными сторонниками вселенского ритма.

Несмотря на внешнее различие традиций сказочного жанра России и Индии, глубинный смысл всегда остаётся неизменным – человечность ценится превыше всего; алчность, жадность, как и другие пороки человеческой души, порицаются.

Итак, в обеих культурах фольклор служит средством передачи знаний, моральных уроков и культурных норм, условием сохранения культурной идентичности.

Список литературы

1. «Сказка о рыбаке и рыбке»: эсхатологическое пророчество? [Электронный ресурс]. URL: https://www.stoletie.ru/vzglyad/skazka_o_rybake_i_rybke_eskhatologicheskoje_prorochestvo_724.htm (дата обращения: 05.03.2025).

2. Аникин, В. П. Теория фольклора: курс лекций. – 2-е изд., доп. – Москва: Книжный дом «Университет», 2007. – 428 с.
3. Веселовский, А. Н. О легендах, мифах и апокрифах славян. – Москва: Вече, 2019. – 383 с.
4. Добровольская, В. Е. Женская традиция рассказывания семье казаков-некрасовцев Бокачевых: творческая манера и репертуар // Вестник славянских культур. 2024. Т. 74. С. 115–130.
5. Золотая рыба. Индийские сказки [Электронный ресурс]. URL: https://wisdomlib.ru/skazka/8325 (дата обращения: 10.03.2025).
6. Культура.РФ, «фольклор» – происхождение и значение слова [Электронный ресурс]. URL: https://www.culture.ru/s/slovo-dnya/folklor/ (дата обращения: 07.03.2025).
7. Культурное взаимодействие России и Индии: исторический опыт и современное состояние [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/368009561_Kulturnoe_vzaimodejstvie_Rossii_i_Indii_istoriceskij_opyt_i_sovremennoe_sostoanie (дата обращения: 25.03.2025).
8. Литературная энциклопедия [Электронный ресурс]. URL: https://gufo.me/dict/literary_encyclopedia/Фольклор (дата обращения: 01.03.2025).
9. Пропп, В. Я. Морфология сказки. – Ленинград: Academia, 1928.
10. Энциклопедия эпистемологии и философии науки [Электронный ресурс]. – 2009. URL: https://gufo.me/dict/epistemology_encyclopedia/фольклор (дата обращения: 01.03.2025).

Кумпина К.В.
студент
Научный руководитель: ***Давыдова Т.Т.***
д.фил.н., профессор,
Московский политехнический университет,
Москва, Россия

СОВРЕМЕННАЯ ДРАМА: ДОКУМЕНТАЛЬНЫЙ ТЕАТР И ПОИСК НОВЫХ ФОРМ

Аннотация: В работе исследуется феномен документального театра в современной российской драме как отражение социокультурных изменений. Исследуются антидраматические тенденции, выражающиеся в отказе от традиционной структуры и сюжета, а также в поиске новых выразительных средств, включая технику verbatim и использование документальных материалов. Анализируются этические аспекты создания «документальной пьесы» и конструирование «подлинности» в театральных текстах. Особое внимание уделяется деятельности «Театр.doc» и другим экспериментам в области перформативности, иммерсивности и зрительского участия.

Ключевые слова: документальный театр; современная российская драма; Verbatim; иммерсивность; перформативность; «Театр.doc»; «Практика».

Kumpina K.V.
Student
Scientific Advisor: ***Davydova T.T.***

Doctor of Philological Sciences, Professor,
Moscow Polytechnic University,
Moscow, Russia

MODERN DRAMA: DOCUMENTARY THEATRE AND THE SEARCH FOR NEW FORMS

Abstract: The paper explores the phenomenon of documentary theatre in contemporary Russian drama as a reflection of socio-cultural changes. It explores anti-dramatic tendencies, which are expressed in the rejection of traditional structure and plot, as well as in the search for new expressive means. These include the use of the verbatim technique and the use of documentary materials. The ethical considerations inherent in the creation of a 'documentary play' and the construction of 'authenticity' in theatrical texts are analysed. The analysis is further enriched by a focus on the activities of Theatre.doc and other experiments in performativity, immersiveness and audience participation.

Keywords: documentary theatre; contemporary Russian drama; Verbatim; immersiveness; performativity; Theatre.doc; Praktika.

Современная драматургия переживает период активного обновления и поиска новых средств выражения, стремясь адекватно отразить многообразие и сложность окружающей действительности. Этот поиск неизбежно связан с переосмыслением традиционных театральных форм и, что особенно важно, с поиском новых способов взаимодействия со зрителем. Одной из наиболее заметных тенденций последних десятилетий стал повышенный интерес к документальности, проявляющейся в самых разных формах: от дословного воспроизведения реальных текстов, интервью и свидетельств (техника verbatim) до создания на сцене полноценной «документальной реальности», включающей видео- и аудиоматериалы, фотографии и другие артефакты. Документальность в драматургии не просто расширяет границы театрального языка, но и ставит перед художником целый ряд сложных этических вопросов, связанных с ответственностью за репрезентацию чужого опыта и необходимостью бережного отношения к чужой истории. Обращение к документальности можно рассматривать как своего рода реакцию на потребность современного зрителя в подлинности и достоверности, как попытку преодолеть традиционную театральную условность и создать на сцене иллюзию «жизненной правды». В эпоху цифровых технологий и информационного перенасыщения зритель все чаще ищет на сцене не вымышленные истории, а отражение реальных событий и переживаний, свидетельства «живых» людей, способных говорить о наболевшем

Документальность проявляется в различных формах. Прежде всего, это уже упомянутая техника verbatim, происходящая от латинского «verbatim» – «дословно», «слово в слово. Этот метод предполагает создание пьесы исключительно на основе дословных записей речи реальных людей: интервью, стенограмм судебных заседаний, расшифровок телефонных разговоров, онлайн-переписок и т.д. Драматург в данном случае выступает скорее

в роли компилятора и редактора, стремясь к максимальной аутентичности звучащей речи, сохраняя все особенности интонаций, лексики и синтаксиса говорящих. Цель verbatim – представить зрителю не авторскую интерпретацию событий, а «голос» реального человека, без каких-либо искажений и приукрашиваний. Другой формой проявления документальности является активное использование документальных материалов: видео- и аудиозаписей, фотографий, документов, газетных статей и т.п. Эти материалы могут быть включены в сценическое действие различными способами: проецироваться на экран, звучать из динамиков, использоваться в качестве декораций и реквизита. Главная задача использования документальных материалов – создать эффект «присутствия» зрителя в реальном событии, максимально погрузить его в атмосферу происходящего. Наконец, третьей формой документальности является реконструкция реальных исторических или социальных ситуаций на основе тщательного изучения документальных источников. Этот прием предполагает скрупулезную работу с архивами, мемуарами, свидетельствами очевидцев, чтобы воссоздать на сцене максимально правдивую картину прошлого или настоящего.

Все эти приемы, в конечном счете, направлены на создание эффекта непосредственного контакта со зрителем, на то, чтобы вызвать у него чувство сопереживания и вовлечь в процесс осмысления актуальных проблем, которые затрагивает спектакль. Документальность становится своеобразным инструментом поиска «новой искренности» в театре, предлагая зрителю взамен вымышленных сюжетов «подлинные» истории и свидетельства, способные затронуть его за живое. Документальность становится своего рода «прививкой от цинизма» в современном театре, предлагая зрителю поверить в реальность происходящего на сцене и почувствовать свою сопричастность к судьбам других людей.

Вместе с тем, использование документальности оказывает существенное влияние на структуру современной пьесы. Все чаще драматурги отказываются от привычной структуры с четко выстроенным сюжетом, завязкой, кульминацией и развязкой, от традиционного конфликта и его разрешения, отдавая предпочтение фрагментарности, полифонии и открытым финалам. Такой подход обусловлен самой природой документальности, предполагающей отказ от авторского домысла и стремление к максимально точной фиксации реальных событий и фактов. Вместо того, чтобы создавать законченное и однозначное повествование, драматург старается представить зрителю максимально широкий спектр различных точек зрения, создать на сцене атмосферу неопределенности и предоставить ему возможность самостоятельно делать выводы, основываясь на увиденном и услышанном. Как отмечают исследователи, современная пьеса все чаще строится по принципу коллажа: из отдельных фрагментов, свидетельств, мнений, создавая атмосферу неопределенности и приглашая зрителя к самостоятельному осмыслению. Фрагментарность и полифония позволяют наиболее полно и адекватно отразить сложность и противоречивость реального мира, избежать

упрощений и однозначных оценок. Открытый же финал оставляет зрителю пространство для собственных размышлений и интерпретаций, активно вовлекая его в процесс осмысления проблематики спектакля. Зритель становится не просто пассивным наблюдателем, а активным соучастником творческого процесса, со-творцом смысла. Он сам должен решить, что для него значат увиденные на сцене события, какие выводы он может из них сделать и как они соотносятся с его собственным жизненным опытом.

При этом существенно трансформируется роль автора. Драматург перестает быть единоличным творцом вымышленного мира и превращается, скорее, в куратора, монтажера и интерпретатора, работающего с реальными материалами. Его задача – не выдумать историю, а найти ее в окружающей реальности, собрать по кусочкам, как мозаику, и представить зрителю в наиболее выразительной форме. И именно от авторского отбора, структурирования и интерпретации этих материалов в конечном счете зависит то, каким предстанет перед зрителем художественное произведение. В связи с этим, на первый план выходит этическая ответственность автора за адекватную и бережную репрезентацию чужого опыта. Важнейшим этическим принципом при работе с документальным материалом является бережное отношение к чужому опыту, стремление избежать эксплуатации и травматизации участников, обеспечивая анонимность, если это необходимо. Проблема так называемой «объективности» в документальной драматургии становится особенно острой, поскольку автор, как бы он ни стремился к нейтральности, неизбежно выражает свою позицию через сам выбор и организацию материала, через расстановку акцентов и акцентуацию определенных деталей. Поэтому автору документальной пьесы необходимо постоянно рефлексировать по поводу своей собственной роли и ответственности, осознавать, что его работа может иметь серьезные последствия для жизни реальных людей, и действовать с максимальной осторожностью и деликатностью.

Помимо работы с текстом, современная драматургия активно экспериментирует с формой сценического воплощения, используя элементы перформативности и иммерсивности. Перформативность (от англ. perform – исполнять, осуществлять) предполагает смещение акцента с результата на процесс, стирание границы между актером и зрителем, вовлечение зрителя в действие спектакля. В перформативных практиках зритель перестает быть пассивным наблюдателем и становится активным участником происходящего, его присутствие и реакция влияют на ход спектакля, а границы между реальностью и вымыслом становятся размытыми и неопределенными. Иммерсивный театр (от англ. immerse – погружать, окунать), в свою очередь, стремится создать такое сценическое пространство, которое позволяет зрителю полностью погрузиться в атмосферу спектакля, почувствовать себя его частью. Зритель может свободно перемещаться по этому пространству, взаимодействовать с актерами и другими зрителями, исследовать окружающую обстановку и самостоятельно выбирать свой маршрут следования за событиями. Эти эксперименты направлены на преодоление традиционной

дистанции между сценой и зрительным залом, на создание более глубокого и непосредственного опыта восприятия. Вовлечение зрителя в действие может осуществляться самыми разными способами: от организации дискуссий и обсуждений после спектакля до прямого участия в сценическом действии, выполнения определенных заданий, предложенных актерами, голосования за тот или иной вариант развития событий, обмена личными историями и переживаниями. Примером site-specific постановок может служить спектакль-променад, где зрители, следуя за актерами, перемещаются по улицам города, осматривают различные городские локации, слушая истории реальных людей, живших или работавших в этих местах. Такие спектакли позволяют зрителю взглянуть на привычный городской ландшафт новым взглядом, открыть для себя неизвестные факты из истории города и почувствовать свою связь с прошлым.

Особое место в современной драматургии занимает так называемая «новая драма», характеризующаяся радикальным отказом от традиционных ценностей и норм, смелыми экспериментами с языком и формой, острым вниманием к актуальным социальным и политическим проблемам. «Новая драма» часто использует провокативные приемы, стремясь шокировать зрителя и тем самым привлечь его внимание к сложным и болезненным вопросам, которые обычно замалчиваются или игнорируются в обществе. Она отказывается от «красивых» и «правильных» слов, предпочитая грубый, нецензурный язык, отражающий реальность жизни «на дне». «Новая драма» не боится говорить о насилии, жестокости, несправедливости, коррупции, бедности и других проблемах, которые волнуют современного человека. Поиск новых выразительных средств в «новой драме» обусловлен стремлением драматургов найти адекватный способ отражения стремительно меняющейся реальности и многообразия человеческого опыта. Как отмечается в «Экспериментальном словаре новейшей драматургии», «новая драма» стремится к «радикальному пересмотру театральных конвенций». «Новая драма» служит трибуной для открытого обсуждения остросоциальных проблем, где нет запретных тем и во главе угла стоит честность перед зрителем.

В контексте документального театра нельзя не упомянуть о «Театр.doc». «Театр.doc» – это независимый театр, основанный в 2002 году, яркий представитель документальной драмы в России. Он прославился смелым, иногда провокационным репертуаром, готовностью обсуждать болезненные темы, дерзкими сценическими экспериментами, уникальным сценическим языком. «Театр.doc» открыл дорогу многим молодым драматургам, таким как Елена Гремина, Михаил Угаров (основатели театра), Варвара Фаэр, Дмитрий Богославский. Словно зеркало, безжалостно отражающее реальность, встает перед нами спектакль «Двое в твоем доме» Елены Греминой, пронзительное исследование миграции и хрупкого моста взаимопонимания между культурами. «Театр.doc» – это честный взгляд в лицо реальности, без прикрас и увиливаний. Подобный подход поддерживает и «Практика», известный своей оригинальностью в постановках новой драмы. Их

репертуар – это сплав документальной и игровой сцены, часто переплетающиеся в единое целое. При этом «Практика» активно развивает музыкальное направление, сотрудничая с музыкантами и создавая уникальные мультижанровые спектакли, расширяющие границы театрального искусства. Среди авторов, с которыми работает театр, – имена Вырыпаева, Сигарева, Клавдиева, Дурненкова.

Современная русская драматургия – это непрерывный поиск новых форм, новых способов выражения. Этот поиск – залог жизни и актуальности драмы, её способности откликаться на изменения в обществе и предлагать новые ключи к пониманию мира. Современный театр – это не просто зеркало, но активный участник социальной жизни, влияющий на общественное мнение и способствующий позитивным переменам; он – площадка для диалога, поиска смыслов и ценностей, необходимых для существования в современном мире.

Таким образом, документальный театр – важная часть современной российской драматургии, которая служит инструментом для осмысления новых жизненных реалий и предоставления голоса тем, кто обычно остается в тени. Эксперименты с формой и языком, деятельность «Театра.doc» и «Практики» – это стремление к открытому диалогу, вовлечению зрителя в осмысление актуальных вопросов и формированию общественного сознания.

Список литературы

1. Болотян, И. М. О драме в современном театре: verbatim // Вопросы литературы. URL: https://voplit.ru/article/o-drame-v-sovremennom-teatre-verbatim/ (дата обращения: 05.03.2025).
2. Болотян, И. М. Как исследовать невидимое. Этика и эстетика в партиципаторных проектах современного и театрального искусства // Современная драматургия. 2020. №3. URL: https://theatre-library.ru/sovremennaya_dramaturgiya/2020-3/8576 (дата обращения: 05.03.2025).
3. Круглый стол «Теория и практика новой драмы» в рамках программы «Новая пьеса» фестиваля «Золотая маска». URL: https://refdb.ru/look/3206476-pall.html (дата обращения: 05.03.2025).
4. Липовецкий, М. Перформансы насилия: «Новая драма» и границы литературоведения // НЛО. 2008. № 1. URL: https://magazines.gorky.media/nlo/2008/1/performansy-nasiliya-novaya-drama-i-graniczy-literaturovedeniya.html (дата обращения: 05.03.2025).
5. Сизова, М. Не аристотелевская драматургия // Современная драматургия. 2020. № 1. URL: https://theatre-library.ru/sovremennaya_dramaturgiya/2020-1/8212 (дата обращения: 05.03.2025)
6. Словарь Новой Драмы. URL: https://psv4.userapi.com/s/v1/d/AAKJhcaG0ArASHz3TMdEwhQxjsxuZgRObNtJ82CZzs6y5dTTJ-f8DL6tI5OyKlboUhmfjBDGkckcMQgoskwBJ0As9ECFH56Lqt0lFez4fY41cx-J8PqJPA/SlovarNov_Dramy_Posl_red_May_19-1.pdf (дата обращения: 05.03.2025).
7. Спектакль «Двое в твоем доме» // Театр.doc. URL: https://teatrdoc.ru/doc/ (дата обращения: 05.03.2025).
8. Театр «Практика» // Официальный сайт театра «Практика». URL: https://praktikatheatre.ru/ (дата обращения: 05.03.2025).
9. Театр.doc // Официальный сайт Театра.doc. URL: https://teatrdoc.ru/ (дата обращения: 05.03.2025).

Михалева У.И.
студент
Научный руководитель: ***Куприянова Т.Г.***
д.и.н., профессор,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

СТАРТАП ИЗДАТЕЛЬСТВА В ТРЕНДЕ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНЫХ ИНДУСТРИЙ

Аннотация. Статья посвящена замыслу основания издательского проекта «Phantasma», специализирующегося в жанре фэнтези и фантастики. Подробно рассмотрены этапы создания организации: от регистрации до маркетинговых методов продвижения в информационном пространстве. Важность данной работы обоснована возможностью самореализации заинтересованных лиц на основе использования творческого и интеллектуального потенциала для повышения уровня занятости в сфере креативных индустрий.

Ключевые слова: этапы создания издательства; ключевые ресурсы; сайт издательства; привлечение новых авторов.

Mikhaleva U.I.
Student
Scientific Advisor: ***Kupriyanova T.G.***
Doctor of Historical Sciences, Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

A PUBLISHING STARTUP IN THE TREND OF CREATIVE INDUSTRIES DEVELOPMENT

Abstract. This article explores the idea of establishing a publishing house specializing in fantasy and science fiction literature. The key stages of creating such an organization are examined in detail, from company registration to marketing strategies for promotion in the information space. The significance of this study lies in its potential to enable self-actualization through the use of creative and intellectual resources, as well as its contribution to increasing employment in the creative industries sector.

Keywords: publishing house creation stages; key resources; publishing website; attracting new authors.

Современный книжный рынок диктует издателям свои правила. Прежде всего, это коммерциализация издательского дела, когда основной становится экономическая составляющая создаваемого проекта. Жесткая конкуренция вынуждает издателей уделять особое внимание расчетам: рассчитывается не только себестоимость издания, но и предполагаемая при-

быль. Задача разрабатываемого проекта издательства – выпускать такие издания, содержание и возможности которых не только удивят современного читателя, но и подвигнут его на приобретение книги.

Выбор остановился на издании литературы в жанрах фэнтези и интеллектуальной фантастики, т.к. авторы жанра создают уникальные миры, которые заставляют посмотреть на мир под другим углом, произвести переоценку ценностей, переосмыслить жизненные ориентиры. Жанр существует вне времени и сохраняет ощущение ностальгии по недостижимому.

Первоочередные сложности при открытии стартапа:

- привлечение инвестиций;
- набор работающей команды;
- поиск рынка сбыта и стратегия продаж.

Идея создания издательства

В ходе работы был изучен ассортимент книжных интернет-магазинов MyShop, Лабиринт, Эксмо, Читай-город и Book24. Как показывают данные таблицы, доля фэнтези/фантастики в совокупном объеме художественной литературы в выбранных для анализа объектах составляет от 17% до 19%, по сравнению, например, с детективами, доля которых в Book24 – только 14%, а в Лабиринте – всего 6% (см. табл.).

Таблица

Расчет соотношения книг жанра «фэнтези» к общему количеству экземпляров жанра «художественная литература» в рассматриваемых интернет-магазинах

Виды литературы	MyShop	Лабиринт	Читай-город	Эксмо	Book24
Художественная литература	13 522	11 286	177 072	44 482	134 589
Фэнтези/Фантастика	2 375	1 204	33 373	8 400	23 342
% отношение Фэнтези/Фантастика	17,56%	10,67%	18,85%	18,88%	17,34%
% отношение Детективы	14,65%	5,87%	17,65%	13,25%	13,99%

Было проведено более глубокое изучение работы издательств, работающих с данным жанром. Ассортимент фэнтезийно-фантастической литературы стал мелко сегментированным. Теперь для каждого читателя есть свой продукт: азиатское фэнтези, «попаданцы» (герой попадает в мир фэнтези), ЛитRPG (для геймеров, жанр литературных ролевых игр), ромфант (романтическое фэнтези), этническое фэнтези, славянское фэнтези и пр.

На основе статистики «Книжной палаты» рост доли художественной литературы в 2024г. составил 34%, а книги фэнтези остаются самым популярным жанром, его доля превышает 50%.

Основной вопрос, который стоит перед любым издателем, – где найти средства на выпуск книги, и следующий – как реализовать тираж. Финансовые ресурсы могут включать: собственные инвестиции или привлечение инвесторов, государственные или частные гранты на поддержку культуры, доход от продаж книг и сопутствующих товаров.

Портрет целевой аудитории – читатели, стремящиеся к расширению кругозора и удовольствию через творчество. Они ценят оригинальность, интеллектуальную стимуляцию и новые впечатления. По демографическому признаку – это жители, как крупных городов, так и регионов России, с доступом к книжным магазинам и онлайн-платформам. Основной возрастной диапазон – 16–45 лет. Семейное положение считается абсолютно не важным, т.к., если человек увлекается тематикой, он будет читать всегда, тем более что современная действительность предоставляет технологии и для аудиопрослушивания. Уровень дохода средний и выше среднего, поскольку читатели готовы тратить деньги на качественные книги и подписки.

Издательство «Phantasma»

У издательства с соответствующим названием «Phantasma» планируется функциональная структура управления, которая подразумевает деление его на отдельные функциональные блоки, имеющие свои конкретные задачи и обязанности. Возглавляет такую структуру – главный редактор (см. рис.).

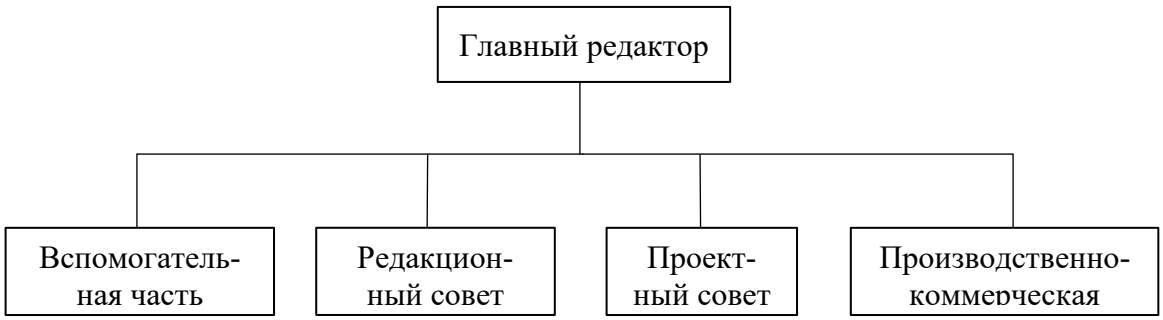


Рис. Пример структуры

Подобная структура эффективна для издательств малого и среднего размера, при небольшом объеме выпуска и однородном характере выпускаемой литературы.

Правильная регистрация предприятия является основой для успешного начала и развития бизнеса и включает ряд этапов.

Первым шагом по созданию издательства является регистрация юридического лица, например, Общества с ограниченной ответственностью (ООО). Современные процессы регистрации достаточно просты и учредитель их может проходить онлайн. Для этого можно воспользоваться Сервисом «Старт бизнеса онлайн» на сайте Федеральной налоговой службы или онлайн-регистрацией предприятия в банках (СБЕР, Альфа, Т-банк), где

предоставляются бесплатные инструменты, как для регистрации, так и дистанционного открытия счета в банке.

Для регистрации в налоговой инспекции необходим Устав организации. Сама Федеральная налоговая служба России предлагает воспользоваться бесплатным сервисом для подбора одного из вариантов Типового устава, ответив на несколько вопросов.

Выбрать оптимальную упрощенную систему налогообложения (УСН), а чтобы тратить меньше ресурсов на обслуживание бухгалтерии, воспользоваться платформами «Контур.Экстерн», «Мое дело», 1С: они ведут автоматизированный расчет налогов и взносов для оплаты в бюджет, а также быструю и удобную сдачу отчетности в соответствующие органы.

Основной вид экономической деятельности по ОКВЭД 58.11 – издание книг.

Следующими шагами являются Регистрация домена (nic.ru, reg.ru и т.п.) для упрощенного доступа к сайту (чтобы не запоминать сложный IP-адрес сайта, пользователи просто используют имя домена). Подключение почты к домену, чтобы общаться с партнерами: Biz.mail.ru, business.yandex.ru и для работы сервиса email-рассылок. Заказ фирменной печати. Утверждение логотипа издательства. Можно зарегистрировать товарный знак в Роспатенте через сайт ФИПС (ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности») или «Госуслуги».

Создание сайта интернет-магазина. Создание страницы в социальных сетях. Регистрация на маркетплейсах. Поиск производства – обязательно обращаться для просчета в несколько фирм, не боясь общаться как с большими типографиями, так и с типографиями в регионах.

Подключить CRM-систему (Битрикс24, 1С:CRM или AmoCRM), которая помогает автоматизировать процесс продаж и всю информацию по сделке. На начальном этапе запуска проекта все функции с закупом, ведение бухгалтерии выполнять собственными силами – в будущем это поможет лучше управлять предприятием.

Планы по изданию. Изначально – 5–7 новых книг в квартал тиражом до тысячи экземпляров.

Сайт издательства

Состав рубрик позволяет найти нужный контент для любых посетителей сайта. Слоган «Магия слов для ваших фантазий» на фоне темных тонов и глубоких мистических оттенков, отражает ключевые идеи издательства, создает ощущение персонального вовлечения.

Издательство «Phantasma» предполагает основной упор делать на издании произведений дебютантов, поэтому концепции по поиску новых авторов следующие:

1. Привлечение авторов на собственном сайте.

Зачастую новые произведения издают за счет самого автора, поэтому одной из мер эффективной привлекательности может быть отдельный раздел сайта «Новым авторам», где в «Преимуществах работы с нами» можно указать: софинансирование первого издания, публикация в интернет-пространстве, дополнительные бонусы (например, разработанная программа продвижения). Создание отдельной рубрики «Мой сюжет», где все рукописи, пришедшие в издательство от авторов, будут обязательно просматриваться и проходить чтение.

2. Ведение социальных сетей. Telegram. «ВКонтакте». Публикации в онлайн-изданиях, например, в «Дзен», где можно заявить о себе, как о перспективном партнере для новичков.

3. Литературный процесс в регионах находится в постоянном развитии. Сейчас активно проходят всевозможные литературные конкурсы, принять участие в которых, может каждый желающий, поэтому следующий пункт – литературные конкурсы.

4. Еще одним источником является самиздат. Основные сервисы самиздата в России по данным отраслевого доклада «Книжный рынок России» представляют следующие компании: «ЛитРес: Самиздат», «Литнет», «Author Today», «Ridero», «Литмаркет» и др.

5. Важным объектом внимания остаются библиотеки. Они становятся активной частью системы «писатель – издатель – библиотека – читатель», предлагая авторам-современникам различные формы партнерства: встречи с читателями и презентации книг, фестивали, акции и литературные конкурсы, выставки книжных изданий региона.

6. После продуктивной работы по созданию известности и издания нескольких тиражей можно воспользоваться еще одним из способов поиска авторов – это участие в книжных выставках-ярмарках. Иногда писатели просто приходят и предлагают свои книги, важно оформить свой стенд в необходимой тематике, с девизом или лозунгом «Пиши с нами – твой голос услышат миллионы», «Чтобы стать частью большого литературного мира – начни с нас», который будет заметен для новичков.

Список литературы

1. Книжный рынок России. Состояние, тенденции и перспективы развития: отраслевой доклад / А.Н. Воропаев, Е.А. Зенина, С.Ю. Зорина, О.М. Казакова; под ред. В.В. Григорьева. – М., 2024. – 106 с. URL: https://askr.life/images/News/2024/Bookmarket-2024.pdf (дата обращения: 01.03.2025).

2. Книжный рынок России: факторы влияния и направления развития // Университетская книга. – 2024. – № 10.

3. Никульчев Е.В., Курашова С.А. Разработка механизмов и инструментов формирования стратегии развития издательства // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела. – 2011. – № 6. – 206с.

4. Попова Л.Ф. Книга в современном мире: проблемы чтения и чтение как проблема. Читательские ориентиры деятельности издательства. Материалы международной научной конференции. – Воронеж, 2014. – 319 с.

5. Соколова, И. С. Маркетинг в издательском деле: учебное пособие / И. С. Соколова; Московский политехнический университет. – Москва: Тровант, 2016. – 87 с.
6. Цахаев, Р. К. Основы маркетинга: учебник / Р. К. Цахаев, Т. В. Муртузалиева, С. А. Алиев. – Москва : Издательство «Экзамен», 2005. – 448 с. – (Учебник для вузов).

Павлова Е.А.
студент
Научный руководитель: ***Давыдова Т.Т.***
д.фил.н., профессор,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ТРАГЕДИЯ «БОРИС ГОДУНОВ» А.С. ПУШКИНА В СОВРЕМЕННОЙ КРИТИКЕ

Аннотация. В статье рассматриваются современные критические работы о трагедии А. С. Пушкина «Борис Годунов». Объектом исследования выступают такие материалы, как документальный рассказ О. Ермакова «За сказкой», статья А. Румянцева «Минувшее проходит предо мною…», статья Л. Звонниковой «О психологическом аспекте трагедии». Было выявлено, что современная критика «Бориса Годунова» А.С. Пушкина характеризуется разнообразием интерпретационных подходов, отражающих изменения в литературоведении и социокультурном контексте, и стремится переосмыслить традиционные оценки трагедии.

Ключевые слова: А. С. Пушкин; «Борис Годунов»; критика; трагедия; анализ; образы; современники.

Pavlova E.A.
Student
Scientific Advisor: ***Davydova T.T.***
Doctor of Philological Sciences, Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

THE TRAGEDY OF «BORIS GODUNOV» BY A.S. PUSHKIN IN MODERN CRITICISM

Abstract. The article analyzes modern critical works on A. S. Pushkin’s tragedy «Boris Godunov». The object of research is such materials as O. Ermakov's documentary story «Beyond the Fairy Tale», A. Rumyantsev's article «The Past passes before me...», L. Zvonnikova's article «On the psychological aspect of tragedy». It has been revealed that the modern criticism of A. S. «Boris Godunov» by Pushkin is characterized by a variety of interpretative approaches, reflecting changes in literary studies and the socio-cultural context, and seeks to rethink traditional evaluations of the tragedy.

Keywords: A.S. Pushkin; «Boris Godunov»; criticism; tragedy; analysis; imagery; contemporaries.

Полностью «Борис Годунов» А. С. Пушкина был издан в 1830 году. Содержание драмы, принципы построения, стилистика – всё это вызывало неоднозначную реакцию у современников писателя. Так, Катенин, вопреки ожиданию Пушкина, воспринял трагедию негативно. Он не увидел в «Борисе Годунове» единства и цельности, писал, что это «не драма отнюдь, а кусок истории, разбитый на мелкие куски в разговорах» [3].

Всё же были и те, кого драма впечатлила. Один из наиболее глубоких разборов произведения принадлежит В. Г. Белинскому. «Борису Годунову» посвящена его десятая статья из цикла «Сочинения Александра Пушкина», опубликованная в 1845 году. Среди важных рассуждений: текст был написан не в том жанре, его следовало сделать эпической поэмой в разговорной форме. Он считает, что Пушкину не следовало «рабски» во всем следовать Карамзину. Тем не менее, Белинский заключает, что это не неуспешное произведение, хотя в нем и заметны недочеты.

В XX веке мнение о трагедии изменилось в положительную сторону. Литературовед С. Бонди пишет следующее: «К большому огорчению Пушкина, его трагедия не имела никакого успеха ни у читателей, ни у критиков: ни те, ни другие не сумели сразу разобраться в том обилии нового и непривычного, что давал Пушкин в своем «Борисе Годунове», и не смогли оценить все громадное значение этого замечательного произведения» [6].

На критику этого периода значительно повлияла советская идеология – это можно увидеть, например, в статье Д. Бернштейна, опубликованной в 1934 году в журнале «Литературное наследство». В ней драма рассматривается как трагедия социальных и политических противоречий эпохи.

Опираясь на богатый опыт изучения пушкинской трагедии, мы рассмотрим, как показан «Борис Годунов» А. С. Пушкина в современной критике. Нами было проанализировано произведение Ермакова «За сказкой», опубликованное в журнале «Новый мир» в 2024 году. В этом тексте автор, исследуя географическую местность Оковского леса и его историческую значимость, обращается к драме А. С. Пушкина. Именно здесь когда-то служил воеводой Гаврила Пушкин, герой трагедии и дальний родственник поэта. Интересно, что Ермаков определяет его как беспринципного человека. Проводя параллель с героем книги И. С. Тургенева «Отцы и дети», Гаврилу он называет «будущим Базаровым».

Критик поднимает политический вопрос в трагедии. По его мнению, у Марины ум «изъеден ржой политики» и потому сочувствие к ней проявляется лишь в конце, при ее гибели с ребенком. Ермаков описывает это событие так: «Монстр государственности, разумеется, перемолол оба эти создания, не поперхнувшись» [4]. Он обнаруживает в «Борисе Годунове» не только историческую достоверность, но и вечную связь времён и пространств.

Текст Андрея Румянцева «Минувшее проходит предо мною…» был опубликован в газете «День литературы» в 2019 году. Трагедия прежде

всего была рассмотрена с исторического аспекта. В тексте ясно прослеживается мысль о связи «Бориса Годунова» с нынешними реалиями. Рассматривая принципы писателя при создании работы, Румянцев, подобно Бернштейну, утверждает, что решение Пушкина «созерцать» историю, а не участвовать в ней, значительно повлияло на содержание трагедии.

Как и Белинский, он отмечает близость пушкинской трактовки правления Бориса к карамзинской. Однако автор считает, что их идеи отличны: Карамзин стремился верно изложить события, для писателя же было важно показать жизнь с ее национальными потрясениями. Румянцев отмечает, что Лжедмитрия нельзя считать антиподом Бориса. Критик предполагает, что именно поэтому трагедия не кончается смертью Годунова. После этого она становится кровавой драмой Отрепьева. Известную фразу «Не дай Бог видеть русский бунт, бессмысленный и жестокий» Румянцев предлагает дополнить, чтобы она звучала таким образом: «Дай Бог видеть и русское простодушие, русскую доверчивость, которые часто приводили к еще большему рабству и еще большей крови, чем сопротивление и борьба» [7].

Наконец, была проанализирована статья Ливии Звонниковой «О психологическом аспекте трагедии», опубликованная в журнале «Континент» в 2004 году. В ней приводится довод о том, что «Борис Годунов» – это не просто историческая хроника, а глубокое исследование человеческой психологии, развернутое на фоне эпохи.

Звонникова акцентирует внимание на том, что ключевые решения героев обусловлены не только политическими мотивами, но и борьбой с собственными амбициями и гордыней. Все герои «одержимы» такой жаждой власти, что ради нее жертвуют всем. Именно внутренний мир персонажей предопределяет их поступки и, как следствие, судьбу России. Трагедия выбора Отрепьева в главе «Сцена в Чудовом монастыре», становится символом того, как случайность и невольное влияние одного человека на другого могут изменить ход истории. Самозванец вместо пути смирения, которым шел Пимен, выбрал путь страсти, оказавшись полностью под влиянием жажды власти. Звонникова считает, что трагедия Пушкина обращена к человеку, так как от выбора, сделанного нами «сегодня», зависит «завтра» не только наше, но и нашего отечества.

Произведение, которое не сразу смогли оценить по достоинству, вновь переосмысливается и оценивается в связи с нынешним состоянием литературоведения. Современная критика о трагедии А. С. Пушкина пересматривает традиционные трактовки образов героев, проводятся параллели между прошлым и настоящим.

Список литературы

1. Белинский В. Г. «Сочинения Александра Пушкина» – СПБ: тип. Экспедиции заготовления гос. бумаг,. Т. 1-11, 1838-1841.

2. Бернштейн Д. «Борис Годунов» // [Александр Пушкин]. – М.: Журнально-газетное объединение, 1934. – С. 215–246. – (Лит. наследство; Т. 16/18).

3. Бонди С. М. Заметки: (Об удачах и ошибках текстологов) // Бонди С. М. Черновики Пушкина: Статьи 1930–1970 гг. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1978.
4. Ермаков О. «За сказкой» // Пушкин А. С. Борис Годунов. – М.: журнал «Новый мир» №10, 2024 [Электронный ресурс]. URL: https://nm1925.ru/articles/2024/10-2024/za-skazkoy/ (дата обращения: 27.03.2024).
5. Звонникова Л. «О психологическом аспекте трагедии» // Пушкин А. С. Борис Годунов. – М.: журнал Континент, №122, 2004. [Электронный ресурс]. URL: https://magazines.gorky.media/continent/2004/122/a-s-pushkin-boris-godunov.html (дата обращения: 27.03.2024).
6. Пушкин А. С. Драматические произведения / Ред. текста, вступ. статья, примеч. и коммент. С. Бонди. – М.; Л.: Детгиз, 1943. – 208 с.
7. Румянцев А. «Минувшее проходит предо мною…» // Пушкин А. С. Борис Годунов. – М.: Газета «День литературы», рубрика «Литературоведение», 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://denliteraturi.ru/article/3896 (дата обращения: 27.03.2024).

Солнцева Д.Д.
студент
Научный руководитель: ***Наумова Е.О.***
к.фил.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ЯЗЫКОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО МОЛОДЕЖНОГО ЖАРГОНА НА ПРИМЕРЕ ИМИДЖБОРДА «ДВАЧ»

Аннотация. Статья посвящена изучению языковых особенностей современного молодежного жаргона и его отражению в интернет-среде и словарях. Жаргон – гибкая подсистема языка, реагирующая на многочисленные социальные особенности. Объект исследования – имиджборд «Двач». Цель работы – выявление особенностей молодежного жаргона через анализ текстовых сообщений на «Дваче». Исследование показало, что жаргон активно используется и модернизируется, обогащая русский язык. Интернет-лексика нарушает устоявшиеся правила, создавая свободу коммуникации. Имиджборд «Двач» является ярким примером использования молодежного жаргона.

Ключевые слова: жаргон, интернет, молодежный сленг, имиджборд.

Solntseva D.D.
Student
Scientific Advisor: ***Naumova E.O.***
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

LANGUAGE FEATURES OF MODERN YOUTH SLANG ON EXAMPLE OF THE IMAGEBOARD «DVACH»

Abstract. The article is devoted to the study of language features of modern youth jargon and its reflection in the Internet environment and dictionaries. Jargon is a flexible, constantly changing subsystem of the language, which reacts to numerous social features. Object of research is the image board «Dvach». The goal of the work is to identify the features of youth jargon through the analysis of text messages on «Dvach». The study showed that the jargon is actively used and developed, enriching the Russian language. Internet lexicon violates established rules by creating free communication. Image board «Dvach» is a vivid example of youth jargon.

Keywords: jargon, internet, youth slang, imageboard.

Жаргон – слова, употребление которых свойственно отдельным социальным группам. Понятие происходит от французского слова «jargon», которое означает «наречие» или «говор».

Определение В.И. Даля: жаргон заимствован из французского языка и обозначает «наречье», «говор», «местная речь», «произношенье».

Трактовка Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона: жаргон рассматривается как «испорченное наречие», включая жаргоны, созданные для определенных целей, например, для воров, нищенствующих.

Определение В.Н. Ярцевой: жаргон – это разновидность речи, используемая в устном общении отдельной социальной группой, объединенной профессией, положением в обществе, интересами или возрастом**.**

Жаргон начал формироваться ещё в древности, это были слова, которые понимали отдельные профессиональные группы, например кузнецы или торговцы. Наиболее ярким примером можно считать «офенский» язык или «фени», который использовали бродячие торговцы-коробейники XIX века для скрытого обмена информацией. Некоторые исследователи связывают появление жаргона с социальными потрясениями. Н.С. Валгина выделяет три волны увеличения употребления жаргонизмов: в 1910-20-е гг. (Первая мировая, гражданская войны, революции); в 1940-50-е гг. (Великая Отечественная война); в 1990-е гг. (период перестройки, распад СССР, различные социально-экономические изменения). Важную роль во внедрении жаргона в литературный язык играют миграционные процессы: перемешивание разных культурных слоев, столкновение городской части населения с провинциальной, в том числе, с диалектами. Конец XX – начало XXI века ознаменовались повышенным вниманием лингвистов к сниженной

лексике, появился новый термин «жаргонология» –раздел лексикологии, исследующий жаргон как явление языка и культуры. Одновременно начали издаваться специализированные словари, такие как «Большой словарь русского жаргона» В.М. Мокиенко, Т.Г. Никитиной; «Слова, с которыми мы все встречались: Толковый словарь общего жаргона» О.П. Ермаковой, Е.А. Земской; «Словарь русского арго» и «Толковый словарь русского сленга» В.С. Елистратова.

Традиционно выделяют молодёжный, криминальный, гламурный, профессиональный и военный жаргон, но сейчас границы между ними частично размыты. Методами образования современного жаргона являются переосмысление, метафоризация, звуковое усечение. Интернет-речь уникальна благодаря хаотичности, непосредственности, линейному характеру, который определяется использованием сокращений и избыточностью речевых средств. Несмотря на ослабление нормативных стандартов, в связи со скоростью передачи информации, Интернет расширяет возможности языкового выражения и создает новые формы коммуникации. Сленг представляет собой активно развивающуюся часть современного русского языка, активно используемую в различных формах сетевого общения. Особенности Интернет-сленга:

1. **Усечения и аббревиатуры** – упрощённые варианты написания для ускорения набора текста (например, *тя* – ты, *че* – что, *спс* – спасибо).
2. **Эрративы** – намеренное искажение слов для создания определённого эффекта. Яркими примерами являются «олбанский язык» или «язык падонков» («кросавчег» – «красавчик», «превед» – «привет»; слитное написание: «тыжпрограммист», «яжемать») и «упячка» – язык неформальной субкультуры, целью которой является борьба со всем правильным и скучным («сегогне» – «сегодня»; «животное» – «живтоне»; искусственные слова, не имеющие традиционного значения: «вздръжни», «жажа», «бжыбжа»)
3. **Звукоподражание** – передача звуков через письмо (например, *чмок-чмок*).
4. **Неверный грамматический строй** – отсутствие строгих правил пунктуации и грамматики, связанное со скоростью коммуникации.
5. **Новые слова и выражения** – постоянное обновление лексикона в связи с постоянными изменениями в культуре и технологиях.
6. **Ирония и юмор** – наличие множества сарказмов и шутливых выражений.

Имиджборд (англ. imageboard – «доска изображений») – разновидность веб-форума с возможностью прикреплять к сообщениям изображения. Обсуждения разделены на темы, именуемые «досками», а в каждой из «досок» создаются ветки обсуждений или «треды» (от англ. thread – «нить»), это удобная структура для долгосрочных обсуждений и обмена мнениями. Общение на таких платформах отличается анонимностью, неформальностью, вседозволенностью. Интернет-форум – один из ключевых жанров интернет-дискурса, который продолжает развиваться благодаря обилию коммуникативных ролей, смысловых позиций. Полилог, возникающий в процессе общения множества пользователей, позволяет охватывать большой круг тем и точек зрения.

Пользователь: *Двач, как начать хоть что-то делать? Как перестать целыми днями залипать в экран телефона/компьютера? Как приобрести хоть какую-то дисциплинированность?*

Аноним: *заставить себя. Звучит просто. На самом деле это единственное что нужно для успеха и получается это у считанных единиц.*

Аноним: *ходил к психиатру?*

Аноним: *Самым первым делом откажись от двача и любой информации в интернете, она засоряет твой мозг и похеривает все твои рецепторы. Только из-за этого. А к психиатру всё же сходи, хотя, ты на дваче советы просишь. Думаю, понятно всё уже. Ладно, желаю удачи.*

Аноним: *сидеть на дваче и аутировать, шах и мат, превозмогисты.*

Участники треда сформировали 2 основные смысловые позиции:

1) заняться делом, привить дисциплину

2) не менять свою жизнь и продолжать заниматься прокрастинацией.

На форумах чаще всего встречается коллективная адресация:

Пользователь: *Двачик, помоги, мне нужно сделать загран паспорт через гос. услуги. В заявлении нужно предоставить свидетельства о смене фамилии, а мне лень, так ли это важно?*

Аноним: *сказано, значит надо. Чего неясно?*

Аноним: *важно, они могут отказать в выдаче, где-то читал.*

Аноним: *задрали в интернете вопросы задавать, приедь в фмс и все спроси.*

«Двач» политематематичен, однако каждый отдельный тред сосредоточен на одной теме, например, книгах:

Пользователь: *обсуждаем творчество русского писателя Михаила Юрьевича Елизарова. Аноним: решил недавно прочитать «Библиотекарь», но столкнулся с такой проблемой, есть 2 издания, до выхода сериала и приуроченная к выходу сериала, с виду отличается обложкой. Чем они отличаются внутри? Стоит прочитать именно вышедшую книгу перед сериалом или можно после?*

Аноним: *лучше почитать хороших русских писателей: Набокова, Быкова, Галковского, а не этого новиопа (обозначение постсоветского народа)*

Аноним: *Бездарнейший дебил, максимум которого – петь под гитарку (то есть даже в музыке никчемен).*

Анализ текстовых материалов на имиджборде «Двач».

1. *Пока роковые дамы сражаются с мышами, предлагаю уйти от суеты и агрессии в уютный* ***пупуний мирок****. Проходи****, сисонька****…*

Пупуний мирок – прилагательное «пупуний» произошло от существительного «пупуня» – милый, добродушный человек, слово также может быть применимо к животным и предметам.

Сисонька – существительное, англицизм, происходит от английского «sister» (сестра); обращение, используемое между девушками.

2. *«Сап, двачик! Меня хотят* ***заскамить****.* ***Реквестирую*** *способов получить* ***лулзы*** *с этого. Стою на остановке, ко мне подходит* ***тяночка****, спрашивает, куда идет автобус, потом начинает* ***смол ток****, рассказывает что-то про себя, где живет, где работает и т.д. Я тупо поддакиваю, инициатива в разговоре на ней. Между делом пробрасывает, что у нее мать*

болеет и в госпитале. Короче, попахивает скамом, где тяночка втирается в доверие, а потом просит бабла на помощь со здоровьем».

Скам (от англ. scam – мошенничество) –вид мошенничества, ради получения денег, личных данных или другой выгоды.

Реквестировать – происходит от английского «request» и означает «запрашивать» или «просить».

Лулз (от англ. lulz, искажённое от lol – laugh out loud) – прикол, шутка. Чаще всего «лулз» используется в контексте интернет-культуры, где пользователи намеренно создают ситуации, вызывающие смех над кем-то другим.

Смолл ток (от англ. small talk) – это легкая беседа на повседневные или нейтральные темы, которая помогает людям наладить контакт друг с другом.

Тяночка – любая девушка (девочка, женщина), кажущаяся милой, забавной, привлекательной. Может иметь как ласковый, так и ироничный оттенок.

Итоги

Жаргон является неотъемлемой частью русского языка и продолжает развиваться в условиях разговорного дискурса, его использование позволяет расширять возможности современной коммуникации. Интернет-лексика часто пренебрегает нормами русского языка, виртуальное общение свободно и хаотично благодаря отсутствию определенных ограничений и рамок. Имиджборд «Двач» является ярким примером живого использования молодежного жаргона, его феномен позволяет изучить специфику коммуникации в сетевой среде и выявить характерные лексико-семантические тенденции.

Список литературы

1. Борисова Е.Г. О некоторых особенностях современного жаргона молодёжи, «Русская речь», 1980 – № 5, с. 51–54
2. Валгина, Н.С. Теория текста. Москва, Логос. 2003. – 173 с
3. Сосновски, Я. Словообразование русского студенческого жаргона. Лодзь, Польша. 2016.
4. Ярцева В.Н. Лингвистический энциклопедический словарь. Сов. Энциклопедия. Москва. 2002. – 709 с.

Чекалина А.В
студент,
Научный руководитель: ***Голева О.П.***
к.и.н., доцент,
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДВИЖЕНИЯ СЕРИЙНЫХ ИЗДАНИЙ

Аннотация. В данной статье рассматриваются практические аспекты продвижения серийных изданий. Исследование проведено с помощью поискового, описательного и сравнительного методов. В рамках настоящей работы проводится практическая апробация методик на реальных кейсах серийных. Целью данного исследования является изучение и анализ методов и стратегий продвижения серийных проектов. Выяснено, что к каждой книги серии необходимо разрабатывать индивидуальною комплексную стратегию, а также особое внимание уделяется интернет-каналам, онлайн-платформам.

Ключевые слова: Серийное издание; продвижение; практические аспекты; маркетинговая стратегия; целевая аудитория.

Chekalina A.V.
Student
Scientific Advisor: ***Goleva O.P.***
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

PRACTICAL ASPECTS OF THE PROMOTION OF SERIAL PUBLICATIONS

Abstract. This article discusses the practical aspects of promoting serial publications. The study was conducted using search, descriptive and comparative methods. In the framework of this work, practical testing of techniques is carried out on real serial cases. The purpose of this study is to study and analyze methods and strategies for promoting serial projects. It was found out that it is necessary to develop an individual comprehensive strategy for each book in the series, and special attention is paid to Internet channels and online platforms.

Keywords: serial publication; promotion; practical aspects; marketing strategy; target audience.

В последние годы наблюдается изменение потребительских предпочтений в сторону серийных форматов. Зрители и читатели все чаще выбирают контент, который предлагает длительное и глубокое погружение в историю, а также возможность следить за персонажами и сюжетными линиями. Это создает необходимость в разработке и применении новых и более эффективных методов продвижения серийных проектов для расширения и удержания целевой аудитории.

В современных условиях развития рынка и усиливающейся конкуренции вопрос эффективного продвижения серийных проектов становится все более актуальным. Успех проекта во многом зависит от правильной стратегии продвижения, способной привлечь внимание целевой аудитории и обеспечить не только высокий уровень лояльности читателей, но и уровня продаж. Исследование данного вопроса поможет выявить особенности продвижения серии и предложить эффективные методы для достижения поставленных целей.

Серийное издание – это издание, являющееся составной частью объединенных общим замыслом, тематикой, целевым назначением, читательским адресом. Серийным (продолжающимся) изданием, могут стать книги одного автора, выходящих в однотипном и узнаваемом оформлении.

В условиях современного информационного поля, где конкуренция за внимание читателя только растет, серийные издания предоставляют издательствам возможность устанавливать более тесные и долговременные связи со своей аудиторией. Увеличение ассортимента сериями книг обуславливается также экономическими и организационными преимуществами. Разнообразие тематических серий позволяет охватить больше интересов и предпочтений читателей, благодаря этому возрастает их количество, а технически серии выпускать легче, так как разрабатывается общий макет еще на первой книге.

В обобщенном виде концептуальные критерии, определяющие понятие «книжная серия», можно представить следующим образом:

1) общий замысел издания;
2) тематическая уникальность (однотипность и общность тематики);
3) решение единой общественной задачи;
4) общее заглавие; затем частное каждой книги
5) общие целевое и читательское назначение;
6) однотипное оформление и объем;
7) принадлежность к определенному виду литературы;
8) общность программы продвижения.

Продвижение – это комплекс маркетинговых каналов и инструментов, с помощью которых до целевой аудитории доносится необходимая информация о товаре или компании и получение от нее ответной реакции – не только повышение продаж товара, но и увеличение узнаваемости бренда, повышение лояльности потребителей.

С одной стороны, считается, что продвигать серию проще, так как уже имеется эффект узнаваемости и ожидания целевой аудиторией следующей книги. С другой стороны, продвижение серии требует специального подхода, чтобы не только привлечь, но и удержать читателей на протяжении всей серии.

Примером может служить серия «Магистраль. Главный тренд» от издательства ЭКСМО. В ней собраны русские и зарубежные классические

произведения, на данный момент в нее входит 581 наименование, в подсериях еще 167.

Успех серии «Магистраль» и ее подсерий во многом связан с той маркетинговой стратегией, которая выбрана для ее позиционирования и продвижения.

Во-первых, каждый месяц анонсируется в социальных сетях о выходах новых книг в сериях, а также привлекает внимание с помощью рубрики «Битва обложек».

Во-вторых, для узнаваемости и повышения лояльности проводятся розыгрыши с открытием новых подсерий. К продвижению серии также привлекают редактора, который дал интервью для журнала ЭКСМО и регулярно рассказывает о процессе создания книг в личном блоге. На площадках интернет-магазинов есть отдельные страницы, на которых рассказывается об идеях и уникальности этой серии.

Во-вторых, были разработаны лимитированные закладки к серии, несколько бутылок для воды, платки, ручки, футболки и даже чай. Их можно было получить при выигрыше в розыгрыше читатели, подписанные на отдельный канал Классика.Эксмо, а также на книжных ярмарках.

В – четвертых, проводят маркетинговые активности такие как участие в «Книжном салоне» на Дворцовой площади с креативной группой «Piterville».

Другие крупные рекламные кампании, которые были проведены:

1. Книжный маркет «По любви» с эклерами.
2. Флешмоб и реклама в метро Москвы на Калужско-рижской линии.
3. Коллаборация с Калинов. Милк (розыгрыш книги и мороженого)
4. Событийный маркетинг: подарки в честь дня рождения писателя в коллаборации с музеем истории.
5. Привлечение крупных медийных личностей: Дмитрий Чеботарев, российский актёр театра и кино, озвучил бестселлер Дэниела Киза «Цветы для Элджернона».

Рассмотрим еще один пример, раскрывающий особенность продвижения серии – «Марина Мелия. Психология успеха», в которую входят книги по саморазвитию с уникальными методиками от коуч-консультанта первых лиц российского бизнеса. Важно отметить, что весь авторский гонорар перечисляется на счет фонда «Дом с маяком».

Книгу с первых дней продаж можно было найти в категории «ХИТ», что важно для магазинов, на которую они обращают внимание при взаимодействии с издательством, и стимулирует их организовывать приоритетную выкладку. С выпуском новых книг был открыт предзаказ на площадках интернет-магазинов, который анонсировался в социальных сетях автора, издательства БОМБОРА и ЭКСМО.

Был также подготовлен пресс-релиз для деловых СМИ, которые в дальнейшем публиковали статьи, отрывки, комментарии, интервью и анонсы.

Для большего охвата целевой аудитории издательство информировало и более релевантные крупные издания, например, в журнал Psyhologies, который имеет также и телеграмм-канал.

Также каждую книгу можно было найти в ежемесячном онлайн дайджесте издательства, который могли прочитать читатели для ознакомления с крупными проектами.

Издательство также сотрудничало и с нишевыми блогерами, которые обозревали книгу, оставляли и личный комментарий о ней.

Интернет-магазины не оставили проект без внимания, поддерживая баннерами на главной странице Литрес, социальных сетях Book24, а также Читай-города, которые далее выкладывал полезные выжимки в креативном формате в социальных сетях.

Также была использована таргетированная реклама на платформах ВКонтакте и Яндекс, которую можно было увидеть, если пользователь интересовался книгами в жанре «Бизнес» и «Психология и саморазвитие».

После старта продаж издательство мотивировало читателей оставлять отзывы с помощью системы баллов на маркетплейсах, промокодов и акций в интернет-магазинах. Благодаря этому повысился рейтинг книги, поэтому книга высвечивалась на главной странице. А для того, чтобы другие книги серии Марины Мелия читатель мог легко найти, они были отражены в карточке книги, как текстом в описании, так и дополнительным баннером УТП.

Также активности проводились и в офлайн пространстве – трейд-маркетинговые акции «Новый год», «Позитивная психология», «Весна», «Осторожно книги: осень».

Сама Марина Мелия проводила лекции на книжной ярмарке «Non/Fiction», автограф-сессию в книжном магазине «Москва», что повысило лояльность аудитории и простимулировало покупки после встречи. Ее можно было услышать и в подкасте «Нам надо поговорить» во на Яндекс. Музыке.

Эти примеры доказывают, что маркетинговые инструменты подбираются и реализовываются индивидуально к каждой серии и к каждому изданию в ней. Комплексный подход и интеграция онлайн и офлайн форматах позволяют расширить целевую аудиторию, в случае «Магистрали» увеличить ассортимент, а «Марины Мелия. Психология успеха» принес не только прибыль и повысил имидж издательству, но и помог фонду. Так как в серии «Магистраль. Главный тренд» классические произведения, которые начинают читать в школе, были проведены массовые маркетинговые активности. В серию Марины Мелия входят книги ниши бизнеса, психологии и саморазвития, поэтому активности проводились с помощью экспертных изданий и других специалистов.

Успех продвижения серии книг во многом зависит от понимания потребностей и предпочтений целевой аудитории, анализ которых позволяет разработать персонализированные маркетинговые стратегии, которые

больше привлекают и удерживают читателей. В современных условиях особое внимание уделяется интернет-каналам, онлайн-платформам, что дает уникальные возможности для взаимодействия с аудиторией. А сотрудничество со СМИ и блогерами, имеющими широкую аудиторию, не забывая о рейтингах и отзывах читателей, помогает создавать положительный имидж серии книги, что значительно усиливает эффект от маркетинговых активностей.

Список литературы

1. Беловицкая А. Книговедение. Общее книговедение: учебник М.: МГУП, 2007. – 393 с.

2. Книжный рынок России. Состояние, тенденции и перспективы развития. Отраслевой доклад / Под общ. ред. В.В.Григорьева. – М.: Федеральное агентство по печати и массовым коммуникациям, 2024

3. Котлер Ф. Основы маркетинга М.: Прогресс, 1991. – 733 с.

4. Стародубцева И. Серийность книжной продукции как инструмент маркетинга Иваново: Олимп, 2018. – 211 с.

Секция 8
ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОЕ ИСКУССТВО И ВИЗУАЛЬНЫЕ КОММУНИКАЦИИ

Боровинич Д.
студент,
daniloborovinic@gmail.com
Научный руководитель: ***Криштопайтис В.В.***
к.иск., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
v.krishtopaytis@yandex.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТИПОГРАФИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА В РАМКАХ РАСШИРЕННОЙ КИРИЛЛИЦЫ

Аннотация. В статье рассматривается процесс постепенной адаптации кириллической письменности под расширенные фонетические задачи в связи с её экспансией в Евразии. Целью работы является сравнение и анализ данных, связанных с различными способами типографической модификации знаков в рамках этих процессов, а также сопоставление кириллицы и латиницы в категории доминантных подходов в их развитии. Новизна исследования заключается в систематизации информации об исторической практике применения разных методов графического преобразования форм букв кириллицы.

Ключевые слова: Письменность, диакритика, кириллица, шрифт, письмо, типографика.

Borovinich D.
Student,
daniloborovinic@gmail.com
Scientific Advisor: ***Krishtopaitis V.V.***
Candidate of Art History, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
v.krishtopaytis@yandex.ru

ANALYSIS OF TYPOGRAPHICAL DESIGN METHODS IN THE FRAMEWORK OF EXTENDED CYRILLIC

Abstract. The article examines the process of gradual adaptation of Cyrillic script to expanded phonetic tasks due to its expansion across Eurasia. The aim of the study is to compare and analyze data related to various methods of typographic modification of characters within these processes, as well as to contrast Cyrillic and Latin scripts in terms of dominant approaches in their development. The novelty of the research lies in the systematization of information on the historical practice of applying different methods of graphical transformation of Cyrillic letterforms.

Keywords: Writing system, diacritics, Cyrillic, typeface, script, typography.

Изучение истории экспансии глобальных алфавитов и их графической адаптации под нужды новых языков представляет большой интерес не только для палеографии, но и для типографики, так как благодаря анализу исторической практики через дизайнерскую оптику мы можем прийти к выводам о разных подходах в дизайне новых знаков и применять их в создании алфавитов для бесписьменных языков или дальнейшей переработке уже существующих алфавитов при необходимости.

Базовые понятия о распространении письменности. Все письменности мира можно разделить на две группы по степени их глобальности. В качестве примеров локальных письмен могут быть указаны грузинское (используется несколькими картвельскими языками), армянское (используется исключительно армянским языком) или еврейское (используется исключительно ивритом и идишем). Глобальные письма вроде латиницы и кириллицы являются комплексными графическими системами, имеющими массу модификаций, которые и позволяют им быть универсальными инструментами записи десятков или даже сотен языков мира, во многих случаях не являющихся родственными [4].

Приход кириллицы к актуальному положению. Предположительным временем возникновения кириллицы и вытеснения ею глаголицы в качестве основного письма для записи старославянской литературы относят к IX–X вв. Крещение Руси в 988 г. и положенное им начало русской письменной традиции стали ключевыми моментом в обретении кириллицей статуса глобальной письменной системы, охватывающей почти 200 языков мира, в связи с колоссальным расширением и ростом влияния будущих российских государств [5]. Несмотря на первоначальную разработку кириллицы с учётом особенностей славянской фонетики и её отличий от греческого письма, кириллица становится основным методом записи множества неславянских языков. Временные рамки внедрения кириллицы в эти языки варьируются: часть новых алфавитов была разработана в период существования Российской империи, однако большая их часть появилась уже в Советском Союзе. В некоторых случаях кириллица заменила уже существующую письменную традицию региона, в других − стала её основой [3].

Обзор основных способов расширения письма. Среди методов введения новых элементов в существующую письменную систему можно выделить три основных течения, среди которых: 1) добавление диакритических знаков к уже существующим графемам [2]; 2) использование лигатур и диграфов (в некоторых случаях с полноценным введением в алфавит); 3) изобретение графемы с нуля, модификация уже существующей графемы или адаптация альтернативной рукописной формы в качестве новой буквы (рис. 1).



Рис. 1. Буква с диакритическим знаком, лигатура и новая графема на примере авторского шрифта

Анализ латинской практики. Крупнейшей письменностью мира и по количеству носителей, и по количеству языков является латиница, поэтому она также вынуждена была адаптироваться под огромное количество фонем, которые не присутствовали в латинском языке. В латинской графике можно найти примеры появления новых букв из лигатур, таких как «w», или заимствования букв из других алфавитов, что особенно актуально для староанглийского или практически идентичного ему современного исландского алфавита, где встречаются буквы, такие как «þ», представляющие собой адаптацию рун, использовавшихся германскими народами до романизации их письменности [6]. Однако отличительной чертой расширенной латиницы является абсолютная доминация диакритики как инструмента для создания новых букв. Рассматривая выборку из большинства латинских знаков, использующихся (или использовавшихся) носителями соответствующих языков (системы фонетической записи вроде МФА или *Teuthonista* не были включены в нее, так как по факту являются научными инструментами, а не использующимися в литературе и быту орфографиями).

Поскольку в типографике не существует четких границ между добавлением диакритических знаков и модификацией графемы, в рамках исследования решено ввести условный критерий, по которому любая буква, основная часть графемы которой подверглась какому-либо изменению, относится к третьей группе (таким образом в нее также вошли некоторые модификации, которые традиционно принято считать диакритикой, такие как огонэк или седиль). Однако даже с учетом этого, буквы с диакритикой без соединения с базовой графемой показывают абсолютное превосходство, составляя ≈81.52% от общего числа (табл. 1).

Таблица 1

Данные по знаковому составу латиницы

Базовый набор (архаичная латиница)	a, b, c, d, e, f, h, i, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, x, z	-
1	*2*	*3*
Диакритическое образование	à, á, â, ầ, ấ, ẫ, ẩ, ã, ằ, ắ, ẵ, ẳ, ā, ȁ, ȃ, ȃ, ă, ắ, ặ, ằ, ẳ, ẵ, ą, ậ, ặ, ạ, ạ, ȁ, ą́, ą̄, ą̀, ą́, ą̂, ą̃, ą̄, ą̀, ą̂, ą̃, ą̄, ą̀, ą́, ą̂, ą̃, ą̄, ą̀, ą́, ą̂, ą̃, ą̄, ą̀, ą́

Окончание табл. 1

1	*2*	*3*
	, å, ȧ, ā, ä, á, à, â, ã, ā, ă, ȧ, å, ǻ, ǟ, ǎ, ȧ, ä, à, ā, á, ą̀, , ą, ą̀, ą́, ą̂, ą̃, ą̄, ą̀, ą́, ą̂, ą̈, å, ą̈, ą̀, ą́, ą̂, ą̃, ą̄, ą̇, ą̊, ą̆, æ, , č, ď, d̄, ḋ, ḍ, ď, d̂, d́, ç, ḑ, ɋ, ḏ, ɡ̑, ḍ, ɖ́, ɖ̄, ḍ, ɖ, ɖ̈, è, é, ê, ề, , e̊, e̋, ě, ȇ, e̊, ė, è, ê, ę, é, ę̂, ë, ę̄, ę, ę̀, é, ę̂, ę̀, ę̋, ę̌, ê, ę̄, ę, ę̇, , ḣ, ĥ, ḣ, ẗ, ȟ, ḣ, ḥ, ì, í, î, ĩ, ī, ĭ, ì, î, ǐ, ǐ, ĭ, ǐ, ì, ǐ, i, ï, i̊, ĭ, ǐ, i, ì, î, , ì, í, î, ĩ, ī, i, ı̈, í, ị, î͖, ĩ, ị, ị, ị, í͖, ị, ɨ́, m̀, ḿ, m̂, m̃, ṁ, m̈, ṁ, m̌, ɲ, ŋ, ɳ, ɳ, ŋ̊, ò, ó, ô, õ, ő, ȍ, ō, ò, ô, õ, ő̄, ō, ŏ, ő, ŏ, ȍ, , o̧, ȯ, o, ǫ́, o̧, ǫ̀, ǫ̂, ǫ̃, ǭ, ǫ̇, ǫ̊, ǫ̆, ǫ́, ǫ̀, ǫ̂, ǫ̃, ǭ, ǫ̇, ǫ̊, ǫ̆, ɵ́, ɵ̀, ɵ̂, ɵ̃, ɵ̄, ɵ̇, ɵ̊, ɵ̆, ɵ́, ɵ̀, ɵ̂, ɵ̃, ɵ̄, ɵ̇, ɵ̊, ɵ̆, ơ, ɔ́, ɔ̨, ɔ̀, ɔ́, ɔ̨, ɔ̂, ɔ̃, ɔ̄, ɔ̇, ɔ̊, ɔ̆, ɔ́, ɔ̨, ɔ̀, ɔ̂, ɔ̃, ɔ̄, ɔ̇, ɔ̊, ɔ̆, ɔ̨́, ɔ̨̀, ɔ̨̂, ɔ̨̃, ɔ̨̄, ɔ̨̇, ɔ̨̊, ɔ̨̆, ɸ, ś, ŝ, s̃, s̄, ṡ, s̈, s̊, s̆, ś, ş̀, ş̂, ş̃, ş̄, ṣ, ş̈, ş̊, ş̆, ś, ş̀, ŝ, s̃, s̄, ṡ, s̈, s̊, s̆, ś

Проследить традиционность модификационного подхода к введению новых кириллических букв можно проследить с самых ранних этапов развития славянской литературной традиции [7], одним из примеров чего служат многочисленные несистемные варианты начертания буквы «о» (рис. 2), практиковавшиеся писцами для дополнительной иллюстративности текста. Подтверждения мы получаемых и с момента начала экспансии письма, так, например, начиная с XIV века старорумынская кириллица включала в свой состав отсутствующую в старославянском букву «ын» (рис. 3).

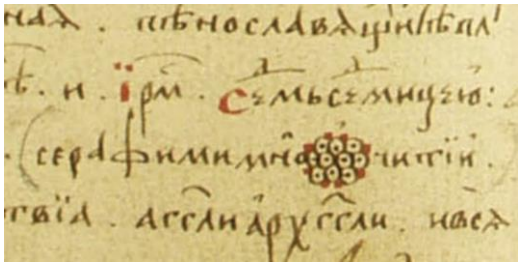


Рис. 2. Известный пример альтернативного изображения буквы, известный под наименованием «мультилокулярная о»

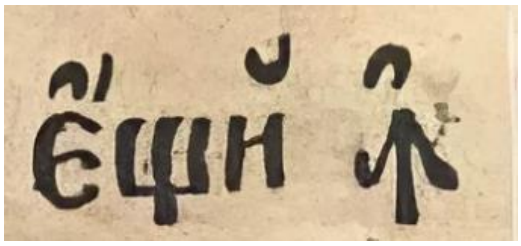


Рис. 3. Валахо-молдавская буква «ын» в тексте

Диакритика также является исконным элементом кириллического письма, однако до реформы шрифта и орфографии Петра I в использовании находился непохожий на латинский набор знаков, который был выведен из употребления в светских текстах. Уже позже, как в русском, так в других кириллических языках можно было чаще наблюдать появление диакритических знаков, аналогичных латинским: динамичным ростом популярности этого явления можно назвать период советской кириллизации в 1930–1940-х гг. (при том, что введение новых знаков, стандартизация лигатур и заимствование знаков из других писем также активно практиковались в данный период).

Таким образом, при работе с орфографиями на основе расширенной кириллической графики дизайнерам стоит учитывать, что принципиальным отличием кириллической традиции от латинской является отсутствие близкого к монопольному статуса у диакритики в качестве инструмента расширения знакового состава письма [4]. В равной степени возможно обращение как к *диакритическому*, так и *модификационному* подходу, что не будет идти вразрез с устоявшейся исторической практикой.

Список литературы

1. Вернер И. В. Чешский перевод Нового Завета Франтишека Сушила (1864–1867 гг.) и его «кириллический» источник // Славяноведение. − 2022. − № 6. − С. 19–37.
2. Дудник І. М. Графічні особливості українського кириличного друкарського шрифту (остання чверть XVI − перша половина XVII століть): автореф. дис. ... канд. мистецтвознавства : 17.00.07 / Ігор Миколайович Дудник; Харківська державна академія дизайну і мистецтв. − Харків, 2019. − 24 с.
3. Можаева И. Е. Библиография по кирилло-мефодиевской проблематике 1945–1974 гг. / Отв. ред. С. Б. Бернштейн. − М.: Наука, 1980. − 224 с.
4. Рашковский Б. Е. Дипломатические практики античности и средневековья: межъязыковые контакты. − М.: Университет Дмитрия Пожарского, 2020. − 382 с.
5. Шафарик П. Й. Славянские древности. Часть историческая: в 2 т. / П. Й. Шафарик ; пер. с чеш. О. Бодянского. − 2-е изд., испр. − Москва: Университетская типография, 1847. − Т. 2, кн. 3. − 450 с.
6. Шейгал Е. И. Семиотика политического дискурса. − Волгоград: Перемена, 2000. − 368 с.
7. Щавелев А. С. Следы греческой орфографии в личных именах из договора князя Игоря Рюриковича (август 931 г. − декабрь 944 г.) // Древнейшие государства Восточной Европы. 2019–2020 годы: Дипломатические практики античности и средневековья / Отв. ред. тома Б. Е. Рашковский. − М.: Русский фонд содействия образованию и науке, 2020. − С. 73–83.

Янгутова Т.Б.
студент,
Научный руководитель: ***Миклушевская И.Н.***
к.иск., доцент
РГХПУ им. С.Г. Строганова
Россия, Москва
miart2000@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ ИТАЛЬЯНСКОЙ МЕТАФИЗИЧЕСКОЙ ЖИВОПИСИ НА СОВРЕМЕННОЕ ИСКУССТВО

Аннотация. В статье рассматривается итальянская метафизическая живопись; особое внимание уделяется творчеству Джорджо де Кирико как значимой фигуре этого художественного направления. Метафизическая живопись, возникшая в начале XX века, ставит своей целью раскрытие внутренних и скрытых смыслов мира, создавая напряженную атмосферу, которая акцентирует внимание на недостатке привычных реалий и обыденных вещей.

Джорджо де Кирико занимает центральное место в этом движении. Его работы отличают не только эстетическая красота, но и глубокое содержание, интегрирующее философские идеи и личные переживания художника.

Творчества Джорджо де Кирико повлияло на сюрреализм, абстрактный экспрессионизм и современное концептуальное искусство. Джорджо де Кирико предчув-ствовал проблемы современного общества.

Ключевые слова: метафизическая живопись, Джорджо де Кирико, сюрреализм, модернизм.

Yangutova T.B.
Student
Scientific Advisor: ***Miklushevskaya I.N.***
Candidate of Art History, Associate Professor
Stroganov Russian State University of Design and Applied Arts,
Moscow, Russia
miart2000@yandex.ru

THE INFLUENCE OF ITALIAN METAPHYSICAL PAINTING ON MODERN ART

Abstract. The article examines Italian metaphysical painting; special attention is paid to the work of Giorgio de Chirico as a significant figure of this artistic trend. Metaphysical painting, which emerged at the beginning of the 20th century, aims to reveal the inner and hidden meanings of the world, creating a tense atmosphere that focuses on the lack of familiar realities and everyday things.

Giorgio de Chirico occupies a central place in this movement. His works are distinguished not only by their aesthetic beauty, but also by their deep content, integrating philosophical ideas and personal experiences of the artist. Giorgio de Chirico's work has influenced surrealism, abstract expressionism, and modern conceptual art. Giorgio de Chirico had a premonition of the problems of modern society.

Keywords: metaphysical painting, Giorgio de Chirico, surrealism, modernism.

Введение

Исторический контекст

Развитие метафизической живописи в Италии произошло на фоне значительных социальных и культурных трансформаций, охвативших страну в начале XX века. Этот период характеризовался не только стремительными политическими изменениями, но и кризисом традиционных ценностей, что оказало влияние на творчество художников. Основные события, происходившие в это время, включали Первую мировую войну, падение монархии и зарождение фашистского режима под руководством Бенито Муссолини. Эти катаклизмы создали условия для новой художественной эры, когда художники начали искать альтернативные способы выражения своих мыслей и чувств в условиях изменяющегося мира [5].

Метафизическая живопись, возникла в середине 1910-х годов, во время Первой мировой войны. Основателем и главным идеологом этого направления стал итальянский художник Джорджо де Кирико. В период своего пребывания в Париже в 1913-1914 годах, он создавал пустынные городские пейзажи, предвосхищавшие будущую эстетику метафизизма. Формирование группы художников, исповедовавших эстетику метафизики, произошла в 1916 году, когда в госпитале в Ферраре сошлись судьбы Джорджо де Кирико и Карло Карра, Филиппо де Пизиса и младшего брата де Кирико, Андреа, который взял себе псевдоним Альберто Савинио. К вышеперечислен-

ной плеяде художников можно добавить таких мастеров, как Джорджо Моранди, Артуро Мартини, Марио Сирони, Феличе Казорати. Художники стремились поднять на поверхность скрытые эмоции и подавленные страхи, получая вдохновение не только от литературы, но и от античного наследия. В результате это привело к созданию произведений, которые мы можем воспринимать как парадоксальные и многозначные, вызывая у зрителя состояние углубленной интроспекции и размышлений.

Рассматривая творчество этих художников, можно его представить как ответ на реалистические и академические традиции, господствующие в Италии. В отличие от них, метафизическая живопись стремилась передать внутренние переживания художника, его философские размышления и экзистенциальные вопросы, что обеспечивало уникальный визуальный язык. Находясь под впечатлением от философии Ницше и Шопенгауэра, художники искали способы отразить абсурдность дисгармоничность существования [2].

Исторический контекст метафизической живописи в Италии демонстрирует взаимодействие искусства и общества, показывая, как внешние обстоятельства влияют на внутренние процессы восприятия и создания искусства. Художники этого периода использовали свои работы как способ анализа и комментария к происходящему, создавая произведения, которые продолжают вызывать интерес и вдохновение даже сегодня.

Методы анализа

В исследовании метафизической живописи, и в особенно творческого наследия Джорджо де Кирико, применяются несколько методов анализа, которые помогают глубже понять как художественные объекты, так и их контекст. Прежде всего, ключевым методом является визуальный анализ произведений искусства, который позволяет исследовать не только внешние характеристики картин, такие как композиция, цвет, форма и текстура, но и скрытое значение, заключенное в символике и образах. Визуальный анализ включает в себя тщательное изучение деталей, таких как размещение фигур, использование пространства и взаимодействие между объектами, что может пролить свет на концептуальные и эмоциональные слои работ художника [6].

Важно провести анализ трудов исследователей искусства. Это позволяет установить диалог между поздними интерпретациями произведений и оригинальными замыслами де Кирико. Современные арт-критики анализируют работы через призму актуальных общественных и культурных контекстов, что помогает осветить, как понимание метафизической живописи изменилось с течением времени. Например, такая критика может подчеркивать влияние исторических событий на восприятие художника как служителя нового культурного кода, что делает возможным видение метафизической живописи как предвестника сюрреализма и других направлений [4].

Дополнительно, для более полного понимания творчества Джорджо де Кирико, исследуются его собственные записки и эссе, в которых художник

делится своими размышлениями о роли искусства и философии. Эти тексты, взаимодействующие с визуальным анализом, позволяют создать целостное восприятие тех идей и концепций, которые формировали его творческую личность. Сопоставление с трудами современников (Карло Кара и других итальянских футуристов) обогащает исследование, позволяя проводить параллели и выявлять влияния, последствия которых уходят далеко за пределы времени их создания.

Итак, комбинация визуального анализа, критического сопоставления и рефлексии на тексты художника создает многоуровневый подход к исследованию метафизической живописи, позволяя глубже понять сложности и нюансы, которые делают работы Джорджо де Кирико столь значительными в истории искусства.

Творчество Джорджо де Кирико

Творчество Джорджо де Кирико занимает центральное место в истории метафизической живописи, его работы являются образцами глубокого философского осмысления бытия и экзистенциальной жажды понимания. Важнейшими темами его картин стали время, пространство и человеческая судьба, что сделало его искусство не только эстетически привлекательным, но и насыщенным смыслом. В своих ключевых произведениях де Кирико использовал нестандартные композиции, соединяя элементы культурного наследия с элементами современности, что создавало уникальную визуальную атмосферу [5].

Одним из самых известных произведений художника является «Меланхолия и тайна улицы» (1914), в котором ярко отражены основные философские идеи де Кирико (рис. 1).

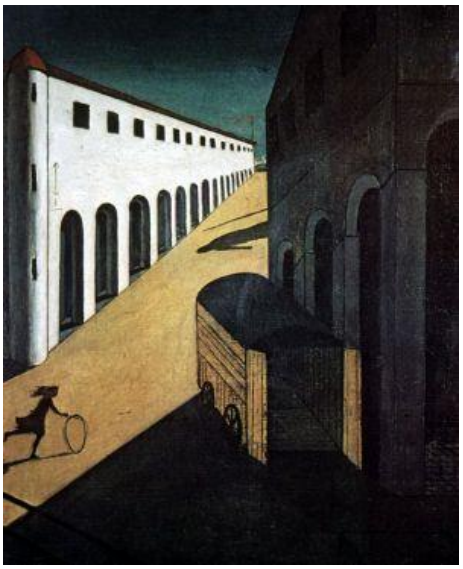


Рис. 1. Дж. де Кирико «Меланхолия и тайна улицы»

На картине изображены пустые площади и архитектурные конструкции, которые создают атмосферу одиночества и задумчивости. Использование длинных теней и холодных тонов придает изображению ощущение стагнации времени, заставляя зрителя задуматься о собственных экзистенциальных переживаниях. Тематика забытости и утраченного смысла заявлена здесь наиболее явно, что подчеркивает влияние Фридриха Ницше и экзистенциализма на творчество художника [3].

Еще одним значимым произведением Джорджо де Кирико является «Портрет сеньоры Гартцен» (1913), который демонстрирует мастерство художника в синтезе реалистической и метафизической живописи (рис. 2). В этом портрете художник исследует психологическое состояние модели через призму окружающей среды. Статичные фигуры и жесткие геометрические формы создают контраст с выражением лица, позволяя воспринимать женщину как эмблему внутреннего конфликта. Здесь становится очевидным, что сам образ является не просто портретом, а отражением глубинных эмоций и переживаний, что делает эту работу актуальной и для современного зрителя.

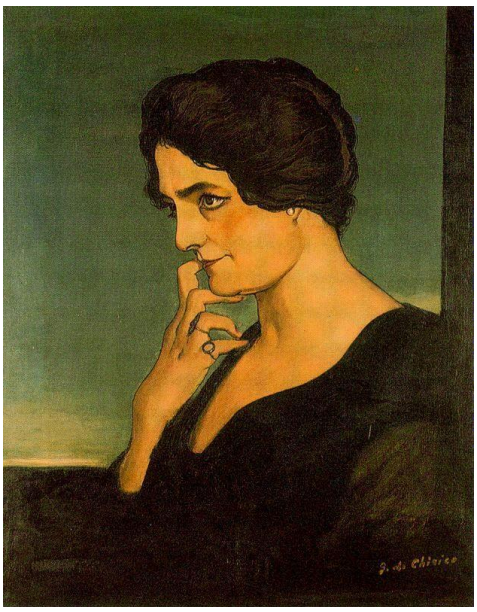


Рис. 2. Дж. де Кирико «Портрет сеньоры Гартцен»

Характерными особенностями произведений де Кирико являются: использование ярко выраженных контрастов, жесткое светотеневое моделирование и фрагментации пространства. Художник сочетает элементы классической архитектуры с пустыми просторами, создавая тем самым ощущение неразберихи и аллюзии на потерянный смысл. Эти находки делают его работы необыкновенно выразительными и многозначными. Творчество Джорджо де Кирико стало предвестником многих направлений в искусстве.

Влияние на современное искусств

Метафизическая живопись оказала значительное влияние на целый ряд художественных течений и многих современных художников. Творчество

Джорджо де Кирико и его современников стало отправной точкой для последующих движений, таких как сюрреализм, абстрактный экспрессионизм и даже концептуальное искусство. Де Кирико стал предшественником сюрреалистов, таких как Сальвадор Дали и Рене Магритт, вдохновляя их на поиск скрытых значений и внутренних переживаний через визуальные образы [7].

Одной из ключевых идей метафизической живописи, которая оказала особое влияние на сюрреалистов, стало использование снов и образов из глубин подсознания для создания художественного произведения. Дали, например, непосредственно заимствовал у де Кирико технику создания нереалистичных пространств, где законы физики и рациональное восприятие не действуют. Композиционные приемы, похожие на работы де Кирико, можно найти в таких его знаменитых произведениях, как «Предчувствие войны» и «Тайная жизнь снов», где элементы реальности смешиваются с тонкими аллюзиями на страхи и желания человеческой души [1].

С другой стороны, творчество де Кирико стало предшественником и для абстрактного экспрессионизма, который возник в середине XX века. Художники этого направления, такие как Марк Ротко и Джексон Поллок, использовали эмоциональную выразительность и завуалированные формы, что перекликалось с метафизической живописью в поиске глубинного смысла через абстракцию. В отличие от де Кирико, сосредоточившегося на пространственных концепциях и одиночестве, абстрактные экспрессионисты акцентировали внимание на эмоциональной реакции и непосредственном восприятии зрителя, что также нашло отражение в их работах. Однако основное сходство заключается в том, что оба направления исследуют психоэмоциональные аспекты человеческого существования и используют визуальные средства для их передачи.

Кроме того, влияние метафизической живописи можно проследить и в современном концептуальном искусстве, где значение, восприятие и интерпретация становятся важнейшими аспектами произведений. Многие современные художники, такие как Трейси Эмин и Дэмьен Херст, опираются на принципы метафизической живописи в своей практике, часто создавая работы, которые обращаются к философским вопросам бытия и личного опыта. Это подтверждает, что идеи, заложенные художниками начала XX века, продолжают находить свое отражение в новом, современном художественном контексте.

Можно говорить о предчувствии художником тех проблем, с которыми сталкивается современный мир, в который с огромной скоростью внедряется искусственный интеллект. Технологии, связанные с искусственным интеллектом, уже активно используются. Однако их вхождение в общество и в мир каждого отдельного человека несет некие угрозы, которые лишь начинают обозначать современные философы. Это – проблемы одиночества, вопросы снятия ответственности, проблемы осознания ценностей, экологические проблемы. Но именно эти темы являются главными в произведениях де Кирико.

Джорджо де Кирико смело раздвинул рамки реальности, создав образы, которые позволяли зрителю пересекать границы привычного восприятия.

Интерес к метафизической живописи не угасает с течением времени. Современные художники, черпая вдохновение из идей и визуальных решений де Кирико, продолжают исследовать темы одиночества, экзистенциального кризиса и поиска смысла в мире, в котором они живут.

Кроме того, метафизические идеи нашли отражение в современной поп-культуре. Например, в фильмах и сериалах, где границы между реальностями размыты: «Мир дикого запада», «Очень странные дела», «Всё, везде и сразу».

Также метафизическая живопись повлияла на режиссёров, которые начали экспериментировать с новыми стилями съёмки, монтажа и спецэффектами. Это позволило обратить внимание зрителей на глубинные вопросы бытия и восприятия. Один из ярких примеров такого подхода − фильм «Матрица» режиссёров Вачовски.

Таким образом, метафизическая живопись с её стремлением выйти за пределы физической видимости реальности и поставить под сомнение природу вещей продолжает влиять на современное искусство, вдохновляя новое поколение художников и зрителей.

Список литературы

1. Васильева-Сперянская Т.А. Феличе Казорати как один из главных действующих лиц художественной жизни в Италии. От символистского влияния до «Валори Пластики» и «Новеченто» // Vestnik of Saint Petersburg University. Arts. 2020. DOI: 10.21638/spbu15.2020.207. URL: https://artsjournal.spbu.ru/article/view/7523 (дата обращения: 24.03.2025).
2. Ермолаева М.В., Лубовский Д.В. Эвдемонистический подход к катарсису трагического в живописи // Психологические исследования. 2018. Т. 11, № 59. DOI: 10.54359/ps.v11i59.281.
3. Логинова М.В. Методологическая проблема онтологического подхода к философии искусства // Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin. 2018. DOI: 10.15293/2226-3365.1801.08.
4. Муратов А.М. Культура и искусство: Неоидеалистическая тенденция в отечественном изобразительном искусстве. 2013. № 4 (16).
5. Николаева Ж.В. Теория архитектурных форм: от пространства к событию // Studia Culturae. 2021. № 48. С. 74-91. DOI: 10.31312/2310-1245-2021-48-74-91.
6. Пендикова И.Г. Визуальная семиотика образов Марфы и Марии в европейской живописи // ΠΡΑΞΗΜΑ. Journal of Visual Semiotics. 2022. № 1. С. 171-193. DOI: 10.23951/2312-7899-2022-1-171-193.
7. Шиловская Н.С. Культурные смыслы гуманизма // Философия и культура. 2013. № 6. С. 834-841.

Михалева К.С.
студент
ashanikis@yandex.ru
Научный руководитель: ***Криштопайтис В.В.***
к.иск., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
v.krishtopaytis@yandex.ru

ПРОБЛЕМА КИРИЛЛИЗАЦИИ БРЕНДОВ В РОССИИ

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы, связанные с адаптацией брендов к современной русскоязычной аудитории, в виду отсутствия четких правил работы с кириллизацией брендов, частичной осведомленностью дизайнеров с различными подходами в этом направлении. Целью работы является выявление основных сложностей проектирования и создания практических рекомендаций в контексте применения кириллицы в рамках визуальной идентификации брендов. Новизна исследования заключается в том, что впервые проанализирован и систематизирован визуальный материал по теме кириллизации иностранных брендов в России.

Ключевые слова: дизайн; ребрендинг; кириллизация брендов; адаптация брендов; айдентика; редизайн.

Mikhaleva K. S.
Student
ashanikis@yandex.ru
Scientific Advisor: ***Krishtopaitis V. V.***
Candidate of Art History, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
v.krishtopaytis@yandex.ru

THE PROBLEM OF CYRILLIZATION OF BRANDS IN RUSSIA

Abstract. This article examines the challenges Associated with adapting brands to a contemporary Russian-speaking audience, stemming from a lack of clear guidelines for brand Cyrillization and designers' limited awareness of various approaches in this area. The aim of this work is to identify the main design complexities and develop practical recommendations in the context of applying Cyrillic within the visual identity of brands. The novelty of this research lies in its pioneering analysis and systematization of visual materials related to the Cyrillization of foreign brands in Russia.

Keywords: design; rebranding; brand cyrillization; brand adaptation; identity; redesign.

Актуальность и постановка проблемы

В современных российских условиях актуальность данной работы определяется целым рядом взаимосвязанных факторов. В настоящее время потребительский рынок в Российской Федерации испытывает изменения из-за смены геополитической и экономической обстановки, связанные с уходом из-

вестных брендов с рынка Российской Федерации, новыми законами и импортозамещением. Уход ряда крупных международных брендов, вызванный санкционным давлением и изменением стратегий ведения бизнеса, обнажил потребность в активном импортозамещении и переосмыслении подходов к брендингу. В этой связи, вопросы кириллизации − адаптации брендов и логотипов к русскоязычной аудитории − приобретают особое значение.

Русификация брендов, вызванная заменой ушедших компаний, ставит перед дизайнерами сложные задачи из-за законодательства, восприятия потребителя и трудностей перевода графики с латиницы на кириллицу. Зачастую дизайнеры сталкиваются с проблемами сохранения узнаваемости, передачи смысла и ценностей бренда. Отсутствие четких инструкций усложняет эту работу.

Задача статьи − выявление основных сложностей в кириллизации брендов в России и разработка практических рекомендаций по решению этой проблемы.

Основное изложение материала

Для того, чтобы понимать поставленные задачи по изучению кириллизации брендов, необходимо раскрыть такие понятия, как «ребрендинг» и «редизайн».

Ребрендинг − это адаптация бренда к изменениям рынка и аудитории. Во время ребрендинга может меняться идеология бренда, его позиционирование и восприятие. Цель ребрендинга − продлить жизнь компании или продукту. Ребрендинг используют как крупные компании, так и малый бизнес. Компании запускают этот процесс по разным причинам и с разными целями. Чаще всего причинами для ребрендинга служат устаревание визуального стиля бренда, обновление продукта компании, изменение портрета целевой аудитории, географическое и культурное масштабирование бренда на новые рынки, расширение ассортимента товаров и услуг, изменение трендов, юридические риски, появление сильных конкурентов и смена собственника. Основная цель ребрендинга − повлиять на отношения с целевой аудиторией, чтобы улучшить бизнес-показатели. Как пример − ребрендинг онлайн-кинотеатра «Иви», где вместе с кириллизацией логотипа изменился фирменный стиль и позиционирование бренда. [5]

Редизайн является частью ребрендинга и относится в основном к визуальной составляющей бренда. К редизайну относятся такие факторы, как изменение логотипа, цветовой палитры, фирменного стиля или графики. За счет изменения визуальных коммуникаций меняется и восприятие бренда. Так, компания «Яндекс» после покупки «Delivery club» решила интегрировать сервис в свою экосистему, объединив знак страуса со знаком «Яндекс. Маркет» и поменяв название на кириллическое «Маркет Деливери». [6]

Ребрендинг всегда является более масштабным изменением, чем редизайн, и касается не только внешнего вида бренда, но и таких составляющих

бренда, как идеалы, идеология и цели бренда. Редизайн зачастую является важной частью ребрендинга.

Кириллизация может быть как частью редизайна, так и частью ребрендинга компании, в зависимости от того, насколько глубоко компания проводит изменения. Кириллизацию как часть редизайна используют для поверхностных внешних изменений для адаптации к русскоязычной аудитории, не меняя при этом позиционирование бренда, его ценности и стратегию. Зачастую это используется для повышения узнаваемости бренда, адаптации к новым трендам дизайна или обновления устаревшего визуального образа.

Использование кириллизации как части ребрендинга затрагивает более глубокие аспекты и напрямую влияет на позиционирование бренда, его ценности, целевую аудиторию, фирменный стиль и каналы коммуникации. Основная цель − кардинальное изменение образа бренда в глазах потребителей, привлечение новой аудитории и адаптация к изменениям рынка. В случае с Россией, это зачастую связано с импортозамещением и уходом иностранных брендов с российского рынка, из-за чего предприниматели, выкупившие российскую часть бизнеса у ушедших компаний, вынуждены полностью изменять бренд (как в случае с уходом компании «Макдоналдс» сеть ресторанов быстрого питания была выкуплена и переименована во «Вкусно − и точка»).

ООО «Институт общественного мнения «Анкетолог» провел исследование о влиянии названия бренда на восприятие компании [4]. По результатам исследования, которое было проведено путем анкетирования потребителей, можно сделать вывод о том, что не существует единого решения данной проблемы. Различные социальные, возрастные и демографические группы давали разные ответы на вопросы в анкетах. Так же результаты зависели от типа продукции и ассоциаций, связанных с названием. При проведении ребрендинга с использованием кириллизации важно учитывать предпочтения целевой аудитории, чтобы сохранить привлекательность бренда и соответствовать ожиданиям целевой аудитории.

Проблемы, возникающие при кириллизации брендов. При проведении кириллизации бренда зачастую возникают проблемы, которые влияют на узнаваемость и общее впечатление от бренда. К этим проблемам относится:

Различия в форме и структуре букв. При работе с адаптацией брендов к русскоязычной аудитории дизайнеры сталкиваются с проблемой различия между латиницей и кириллицей. В кириллице больше букв, а также форма некоторых символов (например, Ж, Ш, Б, Д, Ю, Ф и др.) существенно отличаются от латиницы. Помимо этого, у шрифта, используемого в оригинальном брендинге, могут отсутствовать кириллические символы [1].

Проблемы с читаемостью и восприятием. Перевод на кириллицу может снизить узнаваемость бренда, особенно для аудитории, которая уже знакома с латинской версией. Помимо этого, при переводе на кириллицу может измениться эстетическое восприятие бренда, так как то, что хорошо выглядит в латинице, может хуже восприниматься в кириллице, и наоборот.

Проблемы с переводом смысловых элементов. В некоторых случаях, при переводе логотипа на кириллицу может измениться восприятие бренда целевой аудиторией, а также могут возникнуть неправильные или даже негативные ассоциации. Некачественный перевод длинных текстов или слоганов влияет на запоминаемость и эмоциональную составляющую текста.

Композиционные изменения. Если при переводе иностранного бренда на кириллицу изменяется длина слов, то могут возникнуть проблемы размещения логотипа на разных носителях и адаптации графических элементов оригинального логотипа к кириллическому начертанию.

Варианты кириллизации брендов. Так, при необходимости проведения ребрендинга или редизайна компании с использованием кириллизации существуют семь основных подходов, обозначенных ниже [2].

Полная транслитерация − полная замена латинских букв на кириллические, максимально сохраняющая оригинальное звучание названия (Например, в 2023-м году продукция компании «Henkel» появилась на полках в новом виде. Гели и дезодоранты «Fa» превратились в «Фа», а средства для стирки «Vernel» и «Persil» теперь − «Вернель» и «Персил» [3]).

Частичная транслитерация − комбинирование латинских и кириллических букв в названии, либо использование только части названия на кириллице («Яндекс. Такси» − «Яндекс.Go»).

Транскрипция − передача произношения оригинального названия кириллицей, даже если это не соответствует прямой транслитерации («SYOSS» − «*СЬЁС*С»).

Русификация (адаптация) − полная замена оригинального названия на новое, русскоязычное, зачастую с сохранением общего смысла или ассоциации, связанной с брендом (такие бренды, как «Absolut Vodka», «Gucci» и «Dolce & Gabbana» часто использовали в своих рекламных компаниях, продуктах или коллекциях элементы русской культуры для продвижения на российском рынке).

Комбинированный подход − использование комбинации различных подходов в зависимости от конкретных задач и целей бренда. (например, после ухода «KFC» с российского рынка, сеть ресторанов быстрого питания была переименована в «Rostic`s», что отсылает к существовавшей ранее сети «Ростикс», которая позже вошла в сеть «KFC», однако фирменный стиль при этом сохранился приближенным к фирменному стилю «KFC»).

Адаптация визуального стиля (сохранение латиницы) − сохранение оригинального латинского названия, но адаптация визуального стиля бренда к российским реалиям. В качестве такой адаптации может выступать использование русских мотивов в дизайне или добавление русскоязычных слоганов и пояснений.

Стилевая кириллизация − сохранение латинского названия, но стилизация букв под кириллицу, либо добавление графических элементов, отсыла-

ющих к русской культуре (как пример, в журнале «Типографический бюллетень» при написании названия журнала на французском языке использовалась вязь, являющаяся традиционным русским мотивом).

Каждый из этих вариантов имеет свои преимущества и недостатки. При выборе подхода для кириллизации бренда необходимо учитывать плюсы и минусы того или иного варианта кириллизации для достижения максимального результата. Важно отталкиваться от потребностей рынка и соответствовать требованиям целевой аудитории.

При проведении адаптации бренда к русскоговорящей аудитории необходимо следовать следующим рекомендациям:

Аналитика и планирование. Для проведения качественной кириллизации необходимо изучить особенности бренда, ценности и целевую аудиторию, а также определить, какие визуальные элементы являются ключевыми, так как их необходимо сохранить для узнаваемости бренда. Для того, чтобы выбрать вариант кириллизации бренда, необходимо провести исследование целевой аудитории. Также важно проводить анализ конкурентной среды, чтобы определить, какие варианты кириллизации пользуются популярностью и могут быть использованы в работе с конкретным брендом. Помимо этого, необходимо изучить правовое поле и возможности регистрации кириллического названия.

Разработка концепции. Разработка концепции ребрендинга обычно начинается с выбора подхода к кириллизации бренда. Выбор обуславливается тем, какой подход наиболее полно соответствует целям и задачам бренда. При работе с адаптацией иностранных брендов к кириллице необходимо учитывать, что кириллические знаки существенно отличаются от латиницы по форме и ширине, а наборный текст в кириллице и латинице имеет разный ритм. Большинство существующих шрифтов имеют только латинские знаки и не приспособлены к кириллице, либо имеют плохо реализованные кириллические символы. Для сохранения узнаваемости важно сохранять схожесть с оригинальным брендом.

Тестирование и внедрение. Аудитория может быть не готова к резкому изменению привычного облика бренда, поэтому следует либо подготовить аудиторию к изменениям, либо вводить изменения постепенно.

Выводы

Таким образом, в современных российских реалиях вопросы кириллизации брендов приобретают стратегическое значение для успешного импортозамещения, адаптации к новым экономическим и законодательным условиям, сохранения национальной идентичности и повышения конкурентоспособности отечественных компаний. Адаптация иностранных брендов к русскоязычной аудитории − сложная задача для дизайнера, требующая от него глубоких, комплексных знаний по композиции, типографике и искусству шрифта, а также способности аналитически мыслить и применять системный подход в проектировании. Успешная адаптация бренда обеспечи-

вает бренду узнаваемость и, как следствие, повышение экономических показателей. В результате исследования были выявлены основные сложности в кириллизации брендов в России, такие как: *различия в форме и структуре букв, проблемы с читаемостью и восприятием, переводом смысловых элементов и композиционными изменениями*; разработаны практические рекомендации по решению вышеуказанной проблемы, а именно: *рекомендации по аналитике и планированию, разработке концепции, тестированию и внедрению ребрендинга с использованием кириллизации.*

Список литературы

1. Агафонова О. В., Мангова О. Б. Трудности адаптации акронимичных имен бренда: лингвистический и экстралингвистический аспекты. Сборник трудов IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. // Московский государственный лингвистический университет. М., 2017, С. 112-116.
2. Асташова О. В. Нейминг мировых брендов: проблемы лингвистической и межкультурной адаптации. Материалы XXIII Всероссийской научной конференции. // Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна. СПб., 2024, С. 256-260.
3. Каданцева Д. В. Нейминг на кириллице: тренд или переоцененный хайп // vc.ru, М. 2024, URL: https://vc.ru/marketing/1099410-neiming-na-kirillice-trend-ili-pereocenennyi-haip (дата обращения 01.03.2025)
4. Каплина М. Русификация брендов: влияние изменения названия на восприятие потребителей // vc.ru, М. 2025, URL: https://vc.ru/marketing/1790269-rusifikaciya-brendov-vliyanie-izmeneniya-nazvaniya-na-vospriyatie-potrebitelei (дата обращения 05.03.2025)
5. Кирин О. Кириллица, дружба и детство: эксперты рекламного рынка проанализировали ребрендинг »Иви» // Sostav, М. 2022, URL: https://www.sostav.ru/publication/ivi-56418.html (дата обращения 18.02.2025)
6. Семенова А. Ребрендинг компаний: 11 кейсов 2023 года // Markway, М. 2023, URL: https://markway.ru/blog/rebrending-kompanij-11-kejsov-2023-goda/ (дата обращения 23.02.2025)

Пивкина Д.А., Родионова А.А.
студенты,
dianap16@yandex.ru
Научный руководитель: ***Криштопайтис В.В.***
к.иск., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
vEkrishtopaytis@yandex.ru

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕМНЫХ ПАТТЕРНОВ UI/UX-ДИЗАЙНА НА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ОПЫТ

Аннотация. В статье рассматривается феномен тёмных паттернов в UI/UX-дизайне, их влияние на пользовательский опыт, а также последствия применения манипулятивных

приёмов в цифровой среде. Цель работы − анализ тёмных паттернов в графическом дизайне, их классификация и интерпретация с т. з. когнитивных и психологических механизмов воздействия, выявление возможностей перехода к более корректным методам взаимодействия с пользователями. Новизна исследования − систематизация видов тёмных паттернов, анализ их применения, поиск альтернативных подходов в перспективе развития этичного UX-дизайна.

Ключевые слова: тёмные паттерны, UX-дизайн, UI-дизайн, манипулятивные интерфейсы, этичный дизайн, пользовательский опыт, графический дизайн.

Pivkina D.A., Rodionova A.A.
Students,
dianap16@yandex.ru
*Scientific Advisor**: Kristopaitis V. V.***
Candidate of Art History, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
v.krishtopaytis@yandex.ru

ANALYSIS OF THE IMPACT OF DARK UI/UX DESIGN PATTERNS ON THE USER EXPERIENCE

Abstract. The article examines the phenomenon of dark patterns in UI/UX design, their impact on user experience, as well as the consequences of using manipulative techniques in a digital environment. The purpose of the work is to analyze dark patterns in graphic design, classify and interpret them using cognitive and psychological mechanisms of influence, and identify opportunities for moving to more correct methods of interacting with users. The novelty of the research is the systematization of the types of dark patterns, the analysis of their application, the search for alternative approaches in the perspective of the development of ethical UX design.

Keywords: dark patterns, UX design, UI design, manipulative interfaces, ethical design, user experience, graphic design.

С развитием современных цифровых технологий и массовым распространением интернет-платформ, охватывающих самые разные сферы жизни, вопросы этичности в проектировании пользовательских интерфейсов и опыта взаимодействия становятся всё более значимыми и требуют пристального внимания со стороны исследователей и практиков. Многие компании, стремясь удерживать свою аудиторию и побуждать её к совершению определённых действий, всё чаще используют разнообразные методы, среди которых можно выделить такие, как намеренное скрытие важных элементов интерфейса, создание иллюзии ограниченного предложения товаров или услуг, а также усложнение процедур, связанных с отказом от подписки или завершением взаимодействия с платформой. Эти подходы приводят к формированию так называемых манипулятивных интерфейсов, которые оказывают целенаправленное воздействие на психологические особенности восприятия пользователей, подталкивая их к принятию решений, которые в

первую очередь выгодны бизнесу, а не самой аудитории. В результате подобных практик возникают не только этические дилеммы, но и возрастают правовые риски, а также угрозы для репутации компаний, что подчеркивает важность глубокого изучения феномена тёмных паттернов и поиска эффективных решений, способных предложить более сбалансированный и справедливый подход к взаимодействию с пользователями в цифровой среде.

История возникновения тёмных паттернов. Термин «тёмные паттерны» впервые был предложен и обоснован дизайнером Гарри Брингуллом в 2010 г. в рамках его работы по изучению взаимодействия пользователей с цифровыми интерфейсами. Он подробно описал те способы и приемы, с помощью которых компании могут намеренно проектировать элементы интерфейса таким образом, чтобы манипулировать действиями пользователей и направлять их поведение в нужное русло. Первые исследования, проведённые в этой области, выявили, что подобные методы уже на тот момент активно применялись в различных сегментах цифровой среды, включая электронную коммерцию и мобильные приложения, с целью увеличения показателей конверсии и удержания аудитории на платформах.

Тёмные паттерны представляют собой специально разработанные элементы пользовательского интерфейса, основная цель которых заключается в психологическом воздействии на поведение пользователей таким образом, чтобы это приносило выгоду владельцам платформы или сервиса. Среди ключевых механизмов их действия можно выделить следующие: обманчивые визуальные элементы, которые маскируют рекламные материалы под основной контент, скрывают важные опции или затрудняют доступ к значимой информации; приоритетная визуализация определённых действий, достигаемая за счёт использования ярких цветовых акцентов, анимационных эффектов и контрастных элементов, чтобы привлечь внимание пользователя к тем вариантам, которые могут быть нежелательными для него самого; а также микроинтеракции, которые скрывают истинное поведение системы, вводя пользователя в заблуждение относительно функций интерфейса, например, кнопки, которые перенаправляют не туда, куда ожидает пользователь, или изменяют своё назначение в зависимости от контекста взаимодействия [1].

Классификация и интерпретация. Согласно исследованиям, проведённым *Gray C.* и соавторами [2], тёмные паттерны можно систематизировать и разделить на несколько ключевых категорий, каждая из которых обладает своими особенностями и механизмами воздействия на пользователя.

Визуальные манипуляции включают в себя изменение цветовой палитры, выбор шрифтов и расположение элементов интерфейса с целью направленного влияния на поведение пользователя, заставляя его сосредотачивать внимание на определённых действиях или игнорировать другие варианты.

Интерактивные ограничения заключаются в искусственном усложнении пользовательского пути, что препятствует выполнению нежелательных

для платформы действий, таких как отказ от подписки или выход из системы.

Ложные стимулы создают эффект срочности, демонстрируют вымышленные скидки или уведомления, побуждая пользователя к быстрому принятию решений без должного обдумывания.

Эмоциональные манипуляции используют такие чувства, как вина, страх или ощущение ограниченности времени, чтобы повлиять на процесс принятия решений и склонить пользователя к определённому выбору.

Когнитивная наука объясняет высокую эффективность этих техник тем, что пользователи в большинстве случаев полагаются на интуитивные процессы мышления, что делает их особенно уязвимыми перед подобными манипулятивными воздействиями [5].

Анализ наиболее распространённых видов тёмных паттернов, применяемых в графическом дизайне, позволяет предложить следующую классификацию [2]: замаскированные объявления, которые оформляются в стиле основного контента и вводят пользователя в заблуждение относительно их природы; обратная визуальная иерархия, при которой кнопка согласия выделяется яркими цветами и крупным шрифтом, тогда как кнопка отказа становится практически незаметной; ложные уведомления, использующие красные значки или другие визуальные сигналы для привлечения внимания к несуществующим событиям; скрытие важных настроек, когда конфиденциальные параметры умышленно размещаются в труднодоступных разделах интерфейса; манипуляция эмоциями, например, использование уничижительных или обвиняющих формулировок при попытке отменить подписку; а также автоматическое продление подписки, при котором списание средств происходит без явного уведомления пользователя по окончании пробного периода.

Потенциальные возможности развития тёмных паттернов. С эволюцией цифровых технологий и всё более глубоким проникновением UX-дизайна в повседневную жизнь пользователей возникает настоятельная потребность в разработке более прозрачных, интуитивно понятных и этичных интерфейсов, которые могли бы заменить манипулятивные практики. Использование тёмных паттернов в долгосрочной перспективе приводит к снижению доверия со стороны аудитории, юридическим последствиям в виде штрафов и санкций, а также серьёзным репутационным рискам для компаний, что делает поиск альтернативных подходов одной из приоритетных задач для дизайнеров, разработчиков и законодателей.

Этичный UX-дизайн и его роль в формировании доверия. Разработка прозрачных интерфейсов, которые предоставляют пользователям ясную и честную информацию о навигации и возможных действиях без применения манипулятивных уловок, играет ключевую роль в укреплении доверия к бренду. Такой подход способствует не только улучшению пользовательского опыта, но и созданию долгосрочных отношений с аудиторией, основанных на взаимном уважении и открытости.

Регулирование на государственном уровне и правоприменительные механизмы. Внедрение международных стандартов и нормативных актов, направленных на борьбу с манипулятивными элементами в цифровых продуктах, становится важным шагом в обеспечении защиты прав пользователей. Ужесточение законодательства, например, через такие документы, как Общий регламент по защите данных (GDPR) и Закон о цифровых сервисах (*Digital Services Act*), обязывает компании предоставлять пользователям полную и прозрачную информацию о том, как они взаимодействуют с сервисами и какие данные собираются в процессе этого взаимодействия.

Использование искусственного интеллекта для выявления манипулятивных интерфейсов. Применение алгоритмов искусственного интеллекта и автоматизированных систем анализа UX-дизайна открывает новые возможности для выявления тёмных паттернов и предупреждения пользователей о потенциальных манипуляциях. Такие технологии могут служить инструментом самоконтроля для компаний, стремящихся соблюдать этические стандарты, а также использоваться в рамках государственного регулирования для мониторинга цифровых платформ.

Развитие культуры цифровой осведомлённости среди пользователей. Повышение уровня знаний о манипулятивных интерфейсах среди широкой аудитории через образовательные программы, информационные кампании и специализированные исследования имеет решающее значение для формирования более осознанного подхода к взаимодействию с цифровыми продуктами. Пользователи, обладающие достаточной цифровой осведомлённостью, становятся менее восприимчивыми к тёмным паттернам и могут принимать более взвешенные решения, избегая платформ, использующих такие методы.

Интеграция этических стандартов в обучение дизайнеров и разработчиков. Внедрение дисциплин, посвящённых этическим аспектам UI/UX-дизайна, в образовательные программы университетов и профессиональных курсов позволяет заложить основу для подготовки специалистов, которые будут ориентированы на создание удобных, интуитивно понятных и честных интерфейсов. Это способствует формированию профессионального сообщества, способного противостоять распространению манипулятивных практик в будущем.

Таким образом, на сегодняшний день существует следующая классификация видов тёмных паттернов, выявленная *Gray C.* − американским исследователем в области UX-дизайна, раскрывающая суть взаимодействия человека с компьютером и этики цифровых технологий: *визуальные манипуляции, интерактивные ограничения, ложные стимулы* и *эмоциональные манипуляции в отношении воспринимающего информацию*. В результате проведённого анализа актуальных тенденций UX-дизайна (с т. з. когнитивных и психологических механизмов воздействия) определены потенциальные возможности перехода к более этичным методам взаимодействия с

пользователями, а именно: *разработка прозрачных интерфейсов, государственное регулирование, использование AI (технология, позволяющие машинам выполнять задачи, требующие умственных усилий, восприятие и принятие решений) для выявления манипуляций, повышение цифровой осведомлённости пользователей и интеграцию этических стандартов в обучение специалистов*. Перспективы развития этого явления включают дальнейшее совершенствование законодательных норм, рост общественного запроса на честные интерфейсы, а также активное внедрение автоматизированных технологий определения манипулятивных сведений.

Список литературы

1. Европейская комиссия. Amazon изменит процесс отмены подписки Prime после расследования. 2022. URL: https://ec.europa.eu (дата обращения: 16.02.2025).
2. Обратная сторона UX: темные паттерны. URL: https://www.uprock.ru/articles/obratnaya-storona-ux-temnye-patterny (дата обращения: 22.02.2025).
3. Brignull H. Dark Patterns: User Interfaces Designed to Trick People. 2013. URL: https://www.darkpatterns.org(дата обращения: 29.01.2025).
4. Gray C., Kou Y., Battles B., Hoggatt J., Toombs A. The dark (patterns) side of UX design // CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. ACM, 2018.
5. Mathur A., Acar G., Friedman M. и др. Dark Patterns at Scale: Findings from a Crawl of 11K Shopping Websites // ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing. 2019.
6. Nielsen J. Designing for Transparency: The Ethics of UX // Journal of Digital Ethics. 2020. Т. 7, № 2. С. 112–126.
7. Norman D. The Design of Everyday Things. MIT Press, 2013.
8. UX Collective. Ethical Design Handbook: How to Build Honest Interfaces. 2021. URL: https://uxdesign.cc (дата обращения: 12.02.2025).

Чиликанова Д.А.
студент,
daryachilikanova@mail.ru
Научный руководитель: ***Барынина О.А.***
к.и.н., доцент
СПбГУПТД ВШТЭ,
Россия, Санкт-Петербург

ЭВОЛЮЦИЯ ВОСПРИЯТИЯ ИМПРЕССИОНИСТИЧЕСКОЙ ЖИВОПИСИ

Аннотация. В данной статье рассматривается тема влияния искусства на общественное сознание периода XIX – XX веков. Переломный характер эпохи отразился в социальной и духовной сферах жизни людей. Поиски новых форм искусства, оригинальных средств

выразительности, стремление к новаторству, эксперименту, свободе творчества способствовали возникновению нового художественного течения. Нарастание темпов художественной эволюции, пестрота сменяющих друг друга группировок и эстетических платформ, в свою очередь, повлияли и на само общество, вплоть до XXI века.

Ключевые слова: импрессионизм; импрессионистическое мировоззрение; салон; меценаты; критика; восприятие искусства.

Chilikanova D.A.
Student,
daryachilikanova@mail.ru
Scientific Advisor: ***Barynina O.A.***
Candidate of Historical Sciences, Associate Professor
SPbSUITD HSTE,
Russia, Saint Petersburg

THE EVOLUTION OF THE PERCEPTION OF IMPRESSIONISM

Abstract. This article explores the influence of art on public consciousness during the 19th and 20th centuries. The transformative nature of this era is reflected in both the social and spiritual dimensions of people's lives. The search for new artistic forms, original means of expression, and a commitment to innovation, experimentation, and creative freedom contributed to the emergence of new artistic movements. The accelerating pace of artistic evolution, along with the diversity of shifting groups and aesthetic platforms, in turn, impacted society itself, extending into the 21st century.

Keywords: impressionism; impressionist worldview; salon; criticism; perception of art.

Решающее значение в художественной жизни Европы конца XIX – начала XX имели новаторские реалистические искания Эдуарда Мане и Огюста Родена, выразительное искусство Эдгара Дега и, наконец, творчество группы художников, наиболее последовательно воплотивших принципы искусства импрессионизма: Писсаро, Сислея, Клода Моне и Ренуара. Импрессионизм составил эпоху во французском искусстве и распространился затем на все страны Европы. Он реформировал художественные вкусы, перестроил зрительное восприятие [4].

Начало поисков импрессионистов относится к 1860 г., когда молодых художников уже не устраивают средства и цели академизма, вследствие чего каждый из них самостоятельно ищет иные пути развития своего стиля. Рождение импрессионизма как художественного феномена − это результат преломления в сознании художника всего многообразия бытия, его отношений с обществом, природой, наукой, философией, религией [1, стр 88]. По существу, импрессионизм был естественным продолжением и развитием реалистического метода. Первым нарушил каноны салонного искусства в 1863 г. Эдуард Мане, выставив свою картину «Завтрак на траве» (Рис. 1.). Его работа не нашла поддержки у публики, Мане обвинили в сумасшествии и неумении рисовать [3].

Глазами импрессионистов мир пребывает в постоянном движении. Именно его стараются запечатлеть художники на своих полотнах. Так, на картине Эдварда Дега «Площадь согласия» (Рис. 2) композиционный центр сдвинут к правому краю, а изображенный Людовик Наполеон Лепик наклонен, что создает впечатление движения. Кроме того, элемент «случайности» создается с помощью такого приема, как кадрирование, которое свойственно искусству фотографии. Одинокий прохожий слева «обрезан» рамой, таким образом художник подчеркивает «случайность» запечатленной сцены. Такой способ частичного изображения импрессионисты заимствуют у японцев. Многие мемуаристы и исследователи отмечают интерес к искусству Востока, которое стало доступно Европе лишь с середины XIX века. Европейские художники первыми восприняли легкие, прозрачные тона японской акварели и попытались внести их в свою живопись, чтобы более тонко и глубоко выразить собственное мироощущение [1].



Рис. 1. Эдуард Мане «Завтрак на траве»



Рис. 2. Эдвард Дега «Площадь согласия»

Ключевым открытием импрессионистов в области искусства стало новое восприятие цвета. Импрессионизм дал новое понимание цвета. Импрессионисты, по сути, изобрели новый «эмоциональный цвет». Эмоциональный цвет – это ощущение, которое различные цвета вызывают у разных людей. Ощущение цвета может заключать в себе ощущение холода и тепла, расширение и сжатие, ощущение расстояния, ощущение веса, эмоций и так далее [5, с. 254]. «Открытия импрессионистов в области цвета со временем приобретут еще более важное значение, но не следует забывать, как делают многие, что импрессионизм тесно связан с прошлым…» [2, с. 106]. Импрессионисты не изобретали новое, они переосмысливали старые, устоявшиеся положения академизма. Но при этом искусство импрессионистов содержало в себе приметы нового мировоззрения, что привело к непониманию их творчества. Публика не желала принимать новое направление, противоречащее устоявшимся канонам красоты.

Культурные условия XIX века расширили возможности индивидуального начала в художественном творчестве. Были сделаны научные и технические открытия, которые привели к изменению образа жизни людей: к

концу века были изобретены пароход, автомобиль, начинается эра воздухоплавания; были открыты телеграф, телефон, газовое и электрическое освещение, радио, фонограф и граммофон, и наиболее значимые для художественного искусства фотография и кинематограф. За 6 лет до появления Салона Отверженных, в 1856 году, появился новый способ хранения красок: металлическая туба с закручивающейся крышечкой, которая позволила художникам вырваться на плэнеры, легко транспортировать краски без ограничения по времени. Кроме того, рисовать на открытом воздухе стало проще из-за изобретенного складного мольберта. Новая невиданная мобильность породила новый жанр – бытовых сценок на природе [3]. Вместе с технологическим прогрессом изменяется и социальный уклад, который повлек за собой изменения восприятия искусства в обществе: возникают новые социальные слои состоятельных и образованных людей, способных самостоятельно оценивать произведения искусства.

Долгое время критики высмеивали импрессионистов, например, французский журналист Польдэ Андри обвинил художников в неумении рисовать, говоря про выставку, организованную 15 апреля 1874 года «Анонимным обществом художников, живописцев, скульпторов и граверов»: «...Эти художники, в большинстве своем прекрасно владеющие рисунком и живописью, отвели рисунку второстепенную роль, а искусство живописи свели к небрежным, грубым мазкам.». Публике потребовалось более века для того, чтобы прочувствовать гениальность этого художественного направления. Частичное прижизненное признание получили некторые художники – Клод Моне, Дега, Ренуар [5]. Время заставило публику пересмотреть свои взгляды на нововведения творцов.

Несмотря на то, что импрессионизм был не принят широким кругом современников, были те, кто его оценил. Например, Захария Астрюк, покровитель Поля Гогена, встал на сторону «Салона отверженных» и, ежедневно выпускал газету «Салон 1863 года», пока продолжалась выставка. Он же написал предисловие к каталогу персональной выставки Эдуарда Мане, организованной художником во время Всемирной выставки (1867), где говорилось: «Выставляться жизненная потребность любого художника. Спустя какое-то время люди привыкают к тому, что раньше их поражало, − понемногу они начинают понимать и принимать новое искусство».

Большую поддержку импрессионистам оказал доктор Барнз – выдающийся американский коллекционер начал посещать музеи и художественные галереи Европы, бывая в Лондоне, Берлине и Париже, где он познакомился с Лео и Гертрудой Стайн. Благодаря им он открыл для себя творчество Сезанна, Ренуара, Матисса, Пикассо, Брака, Хуана Гриса и Леже. Одним из первых приобретений Барнза, связанных с импрессионизмом, стала картина Ренуара. Если в 1912 г. Барнз купил только одно полотно Сезанна, то впоследствии он приобрел четырнадцать работ этого художника, пополнивших его коллекцию [5; стр. 189–191]. Критики и обыватели научились смотреть на картины.

Всеобщее признание пришло к импрессионистам много поле второй Мировой войны, что было связано с глобальными потрясениями XX века. Ярким примером эволюции восприятия творчества импрессионистов может служить следующий факт: в 1880 г. известный в свое время коллекционер и галлерист, Дюран-Рюэль, заплатил за картину Сислея «Наводнение на дороге в Сен-Жермен» (Рис.3) 300 франков, а в 1969 г. она была продана за 941 000 франков, т. е. ее цена выросла на 75 000%. [5; стр. 254].



Рис. 3. Сислей Альфред «Наводнение на дороге в Сен-Жермен»

Эпоха импрессионизма стала шагом «гиганта» в истории развития мировой художественной культуры XIX–XX столетия. Импрессионисты переформировали язык живописи, от него вырос постимпрессионизм (Поль Сезáнн, Ван Гог, Поль Гоген и др.), который, в свою очередь, проложил дорогу абстракционизму и авангарду, то есть всему современному искусству. Влияние импрессионизма распространилось и на XXI век. Современная методика профессиональной подготовки художников обязательно уделяет внимание пленэрной живописи опираясь на открытия импрессионистов в области живописной техники и композиционных приемов.

Список литературы

1. Андреев Л. Импрессионизм. – М.: Искусство, 2005. – 28 с.
2. Коробчанский Р.В., Левченков Д.А. Причины и условия возникновения импрессионизма // Искусствоведение. – 2021. – № 3. – С. 106-107.
3. Мэн Сяоюй Продвижение и отказ от импрессионизма в истории искусства // Научный аспект. – 2024. – № 6. – Культура и искусство. – URL: https://na-journal.ru/6-2024-kultura-iskusstvo/12842-prodvijenie-i-o (дата обращения: 20.11.2023).
4. Харитонова Н.С. Импрессионизм как выражение общественного сознания // Вестник ВГИК. – 2014. – № 3(21). – С. 82-90.
5. Энциклопедия импрессионизма / под ред. М. Серюлля, А. Серюлля; пер. с фр. Н. Матяш; науч. ред. К. Богемская. – М.: Республика, 2005. – 254 с.

Червоненко А.С.
студент,
aleksandra.chervonenko@mail.ru
Научный руководитель: ***Миклушевская И.Н.***
к.иск., доцент
РГХПУ им. С.Г. Строганова
Россия, Москва
miart2000@yandex.ru

БИЕННАЛЕ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗВИТИЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ РЕСПУБЛИКИ КОРЕЯ

Аннотация: В статье рассматривается влияние биеннале на развитие корейской художественной сцены, акцентируя внимание на ключевых аспектах, способствующих её развития в контексте глобального искусства. Основной проблемой объекта исследования является взаимодействие между международными выставками и локальной художественной практикой, а также их роль в формировании художественных тенденций и культурных дискурсов в Республике Корея.

Ключевые слова: Республика Корея, Пусан, Кванжду, биеннале, выставка, художники, современное искусство.

Chervonenko A.S.
Student,
Moscow, Russia
aleksandra.chervonenko@mail.ru
Scientific Advisor: ***Miklushevskaya I.N.***
Candidate of Art History, Associate Professor,
Stroganov Russian State University of Design and Applied Arts,
Moscow, Russia
miart2000@yandex.ru

BIENNALES AND THEIR IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF THE ART LIFE OF THE REPUBLIC OF KOREA

Abstract: The article examines the impact of the biennale on the development of the Korean art scene, focusing on the key aspects contributing to its development in the context of global art. The main problem of the research is the interaction between international exhibitions and local art practice, as well as their role in shaping artistic trends and cultural discourses in the Republic of Korea.

Keywords: Republic of Korea, Busan, Gwangju, biennale, exhibition, artists, contemporary art.

За последние десятилетия Республика Корея переживает бурное развитие в области современного искусства, что связано с активным ростом галерейного пространства и художественных смотров, таких как биеннале. Эти события стали важными катализаторами для формирования и трансформа-

ции корейской художественной сцены, отражая как местные, так и глобальные тенденции в искусстве. Такие масштабные выставки, как биеннале в Кванджу и биеннале в Пусане, сыграли ключевую роль в содействии художественным инновациям, глобальному обмену и возрождению городов. В данной статье рассмотрим, как биеннале сформировали ландшафт современного искусства Республики Корея.

Темы биеннале фокусируются на:

– демократии, правах человека и геополитических проблемах, часто отражая процесс демократизации Кореи;

– продвижении азиатской культуры и ее разнообразия, где Республика Корея выступает в качестве культурного центра;

– исследовании важных трансрегиональных аспектов, выходя за рамки местных ограничений и принимая во внимание глобальные потребности;

– решении таких глобальных проблем, как территориальное разделение и психологические конфликты, с целью взглянуть в лицо реальности и преодолеть исторические травмы;

– привлечении внимания к природным элементам, таким как горы, водные пути и дуновения ветра, что способствует новому восприятию городов.

Биеннале позиционируют Республику Корея как важного игрока на мировой художественной сцене, сочетающего местные традиции с международными перспективами для решения насущных глобальных проблем.

Биеннале в Кванджу было учреждено в 1995 году как ответ на трагическую историю города во время движения за демократизацию в 1980 году. Это восстание против военной диктатуры оставило глубокие шрамы в обществе, но также символизировало стойкость и борьбу за права человека. Биеннале была задумана как платформа для исцеления этих ран посредством художественного самовыражения, одновременно прославляя богатое культурное наследие Кванджу [10].

На протяжении многих лет биеннале в Кванджу затрагивала различные темы, отражающие глобальные и местные проблемы. Например, 15-я биеннале под названием «Пхансори – звуковой ландшафт XXI века», прошла в Кванджу в 2024 году (рис. 1). Биеннале исследовала современное пространство посредством повествования о пхансори, традиционном корейском музыкальном жанре. Термин пхансори – это сложное слово: «пан», означающее общественное пространство, и «сори», означающее голос или звук. В пхансори ведущий, аудитория и окружение объединяются, подчеркивая взаимосвязь между пространством и звуком, исполнителями и их окружением. Часто обозначает «шум из общественного места, где собираются люди» или «голоса подчиненных». Выставка переосмысливала «пан» как современное пространство, внимательно изучая голоса и звуки, издаваемые его человеческими, нечеловеческими, органическими и неорганическими обитателями.



Рис. 1. Афиша 15-й биеннале под названием «Пханcори – звуковой ландшафт XXI века»

Под руководством куратора Николя Буррио голоса 73 художников из 30 стран метафорически становились частью визуальной симфонии, каждый из которых привносил свой уникальный взгляд на мир. Эти художники, представляющие широкий спектр поколений, культур, возрастов, гендерных и региональных особенностей, вступали в диалог о будущем планеты, переживающей кризис. Выставка прошла в выставочном зале биеннале в Кванджу и на восьми площадках в районе Янним-донг, интегрируя произведения искусства в городское пространство.

Спорные границы, стены, препятствующие миграции, изоляция, социальное дистанцирование, политика сегрегации. У этих, казалось бы, непохожих друг на друга тем есть общая черта – пространство и его политическая организация. Основным следствием изменения климата является появление новой топологии, новой карты мира, на которой углекислый газ и городская жизнь, опустынивание и миграция, вырубка лесов и социальная борьба, разрушение мест обитания животных и вторжение растений – все это стало тесно взаимосвязано. «ПХАНСОРИ – звуковой ландшафт XXI века» − это оперная выставка, рассказывающая о пространстве, в котором мы живем, от жилья до населенных пунктов на планете.

Выставка построена как повествование, соединяющее музыкальные и визуальные формы. Искусство – особое место, которое позволяет нам переосмыслить пространство, разделяемое людьми, машинами, животными, духами и органической жизнью, − наше пространство взаимоотношений. Космос также является перекрестком, соединяющим все движения за освобождение, от феминизма до деколонизации, поскольку разделение пространства всегда носит геополитический характер. Художники на этой выставке решают пространственные проблемы, представляя либо современные пейзажи и городскую обстановку, насыщенную человеческим присутствием, либо воздействие индустриализации на природные экосистемы. Некоторые художники открывают наше пространство, вступая в диалог с машинами, животными, духами, бактериями и другими формами жизни или исследуя молекулярный состав мира. Другие работают в космическом масштабе, изобретая современный шаманизм [2].

На мероприятии был достигнут рекордный уровень удовлетворенности посетителей – 81,7%, при высокой посещаемости как местной, так и международной аудиторией. Особое внимание было уделено культурному обмену и формированию общественного мнения [5].

Биеннале вносит значительный вклад в продвижение южнокорейского искусства на международную арену. Она предоставляет начинающим художникам платформу для сотрудничества с известными мировыми деятелями, способствуя межкультурному обмену, который обогащает как местные, так и международные художественные сообщества.

Пусанская биеннале возникла в 1998 году в результате объединения трех существующих художественных мероприятий: Молодежной биеннале в Пусане, фестиваля морского искусства и симпозиума по скульптуре на открытом воздухе. Ее уникальный подход предполагает использование нетрадиционных мест, таких как заброшенные фабрики и прибрежные районы, чтобы отразить самобытность Пусана как портового города с богатой историей [7].

Так, на прошедшей в 2024 году биеннале в Пусане под названием «Видеть в темноте» были исследованы забытые места с нетрадиционной точки зрения, вдохновленные пиратскими утопиями и буддийскими монастырями [6]. Выставка прошла в оригинальном деловом районе Пусана, где разместились Пусанский музей современного искусства, Музей современной истории Пусана, Общественный культурный центр ХАНСУНГ1918-Пусан и Чорьянг–хаус – старинный дом с уникальной атмосферой в Чорьянг-Донге. Все выставочные пространства тесно связаны с нашей реальной жизнью − что является отражением темы выставки − и в то же время стимулируют любопытство и воображение посетителей. Пространства являются художественно наполненными, яркими местами, которые в то же время таят в себе тьму.

В биеннале, кураторами которой являются Вера Мэй и Филипп Пиротт, приняли участие 62 художника и коллективы (всего 78 художников) из 36 стран и территорий (рис. 2).



Рис. 2. Некоторые работы участников биеннале в Пусане в 2024 году

Биеннале, посвященная теме «Видения в темноте», раскрывает глубокий визуальный парадокс, который противопоставляет традиционное представление о темноте самому процессу видения. Выставка призывает посетителей преодолеть ограничения зрения и задействовать все свои чувства. Эта интригующая тема побуждает участников бросить вызов своим предвзятым представлениям. Она побуждает к более глубокому исследованию того, как мы ориентируемся в окружающем нас мире и понимаем его. Темнота – ключевое слово в кураторском представлении выставки − это пространство раскрепощения и трансформации. В частности, это пространство за рамками мышления, предоставляемого нормативными социальными структурами, и область, где может произойти переосмысление мира. Действительно, выставка, включающая эти композиции, призвана стать путешествием, полным изменчивого, неустойчивого, дезориентирующего разнообразия впечатлений, диалогов и неопределенных точек зрения [1].

Концепция биеннале рассматривает пересечение, казалось бы, несопоставимые формы просветления − «Пиратское просветление» и «Буддийское просветление. Первое представляет собой альтернативное историческое повествование, которое бросает вызов общепринятым нормам и предлагает бунтарский, нетрадиционный путь к знаниям. Напротив, «Буддийское просветление» опирается на богатую традицию, глубоко укоренившуюся в Азии, особенно в Республике Корея. Оно делает упор на самоанализ, осознанность и трансцендентность материального мира. Объединяя эти две концепции, биеннале в Пусане предлагает уникальную возможность взглянуть на мир сквозь призму. Предлагает участникам пересмотреть свое понимание истории, духовности и бытия. Это тематическое исследование не только заставляет аудиторию заглянуть за пределы поверхностного, но и подвергнуть сомнению саму природу восприятия. В конечном счете, Пусанская биеннале 2024 года была направлена на развитие более тонкого и целостного подхода к пониманию, который выходит за рамки общепринятых границ и открывает новые возможности для восприятия мира и существования в нем.

Биеннале в Пусане подчеркивает глобальное влияние современного искусства, способствуя значительному межкультурному диалогу и взаимопониманию.

Это мероприятие не только улучшило культурный ландшафт Пусана, но и заложило основу для будущего художественного и культурного сотрудничества в глобальном масштабе. Благодаря такому международному участию биеннале подчеркивает силу искусства объединять людей через границы, способствуя более глубокому пониманию мирового художественного самовыражения и прокладывая путь для постоянного культурного обмена [3].

Биеннале в Кванджу и биеннале в Пусане являются примером того, как масштабные художественные выставки могут трансформировать культурные ландшафты. Способствуя глобальному обмену, вдохновляя на художественные инновации и способствуя развитию городов, эти биеннале оказали

глубокое влияние на художественную жизнь Республики Корея. По мере дальнейшего развития их роль в соединении местной истории с глобальным дискурсом будет оставаться жизненно важной для дальнейшего роста корейского современного искусства.

Корейское искусство вышло в топ самых значимых на 60-й Венецианской биеннале, которая проходила в 2024 году. Эта самая известная в мире художественная выставка прошла под девизом «Странники мира – иностранцы повсюду» («Stranieri Ovunque – Foreigners Everywhere») на площадках Джардини и Арсенал.

По словам Адриано Педроса, который был куратором выставки, общее название биеннале имеет несколько значений: «Прежде всего, куда бы вы ни пошли и где бы вы ни находились, вы всегда столкнетесь с иностранцами − они/мы повсюду. Во-вторых, где бы вы ни оказались, в глубине души вы всегда остаетесь иностранцем». Наряду с основной выставкой, в рамках биеннале было представлено в общей сложности 88 национальных павильонов [4].

Корейский павильон в том году представляла выставку Ку Чжон А – «Города Одорама», кураторами которой были Ли Соль Хи и Джейкоб Фабрициус. Выставка была приурочена к 30-летию основания корейского павильона на территории музея Джардини. Пользуясь случаем, Ку Чжон А организовала открытый конкурс ароматов «Воспоминания о Корее», в результате которого было представлено 600 историй. Воспоминания о запахах являются краеугольным камнем выставки в корейском павильоне. Художница собрала воспоминания жителей Южной и Северной Кореи, а также других стран, которые имеют отношение к Корее, посредством одного вопроса: «Какие запахи запомнились вам о Корее?» [7] (рис. 3).



Рис. 3. Ку Чжон – «Города Одорама». Воспоминания о запахах

Парфюмеры, вооружившись историями и ключевыми словами, взяли на себя задачу интерпретировать их и включить в создание 16 различных ароматов для павильона. Главной ассоциацией с запахом Кореи был рисовый напиток с солодом – бабушкино домашнее сикхье. Жительница Сеула Пак Джи Сон писала: «Моя бабушка по отцовской линии готовила сикхье каждый год, когда

семья собиралась на Новый год. Это была традиция: женщины в семье собирались на кухне, чтобы приготовить еду для всей семьи… Она (моя бабушка) открыла «ангари», где готовили ее знаменитое сикхье» [8].

С развитием биеннале вырос и интерес к искусству у южнокорейцев. Теперь жители страны не воспринимают искусство как часть жизни людей из высшего общества. Современное искусство для местных жителей является неотъемлемой частью жизни и культурной идентичности. Этот проявляется в увеличении посещаемости галерей и музеев по всей стране [4].

С появлением новых технологий, таких как виртуальные художественные мероприятия, 3D-анимационная графика, криптоискусство, южнокорейские художники стремятся расширись горизонты современного искусства [6].

Биеннале играют важную роль в формировании художественных тенденций и продвижении корейского искусства на международной арене. Важными темами для обсуждения остаются влияние глобализации и противоречия между современностью и реальностью. Новые форматы выставок открывают новые перспективы для развития современного искусства Республики Корея [9].

Список литературы

1. Bailey S. At the Venice Biennale, immerse yourself in the evocative scents of Korea // Art Basel. 2024. URL: https://www.artbasel.com/stories/koo-jeong-a-venice-biennale-korean-pavilion (дата обращения: 28.03.2025).
2. Busan Biennale 2024 // Canvas. URL: https://canvasonline.com/event/busan-biennale-2024/ (дата обращения: 25.03.2025).
3. Chow V. Through Beauty and Pain, the 2022 Busan Biennale Flexes the Strength of South Korea's Art Beyond Seoul // Artnet Worldwide Corporation. 2022. URL: https://news.artnet.com/art-world/busan-biennale-2022-2176551 (дата обращения: 26.03.2025).
4. Ghosh P. Busan Biennale 2024: Uniting cultures through «Seeing in the Dark» // LinkedIn. 2024. URL: https://www.linkedin.com/pulse/busan-biennale-2024-uniting-cultures-through-seeing-dark-ghosh-7tf2f (дата обращения: 26.03.2025).
5. Gwangju Biennale (South Korea) // Biennial Foundation. URL: https://www.biennialfoundation.org/biennials/gwangju-biennale/ (дата обращения: 27.03.2025).
6. Gwangju Biennale's «resonance» echoes through the human community // Gwangju Biennale. URL: https://www.gwangjubiennale.org (дата обращения: 27.03.2025).
7. Marouf A.C. How South Korea Became a Hotspot for Contemporary Art // KOREA.net. 2023. URL: https://www.korea.net/Events/Overseas/view?articleId=17764 (дата обращения: 29.03.2025).
8. Park Y. Korean art gets spotlight at Venice Biennale 2024 // The Korea Herald. 2024. URL: https://www.koreaherald.com/article/3374260 (дата обращения: 28.03.2025).
9. Park Y. Korean art scene comes together to tout presence at Venice Biennale // The Korea Herald. 2024. URL: https://www.koreaherald.com/article/3317688 (дата обращения: 29.03.2025).
10. 15th Gwangju Biennale 2024 // Universes.art. URL: https://universes.art/en/gwangju-biennale/2024 (дата обращения: 27.03.2025).

Евдокимова О.А.
студент,
evdokimova.olga.a@yandex.ru
Научный руководитель: Лаврентьева Е.А.
к.иск., доцент
РГХПУ им. С.Г. Строганова
Россия, Москва

«СКАЗОЧНЫЙ РЕАЛИЗМ» В ИЛЛЮСТРАЦИЯХ УЧЕНИКОВ Б.А. ДЕХТЕРЕВА

Аннотация. В статье рассматривается творческая деятельность учеников Б.А. Дехтерева, возглавлявшего мастерскую книжной графики МГАХИ им. В.И. Сурикова с 1948 по 1993 гг. На примере иллюстраций А.З. Иткина и Г.В. Калиновского анализируется методика создания иллюстрации к литературному жанру фантастики. Отмечается реалистическая составляющая этой методики, как основа академического художественного образования.

Ключевые слова: советская книжная иллюстрация; академическое художественное образование; фантастика; А.З. Иткин; Г.В. Калиновский.

Evdokimova O.A.
Student,
evdokimova.olga.a@yandex.ru
Scientific Advisor: ***Lavrentieva E.A.***
Candidate of Art History, Associate Professor
Stroganov Russian State University of Design and Applied Arts
Russia, Moscow

«FANTASTIC REALISM» IN ILLUSTRATIONS BY B.A. DEKHTEREV'S STUDENTS

Abstract. The article examines the creative activity of B.A. Dekhterev's Students, who headed the workshop of book graphics at the Moscow State Pedagogical Institute named after V.I. Surikov from 1948 to 1993. Using the illustrations by A.Z. Itkin and G.V. Kalinovsky as an example, the method of creating illustrations for the literary genre of fiction is analyzed. The realistic component of this methodology is noted as the basis of academic art education.

Keywords: soviet book illustration; academic art education; fantastic; A.Z. Itkin; G.V. Kalinovsky.

Борис Александрович Дехтерев (1908–1993) − советский художник-иллюстратор, профессор, возглавлял мастерскую книжной графики Суриковского института с 1948 по 1993 гг. Художник разработал свою методику работы над композицией. При создании иллюстрации акцентировалась ремесленная составляющая: грамотное рисование, выстраивание пространства, конкретизация образов. Сама книжная иллюстрация мыслилась сродни академической картине.

Реалистический стиль понимался Б.А. Дехтеревым не как что-то застывшее и неподвижное, а подразумевал живое наблюдение непрерывного развития мира. Понимание основных принципов композиции, считал он, дает художнику свободу выбора формы для воплощения своей идеи, для «подачи» содержания текста, исключает внешнее подражательство манере другого художника [2, с. 69]. Своё серьёзное отношение к тексту Б.А. Дехтерев перенес и на жанр сказки, понимаемый им как область фантастического. При этом «фантастика − это жанр, который требует специальных знаний, это жанр, где все правдоподобно, и вместе с тем − все вымысел» [2, с. 33]. Изображаемая сказочная реальность не является магической, она также реальна, как и окружающая жизнь. Как и в фантастическом произведении, в понимании Б.А. Дехтерева и его учеников, сказочная жизнь подчиняется своим законам. Сказочные образы прошлого трактуются если и не как образы будущего, но настоящего, часто под воздействием общественно-политических тенденций.

Серия иллюстраций к фантастическому произведению была обязательным заданием в мастерской книги. По воспоминаниям Г.А. Мазурина, требовалось создать 4–5 иллюстраций, обложку, титул, форзац. [2, с. 41]. При этом подразумевалась полная конкретность образов, места и времени действия.

Многолетняя работа Б.А. Дехтерева над иллюстрированием сказок Ш. Перро является прекрасным примером того, как художник последовательно воплощает свои творческие принципы [1]. Сказки, собранные французским писателем эпохи классицизма, интересны ему прежде всего, как возможность воплотить свои знания о материальной культуре Франции XVII века.

Несколько противоречива иллюстративная серия Б.А. Дехтерева к пьесе М. Метерлинка «Синяя птица». [7]. Д.В. Фомин отмечает некоторый «дефицит фантастичности» трактовки пьесы Б.А. Дехтеревым, справедливо аргументируя свою позицию тем, что произведение М. Метерлинка принадлежит эпохе символизма и нуждается в большей «туманности» и меньшей конкретности образов [9, с. 608]. Однако, следует уточнить, что Б.А. Дехтерев изначально ставил перед собой задачу адаптации «взрослой книги» для восприятия ребенка: пьеса Метерлинка в пересказе Б.А. Дехтерева превращается в сказку «для младшего школьного возраста». Максимальная конкретизация образов − его принципиальная позиция, которую не следует, на наш взгляд, относить к недостаткам творческого метода.

В качестве характерного примера воплощения педагогических и творческих установок Б.А. Дехтерева можно назвать иллюстрации А.З. Иткина (1931) к книге английских сказок [4]. Достоверное изображение средневековой Европы в них органично соседствует со сказочными персонажами [11]. Художник изображает обычные вещи, но комбинирует их не совсем обычно. В основе правдоподобия образов лежат не внешние эффекты, а доскональное знание художником материальной культуры изображаемой эпохи, что отнюдь не обедняет пространство сказки, а, напротив, делает его еще выразительнее [2].

Самобытное, пропущенное через себя понимание фантастического жанра было у Г.В. Калиновского (1929–2006), одного из самых выдающихся

учеников профессора Б.А. Дехтерева. Умение работать с историческим материалом Г.В. Калиновский демонстрирует уже в своем дипломном проекте: серии иллюстраций к роману Г. Фаста «Спартак». Работа выполнена черным соусом в стилистике, близкой тональным работам Б.А. Дехтерева 1930-х. По воспоминаниям Б.А. Диодорова, во время работы над дипломом Г.В. Калиновский одевался в «античную» тогу и сандалии − чтобы лучше почувствовать себя «изнутри» [6].

Одними из лучших в мировой книжной графике стали иллюстрации Г.В. Калиновского к книгам Л. Кэрролла [5, 6]. На страницах книги «Алиса в Зазеркалье» [5] Г.В. Калиновский в лучших традициях технического рисунка предлагает маленькому читателю комичное изображение «саранчашки» [1, с. 17], «саранчайника» и «баобабочки», где умело сочетает несочетаемое в реальности: густые ветви баобаба превращаются в крылья бабочки, чайник становится головой насекомого и т.д. В иллюстрациях к «Алисе в Стране чудес» [11] фантастичность изображения достигается путем деформации пространства. Одна из важных находок художника состояла в применении объемного шрифта, буквы которого перестают жить в двухмерной плоскости. В самых неожиданных ракурсах они свободно парят в трехмерном построении и становятся частью рисунков. Привычное пространство искажается за счет жесткой графичной линии штриховки, имитирующей обрезные гравюры XV–XVI веков. Линии то четко вычерчивают перспективу предметов, то изгибаются странным образом, напоминая головоломки М. Эшера. Подобные «игры» с перспективой напоминают об ирреальности происходящего. Образ главной героини, Алисы, Г.В. Калиновский традиционно находит в окружающей действительности: «Кэрролл, как известно, написал свою книгу о маленькой десятилетней соседке. Менее известно, что первый иллюстратор «Алисы» сэр Тэнниэл, в свою очередь, нарисовал свою соседку − тоже десятилетнюю девочку. Я, не нарушая устоявшейся традиции, нарисовал свою соседку Леночку П.» [1, с. 15–16].

Помимо графичных рисунков к произведениям Л. Кэрролла, отметим серию цветных иллюстраций к роману Д. Свифта «Приключения Гулливера» [8]. Жанр политического памфлета представлен Калиновским таким образом, чтобы заинтересовать ребенка. Художник справедливо отмечал, что роман Свифта − «не книга-состояние, а книга-форма» [8, с. 20]. То, что иллюстрации выполняются, «лепятся» цветом, делает трактовку романа Д. Свифта весомее, убедительнее, вещественнее. Художник экспериментирует с форматом: часть иллюстраций размещает в круге, словно смотрит на происходящее в подзорную трубу. Есть иллюстрации в овале, формат которого напоминает популярное в XVIII веке «зеркало Клода». Ощущение фантасмагории в романе Свифта дает столкновение различных пропорций: большого – малого, высокого – низкого, сильного – слабого, величественного – мельтешащего и т.д. Вслед за Жаном Гранвилем Г.В. Калиновский использует эффект таких смещений. Художник рисует реальный мир, просто изменяя его масштаб: на одной из иллюстраций изображен подоконник с самым

обыденным натюрмортом. Но если приглядеться к шкатулке, то можно увидеть прорезанное в ней окошко, а в окошке − хоть и маленького, но настоящего живого человека (не человечка!) со шпагой, отважно обороняющегося от осы. Художник счастливо угадал, что фантастика изменения масштабов, когда рост действующих лиц то уменьшается, то увеличивается − имеет для детей притягательную силу. Г.В. Калиновский изображает персонажей, перемешивая костюмы всех времен и народов, называя этот метод «компотным» [5, с. 18]. В этом «компоте» все «ягодки» разные, но каждая из них конкретна, каждый из персонажей принадлежит определенной эпохе. Пиджаки, колеты, сутаны и простые рубахи, стрижки по моде середины XX века, парики, шляпы, колпаки и кепки, − все это существует в едином пространстве иллюстрации, создавая необходимый эффект не только фантастики, но уже и абсурда.

Разрабатывая изобразительный язык для каждой новой книги, Г.В. Калиновский много думает над восприятием детей, то грамотно адаптируя сложное, как в романе Свифта, то в меру усложняя простое, как в произведениях Л. Кэрролла. Имперсональная роль художника в книге, «подчинение» тексту − те самые утверждения, выносимые Б.А. Дехтеревым в качестве одних из главных постулатов, подчеркиваются художником [1, с. 76]. Сама же «консервация от натиска жизни», о необходимости которой в работе говорит Г.В. Калиновский, чем-то сродни культурному эскапизму его педагога Б.А. Дехтерева. И если Б.А. Дехтерев уходит от социальной реальности, погружаясь в культуру Франции эпохи Просвещения, то Г.В. Калиновский в процессе работы буквально занавешивает окна своей мастерской от света, чтобы максимально изолировать себя от происходящего и, лежа, по его собственному выражению, в «консервной банке», ищет нужный образ [5, с. 16.]. Склонность к философствованию, теоретизированию − одна из главных черт Г.В. Калиновского, указывающая на осмысленное творческое действие художника, исключающее сиюминутность и случайность трактовок в изображении. Все вышеперечисленное дает нам право утверждать, что художник Г.В. Калиновский, как никто другой, впитал и переработал все важные уроки профессора Б.А. Дехтерева. Важно, что сам Б.А. Дехтерев ценил талант своего ученика чрезвычайно высоко, называя «самой блестящей звездой среди всех наших звезд» [10, с. 73.].

Таким образом, метод создания иллюстрации, разработанный Б.А. Дехтеревым, основанный на следовании классическим традициям, отнюдь не ограничивал творческой свободы иллюстратора, но помогал воплощать свои задумки наиболее полно, исключал внешнее подражание манере другого художника. Так, глубокое знание художником материальной культуры и воссоздание «исторической эпохи» сказки погружают читателя в предметно-бытовую среду. Деформация изображаемого пространства, меняющийся формат иллюстрации помогают представить себя внутри сказочного мира, заглянуть в другую реальность.

Список литературы

1. Баранова М. Каждая новая книга делает и меня другим: беседа с иллюстратором Г. Калиновским // Детская литература. – 1990. – № 7. – С. 75–77.
2. Дехтерев Б.А. Беседы о композиции: учебное пособие. – Рязань: [б. и.], 2009. – 50 с.
3. Дехтерев Б.А. На конкурсе – детская книга // Детская литература. – 1982. – № 11. – С. 69–76.
4. Калиновский Г. Как создаётся книжная иллюстрация // Панорама искусств. – Вып. 8. – М.: Сов. художник, 1985. – С. 15–20.
5. Кэрролл Л. Алиса в Зазеркалье: сказка / пересказ с англ. В. Орла. – М.: Детская литература, 1980. – 143 с.
6. Кэрролл Л. Приключения Алисы в Стране Чудес: сказка / пересказ с англ. Б. Заходера; ил. Г. Калиновского. – М.: Детская литература, 1974. – 159 с.: ил.
7. Метерлинк М. Синяя птица: сказка / пересказ с фр. и ил. Б.А. Дехтерева. – М.: Детская литература, 1989. – 119 с.
8. Свифт Д. Путешествия Гулливера: роман / пересказ с англ. для детей Т. Габбе; худ. Г. Калиновский. – М.: Детская литература, 1985. – 199 с.
9. Фомин Д.В. Герои Мориса Метерлинка в русской книжной графике // Обсерватория культуры. – 2022. – Т. 19. – № 6. – С. 604–615. – DOI: 10.25281/2072-3156-2022-19-6-604-615.
10. Джек и золотая табакерка: сказки народов Великобритании и Северной Ирландии / сост. Е.К. Нестерова; пер. с англ. М.Д. Литвиновой; ил. А.З. Иткина. – М.: Нигма, 2018. – 296 с.: ил.
11. Выставка «Анатолий Иткин. К 90-летию со дня рождения мастера» – Текст: электронный // Российская государственная детская библиотека. – URL: https://rgdb.ru/vystavki/virtualnye/vystavka-itkin (дата обращения: 24.12.2014).
12. Калиновский Г.В. – Текст: электронный // Всероссийская энциклопедия детской литературы »ПроДетЛит». – URL: https://prodetlit.ru/index.php/Калиновский_Геннадий_Владимирович (дата обращения: 24.12.2014).

Федорова Е.В.
студент
Научный руководитель: ***Лаврентьева Е.А.***
к.иск., доцент
РГХПУ им. С.Г. Строганова
Россия, Москва

ЮРИЙ ВАСНЕЦОВ: ТРАКТОВКА ПРОСТРАНСТВА В ДЕТСКОЙ КНИЖНОЙ ИЛЛЮСТРАЦИИ

Аннотация. В статье анализируются аспекты творческого метода Юрия Васнецова как иллюстратора детской книги, исследуются авторские средства работы с пространством. Заимствуя композиционные приемы народного декоративного искусства, традиции наивного искусства, русского лубка, Васнецов вовлекает зрителя в игру с пространством: меняет масштаб внутреннего и внешнего, показывает через разрез невидимое, задает ритм и динамику, создавая таким образом волшебное измерение в реальном предметном ландшафте.

Ключевые слова: Юрий Алексеевич Васнецов, детская книжная иллюстрация, книжка-картинка, неорусский стиль, русский лубок, мотивы декоративного искусства, вятская роспись, изображение пространства.

Fedorova E.V.
Student
Scientific Advisor: ***Lavrentieva E.A.***
Candidate of Art History, Associate Professor
Russian State University of Design and Applied Arts (Stroganov University)
Russia, Moscow

YURI VASNETSOV: INTERPRETATION OF SPACE IN CHILDREN'S BOOK ILLUSTRATION

Abstract. The article provides an analysis of some aspects of Yuri Vasnetsov's creative method as an illustrator of children's books and examines the author's means of working with space. Borrowing compositional techniques from folk decorative art, traditions of naive art, and Russian popular wood print, Yuri Vasnetsov involves the viewer in the game with space: he changes the scale of inner and outer, shows the invisible through the sectional view, sets the rhythm and dynamics, thus creating a magical dimension in the real object landscape.

Keywords: Yuri Alekseevich Vasnetsov, children’s book illustration, picture book, neo-Russian style, Russian popular wood print, motives of decorative arts, Vyatka painting, space imaging.

Юрий Алексеевич Васнецов – классик детской книжной иллюстрации середины XX века. В его работах соединилась любовь к народному искусству, тонкое, глубокое отношение к цвету и возможность найти свой неповторимый стиль среди разнообразия авангардных экспериментов 20-х годов. Он создал особое, глубокое по смысловому наполнению, пространство предметного мира, сказочное и вместе с тем осязаемо-материальное, со своими законами и устройством бытия.

Наследник неорусского стиля

Мы можем видеть в Юрии Васнецове наследника неорусского стиля. Так же как и художники второй половины XIX – начала XX века (Иван Билибин, Елена Поленова, Сергей Малютин), Юрий Васнецов преобразует элементы народного декоративно-прикладного искусства в методы иллюстрирования русских сказок. Васнецов, окруженный в детстве красотой народных промыслов и ремесел, традиций провинциального города Вятки (ныне Киров), использует в своих иллюстрациях вятские мотивы как украшение и способ построения (выстраивания) композиции. Он проводит аналогии между пространством бумажного листа и спецификой изображения сюжета на поверхности объекта декоративного искусства, заимствует композиционные принципы. Цветы и травы на иллюстрациях Васнецова из орнаментальных мотивов народной росписи превращаются в символы цветущей природы, они увеличиваются в размерах до неправдоподобной величины и приобретают самостоятельное, а не только декоративное значение,

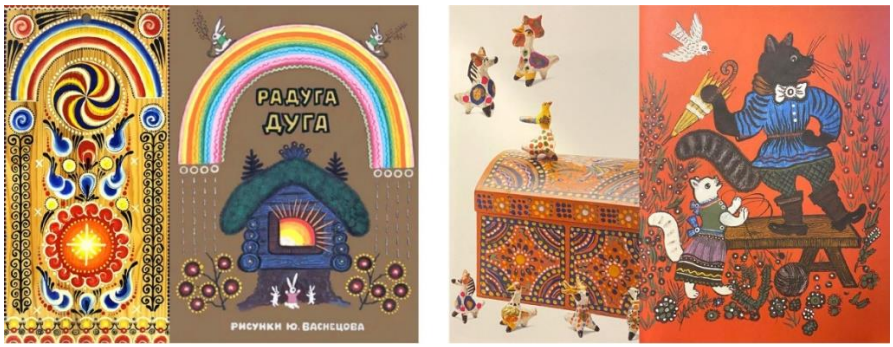
что свойственно и народному лубку [4, с. 26]. В работах Васнецова звучат поэтические образы народной культуры, ее продолжение в добром и радостном восприятии мира, свойственном наивному искусству (рис. 1).



а)



б)



в)

Рис. 1. А – слева направо: донце прялки нижегородской губернии 1870-е гг.; иллюстрация Юрия Васнецова «Ладушки»; полотенце из архангельской области (первая половина XX века); иллюстрация Юрия Васнецова «Музыканты»; б – слева направо: фрагмент русского рисованного лубка (календарь-месяцеслов, первая четверть XIX века); иллюстрация Юрия Васнецова «Котенька-коток»; панно «Процветание» (мастер Устинова Г.А.); иллюстрация Юрия Васнецова «Пожар»; в – слева направо: доска «Радуга сотворения» 2024 г. (мастер Устинова Г.А.); Юрий Васнецов, обложка к книге «Радуга-дуга»; вятский сундучок 1946 г. (А. Деньшин); Юрий Васнецов, иллюстрация «Ходит кот по лавочке» («Радуга-дуга»)

Юрий Васнецов работает в жанре «книжки-картинки». Очень подходят для описания работы Васнецова в этом жанре слова Герчука Ю.Я.: «Художник вводит маленького зрителя в таинственное пространство сказки, устроенное не так как реальное, в страну волшебного сна, где все случается, в мир игры, условия которой задаются теми, кто в нее играет. Он может извлекать эффект из сочетания того, что никак не совмещается в жизни, из материальной метафоры, из буквально иллюстрируемой пословицы... А рядом с этим может быть воссоздана достоверная, чуть ли не осязаемая, предметная реальность мира – современная или историческая, реальная или сказочная» [2, с. 301]. Одна из отличительных тенденций Васнецова, как художника детской книги − совмещение реального предметного мира и таинственного мира сказки, позволяющее особым образом интерпретировать пространство, «играть» с ним.

Трактовка пространства: внутреннее-внешнее

Отправной точкой для размышления на эту тему стала иллюстрация «Петух с гармошкой» (автолитография к сказке С.Я. Маршака «Теремок»). Здесь художник дематериализует физические границы избы, раскрывает ее интерьер так, что в глазах зрителя он теряет свои очертания и превращается в пространство внешнее, ничем не ограниченное, как под открытым небом, где свободно растут цветы и травы, обрамляющие окошко на дальнем плане в середине композиции. И окошко это, теряя свою обычную функцию, превращается в экран или театральную декорацию, напоминающую нам о финале сказки (рис. 2).

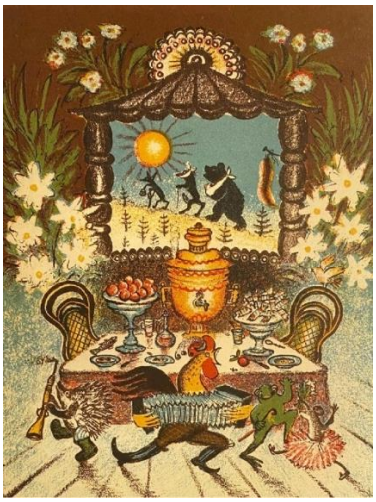


Рис. 2. Васнецов Ю.А. Петух с гармошкой (автолитография)

Здесь можно проследить аналогию с лубочной картинкой (рис. 3), где внутреннее пространство храма оказывается доступно зрителю – у нас есть возможность не просто заглянуть внутрь, но почувствовать как меняется соотношение масштаба – для того, чтобы усилить значение происходящего

внутри помещения, оно показано крупнее, чем его внешняя оболочка, оно не соответствует настоящим габаритам архитектуры [4, с. 60]. В этой иллюстрации Васнецова чувствуется динамика, и невольно вспоминаются опыты футуристов: пространство воспринимается как развивающееся во всех направлениях, внешнее затекает вовнутрь, внутреннее выворачивается наизнанку.

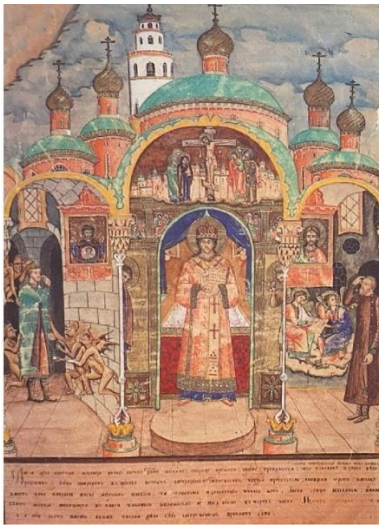


Рис. 3. Сравнительное изображение некоторых атрибутов обрядности и символики старообрядцев, 1880-е гг. (из собрания Государственного исторического музей, Москва)

Книжка-картинка, как особый жанр детской литературы, делает художника соавтором текста, повествование создается сообща, писателем и иллюстратором. Иллюстрация становится «текстом» художника, художник «пересказывает» текст автора посредством изображений [6, с. 29]. Как отмечает Лаврентьева Е.А., «именно формат пересказа дает детской книжке-картинке пространство для интерпретаций, для «игры в сюжет», закладывает возможности полемики с героями книги, автором текста, с читателем-зрителем» [7]. И этот визуальный «текст» и забавляет, и объясняет сюжет, и удивляет читателя не менее, чем слова.

Русский лубок так же по своей функции предназначался для визуального рассказа, а поэтому, как и роспись в храме и икона, решая повествовательные задачи, выстраивал пространство под них. Важно было не реалистично изобразить перспективу, а показать те планы и виды, которые являются значимыми для понимания. Такой рисунок Борис Раушенбах в работе «Геометрия картины и зрительное восприятие» назвал чертежным [8, с.189]. Можно провести параллель между не умеющими еще читать детьми, рассматривающими книжку-картинку, и простыми неграмотными людьми, познающими библейские сюжеты по изображениям на стенах храмов и по рисункам русского лубка. Общие задачи – общие приемы организации изобразительного пространства. Юрий Герчук в работе «Художественная структура книги» (глава «Архитектоника книги») говорит о том, что реальное

пространство страницы книги оказывается носителем пространства образного, сложное взаимодействие этих пространств выступает как основной формирующий момент книжного искусства [3, с. 39].

Свободу трактовки внутреннего пространства избы мы можем ощущать и в иллюстрациях к сказкам «Сорока-ворона», «Курочка Ряба», «Три медведя» (рис. 4). Оно распахнуто навстречу зрителю, активно вовлекает его в происходящее. Кажется, что оно гораздо больше своих настоящих габаритов.



Рис. 4. Васнецов Ю.А. (слева направо): Сорока-ворона, 1938 (автолитография); Курочка Ряба, 1947 (бумага, масло); Курица, 1956 (автолитография); Три медведя, нач. 1930-х (бумага, акварель, цветной, литографский и графитный карандаш)

В иллюстрации к книге «Собака, кот, кошка и курочка» отсутствие стен, пола и потолка дает такое же ощущение бесконечности внутреннего пространства (рис. 5). Рама двери или окна ограничивает внешнее пространство – пейзаж. При этом они оба – и внутреннее, и внешнее, свободно перетекают друг в друга. Кошка, которая шьет розовое платье, и выглядывает из окна, и заглядывает в него.



Рис. 5. Васнецов Ю.А. Иллюстрации к книге «Собака, кот, кошка и курочка», 1959 (бумага, акварель, графитный и литографский карандаш, тушь, белила)

Окошки разных форм и размеров присутствуют на многих иллюстрациях Васнецова. Окна и двери – переход из одного пространства в другое, из одного мира в другой, из внутреннего во внешнее и наоборот. Мы видим,

насколько свободно с этими «входами» и «выходами» обращается Васнецов. Внутренний мир расширяется фантазией и воображением, делает дом как уютным, так и самодостаточным, нет необходимости искать приключений «на неведомых дорожках», достаточно дома открыть книжку-картинку и прочитать сказку: сказочный мир оживает внутри комнаты на иллюстрациях Васнецова к книге Мамина-Сибиряка «Аленушкины сказки» и «Кот-воркот» (рис. 6).



Рис. 6. Васнецов Ю.А. Обложка книги «Аленушкины сказки», 1935 (слева); иллюстрация к книге «Кот-воркот», 1948 (справа)

В некоторых иллюстрациях окошко выглядит как картинка, висящая на стене (рис. 7), а в некоторых и как шкафчик с пейзажами, размещенными на дверцах (рис. 8).

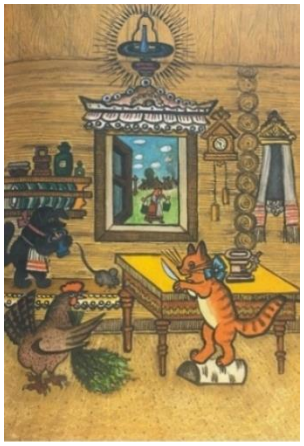


Рис. 7. Васнецов Ю.А. Иллюстрация к книге «Радуга-дуга» (Наша-то хозяюшка сметлива была...), 1969



Рис. 8. Васнецов Ю.А. Иллюстрация к книге «Кот-воркот» (Васька), 1948

Иногда зрителю остается только удивляться, каким образом солнышко оказалось за окошком внутри дома! Васнецов эффектно интерпретирует

«фигуру речи», образ, запечатленный в словах, через иллюстрацию − изображение неправдоподобной ситуации. «Солнышко-вёдрышко, выгляни в окошечко!» − сам текст потешки заставляет художника искать «буквальное» решение задачи, следовать языку устного фольклора (рис. 9).

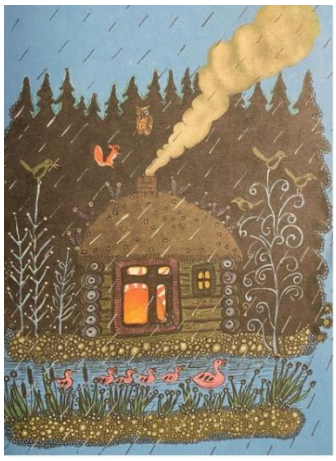


Рис. 9. Васнецов Ю.А. Иллюстрация к книге «Ладушки» (Солнышко), 1964

Еще один пример свободного обращения с пространством – иллюстрация «Кошка и курочка» – на одной полосе окошко на улицу раскрывается на зрителя, а дверь на улицу, наоборот, от зрителя уходит (рис. 10). Мы находимся на улице и внутри избы одновременно.

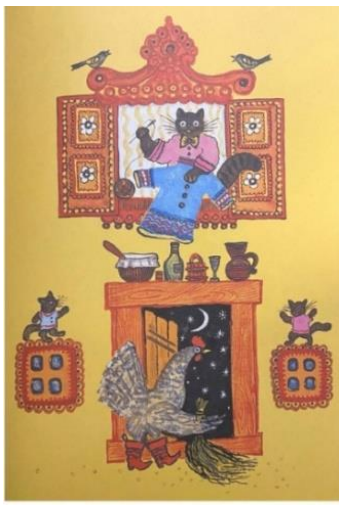


Рис. 10. Васнецов Ю.А. «Кошка и курочка» («Ладушки», 1964)

На иллюстрации Васнецова к стихотворению «Сорока-белобока» мы не понимаем – где домик сороки, а где лес (рис. 11).

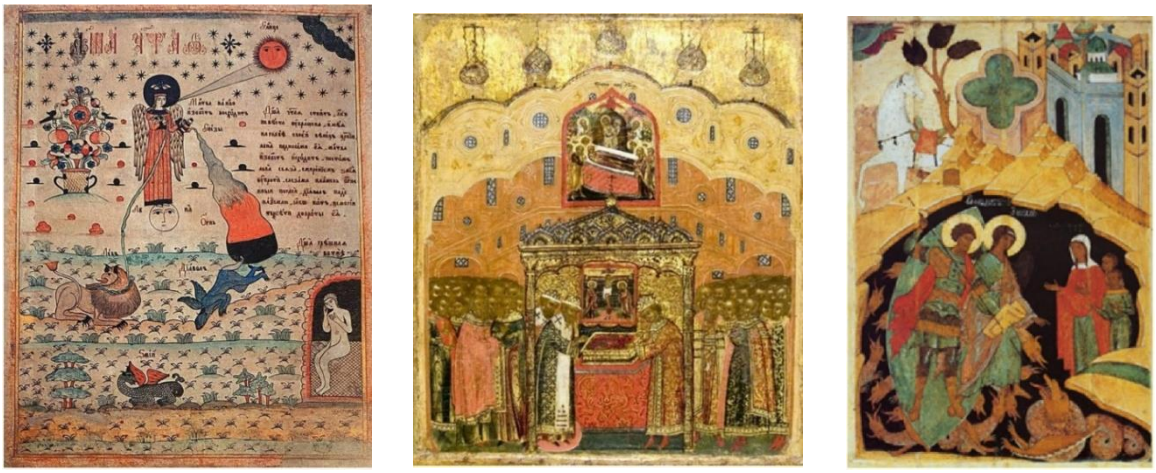


Рис. 11. Васнецов Ю.А. «Сорока-белобока» («Ладушки», 1964)

Дверной проем из бревен становится условным обрамлением ночного пейзажа. Перед нами − своеобразная театральная мизансцена, где внешнее пространство работает как «задник».

Изображение пространства в разрезе

Еще одну параллель можно провести между организацией пространства в лубочной картинке (а также и в иконе) и в иллюстрациях Васнецова: изображение предмета в разрезе. Этот прием характерен и для иконописи, и для европейского искусства Средних веков, и для Возрождения. Его цель – сделать зрителя соучастником события. Как пишет Раушенбах, сечения (разрезы) – это прием, позволяющий показать то, что при обычном взгляде на объект невозможно увидеть, так как оно находится внутри [8, с. 230]. Мы можем видеть такие изображения в русском рисованном лубке и на иконах (рис. 12).



а) *б)* *в)*

Рис. 12. Примеры изображения пространства в разрезе
а – русский рисованный лубок «Душа чистая», к. XVIII – н. XIX века (из собрания Государственного исторического музея); б – икона «Положение ризы Господней» (из собрания музея Андрея Рублева); в – икона «Чудо Федора Тирона»

На лубочном рисунке «Изображение расправы воеводы Мещеринова» в правом нижнем углу мы видим монахов с двух точек зрения: сверху и одновременно сбоку, если смотреть на организацию пространства в целом (рис. 13).

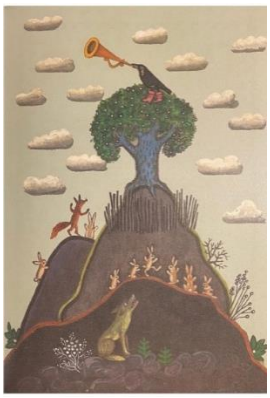


Рис. 13. Изображение расправы воеводы Мещеринова с участниками соловецкого восстания 1668-1676 гг., нач. XIX в. (из собрания Государственного исторического музея)

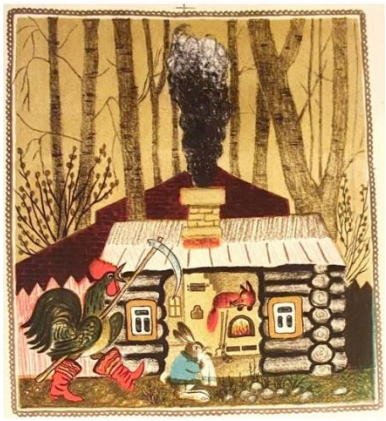
В иллюстрациях Васнецова подобные «разрезы» есть в книге «Радуга-дуга», альбоме автолитографий «Русские народные сказки, песенки, потешки» (рис. 14).



а)



б)



в)

Рис. 14. Иллюстрации Ю.А. Васнецова:
а – к книге «Радуга-дуга»: «Федя-Бредя съел медведя»; б – к книге «Ой, ребята, та-ра-ра!»; в – к книге «Зайкина избушка», 1958 (автолитография)

Такой технологический прием использовали и художники 1920-30-х гг. в детской «производственной» книге, где необходимо было показать, как устроено пространство, как оно функционирует (рис. 15).



Рис. 15. Крюков Б. Тревога, 1930, Цехановский М. Приключения стола и стула, 1928

Пространство и время

Особое положение в ряду иллюстраций, показывающих пространство в разрезе, занимают рисунки к сказке Виталия Бианки «Лис и мышонок»: художник с помощью разрезов рассказывает об устройстве жилища мышонка (рис. 16). Текст подкрепляется картинкой, которая в деталях объясняет как действует замысел «архитектора». В этой сказке вы видим взаимосвязанный ряд иллюстраций, последовательность, которая задает динамику, особый ритм всему повествованию, анимационный эффект. Таким образом, композиционная организация пространства в иллюстрации дает нам информацию о времени. Как раз об этом говорит Кеннет Маранц: если рисунки в иллюстрированной книге можно сравнить с неподвижной фотографией, то изображения в книжке-картинке – это скорее меняющиеся образы кино [5, с. 178]. И Фаворский говорит о «текучем» характере книжной формы, о ее динамической поверхности, где горизонталь играет роль линии равномерного движения, вертикаль работает как остановка [9, с.78]. В нашем примере горизонталь − это поверхность земли, линии туннелей норки, вертикаль – фигура лисицы, готовящейся к прыжку. «Подчиняясь определенному ритму, оформление движения по книге организует наше восприятие прочитанного» [10, с. 93]. Развивая идеи Фаворского, в работе «Ритмическая структура книги» Адамов Е.В. говорит о метричной организации иллюстраций и текста на книжных страницах, где элементы композиции создают ритм каждого разворота [1].

Пространство, сочетающее глубину перспективы и одновременно двухмерность чертежного рисунка, совмещающее несколько точек зрения (вид спереди и вид сверху), встречается и у других художников детской книги. Они сочетают этот прием с графичностью, лаконичностью, минималистичностью, условностью рисунка. Но у Васнецова с его живописной основательностью и достоверностью, плотностью фактуры, «осязаемостью» нарисованных персонажей он работает иначе, становится прямой отсылкой к канонам традиционного народного искусства, к национальному русскому коду. Авторские приемы трактовки пространства – это то, что позволяет ввести волшебное в детскую книжную иллюстрацию.



Рис. 16. Васнецов Ю.А. Иллюстрации к книге «Лис и мышонок», 1964

Васнецов ставит под сомнение физические законы реального мира, играет с масштабом внутреннего и внешнего пространств, через разрез позволяет зрителю заглянуть внутрь и стать соучастником событий. Реалистичность его сказочного мира в сочетании со свободным обращением с пространством делает его иллюстрации еще более фантастическими и завораживающими.

Список литературы

1. Адамов Е.Б. Ритмическая структура книги. – М.: Книга, 1974. – 94 с.
2. Герчук Ю.Я. Искусство графики и искусство книги: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Аспект Пресс, 2000. – 320 с.: ил.
3. Герчук Ю.Я. Художественная структура книги. – М.: Книга, 1984. – 208 с.
4. Иткина Е.И. Русский рисованный лубок конца XVIII – начала XX века: из собрания Государственного исторического музея. – М.: Русская книга, 1992. – 256 с.
5. Лаврентьева Е.А. Детская книжка-картинка как пространство игры // Искусство детской книги: научно-теоретическая конференция, 2020-2021: коллективная монография / сост. А.Н. Синицына, Н.Е. Григорьева. – М.: Курс, 2022. – С. 29-44.
6. Маранц К. Книжка-картинка как предмет искусства // Детская книга вчера и сегодня: по материалам зарубежной печати / сост. Э.З. Ганкина. – М.: Книга, 1988. – С. 378.
7. Раушенбах Б. Геометрия картины и зрительное восприятие. – СПб.: Пальмира; М.: Книга по Требованию, 2017. – 315 с.: ил. – (Серия «Золотое сечение»).
8. Фаворский В.А. Лекции по теории композиции. Рукопись (архив семьи художника). Цит. по: Герчук Ю.Я. Художественная структура книги. – М.: Книга, 1984. – С. 61-62.

9. Фаворский В.А. О книге, об иллюстрации // Об искусстве, о книге, о гравюре. – М.: Книга, 1986. – 238 с.: ил.

10. Лаврентьева Е.А. Книжка-картинка как соотношение текстов и смыслов – вербального, образно-художественного, культурно-исторического // Искусство детской книги. IV Научно-теоретическая конференция 2023 РАХ. – URL: https://rah.ru/news/detail.php?ID=59952 (дата обращения: 30.03.2025).

Мерзлякова П.О., Голубева О.А.
студенты,
Colomon444raf@list.ru
golubevaolesya713@gmail.com
Научный руководитель: ***Бернюкевич Т.В.***
д.ф.н., профессор
Московский государственный строительный университет
Россия, Москва
BernyukevichTV@mgsu.ru

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА СОЗДАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ИСКУССТВА

Аннотация. В современном искусстве важной проблемой является использование искусственного интеллекта и алгоритмов для создания и распространения произведений. Как и любая технология, нейросети имеют свои достоинства и исходящие из них недостатки, являясь мощным инструментом созидания, искусственный интеллект облегчает и ускоряет процесс творчества. К сожалению, не все люди используют нейросети для улучшения своих творений, а скорее искусственный интеллект выступает в роли замены человеческого воображения, вследствие чего на просторах интернета появляется низкокачественный контент и псевдопроизведения.

Ключевые слова: цифровое искусство; искусственный интеллект, алгоритм, технология, контент.

Merzlyakova P.O., Golubeva O.A.
Students,
Colomon444raf@list.ru
golubevaolesya713@gmail.com
Scientific Advisor: Bernyukevich T.V.
Doctor of Philosophy, Professor
Moscow State University of Civil Engineering,
Russia, Moscow
BernyukevichTV@mgsu.ru

THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON THE CREATION AND DISTRIBUTION OF DIGITAL ART

Abstract. In contemporary art, an important issue is the use of artificial intelligence and algorithms to create and distribute works. Like any technology, neural networks have their advantages and disadvantages, being a powerful tool for creation, artificial intelligence facilitates and accelerates the creative process. Unfortunately, not all people use neural networks to improve their creations, but rather artificial intelligence acts as a substitute for human imagination, as a result of which low-quality content and pseudo-works appear on the Internet.

Keywords: digital art; artificial intelligence, algorithm, technology, content.

В настоящее время, в эпоху быстрого развития технологий, достаточно актуальной проблемой стало использование искусственного интеллекта. Его активно применяют в интернет-пространстве для создания и распространения различного рода искусства и контента. Нейросети являются сложными математическими алгоритмами, которые способны на самообучение и генерацию новых данных на основе имеющихся. Вследствие чего возникает множество вопросов, связанных с этическими, правовыми и социальными аспектами применения искусственного интеллекта в сфере искусства.

Искусственный интеллект, будучи системой машинного обучения, способен анализировать огромный массив входящих данных и выдавать различный сгенерированный контент, в том числе и цифровое искусство. Цифровые картины, музыка, видеоматериалы, электронные книги – все это способны создавать или изменять современные нейросети. Безусловно, они являются полезными инструментами для авторов искусства, так как они способны сокращать рутинную работу и оптимизировать создание различных материалов.

К примеру, музыканты могут с помощью искусственного интеллекта сгенерировать новые мелодии и аранжировки. Художники нередко вдохновляются работами нейросети, а также использовать их как черновой вариант для своих будущих работ. Видеографы — для автоматической обработки изображений и монтажа. Таким образом, искусственный интеллект становится мощным помощником в творческом процессе. Однако вместе с этим возникает ряд проблем.

Первая из них связана с вопросом авторских прав и собственности на произведения, нейросеть не способна сгенерировать что-то новое, не опираясь на деяния других людей [1]. В настоящее время существует множество дискуссий по поводу того, кому принадлежат права на произведение: автору нейросети или человеку, который использовал эту сеть? Можно ли считать картину или музыку созданной человеком или же она является результатом работы алгоритма? В случае с нейросетями зачастую сложно определить степень участия человека в создании конечного продукта. Например, если художник использует сгенерированную модель для получения идеи или

начального варианта картины, то кто является автором — человек или алгоритм? Кроме того, возникают вопросы о правах тех людей, чьи работы использовались для обучения нейросетей. Имеют ли они право претендовать на часть прибыли, обладать правами владения? Также стоит учитывать интересы создателей самих нейросетей, могут ли разработчики претендовать на авторство в отношении произведений своих моделей?

Второй проблемой выступает стандартизация и однородность искусства. Повсеместное использование нейросетей может привести к снижению разнообразия стилей и преобладанию, доминированию алгоритмов над воображением и новаторством человека. Искусство, созданное человеком, часто обладает особым эмоциональным и культурным контекстом, отражающим личный опыт и мировоззрение автора. В то время как работы, созданные нейросетями, могут быть технически качественными и эстетически привлекательными, они зачастую лишены глубокой эмоциональной составляющей и индивидуальности. Существует перспектива, что люди, обладая мощным инструментом созидания под рукой, перестанут прикладывать достаточно усилий для создания чего-либо нового и уникального, а также потеряют способность к самовыражению. Впоследствии чего, воображение творцов придёт к упадку и оскудеет, а творчество станет шаблонным, предсказуемым и однотипным, потеряв свою возможную ценность и оригинальность.

Третьей проблемой являются этические вопросы и сложности, связанные с использованием искусственного интеллекта для создания дезинформации или пропаганды. Генерация фальшивых изображений, видео или текстов с помощью ИИ может использоваться для распространения ложных новостей, клеветы или манипуляций общественным мнением. Особенно опасно это в контексте политических кампаний или социального воздействия, где поддельные работы могут иметь очень серьезные последствия.

Четвертая проблема заключается во влиянии на рынок труда в сфере создания искусства. Автоматизация творческих процессов с помощью ИИ может привести и уже приводит к сокращению рабочих мест для художников, дизайнеров, музыкантов и других специалистов. В результате возрастает риск профессиональной деградации и утраты множества навыков, развиваемых человечеством на протяжении столетий, кроме того, наблюдается ощутимое снижения доходов у людей, которые занимаются искусством без применения ИИ.

Пятой проблемой выступает вопрос прозрачности и ответственности за созданный контент. Алгоритмы современных нейросетей работают как «черные ящики», что затрудняет понимание того, как именно формируется конечный продукт. В случае возникновения споров о правах или этических нарушениях сложно определить ответственность за возможные негативные последствия использования ИИ [4].

Шестая проблема — это большое количество сгенерированного искусства на просторах интернета. Сегодня миллионы изображений, видео и текстов создаются нейросетями ежедневно и активно распространяются через социальные сети и другие платформы. Со временем настоящее искусство может затонуть в массе сгенерированного контента [2]. Настоящие художники, музыканты и другие деятели искусства затрачивают множество усилий и времени на создание своих произведений, в то время как нейронное искусство генерируется в разы быстрее [3]. Тенденция идет к тому, что «настоящее» искусство не сможет найти своих зрителей и слушателей, человек не увидит человека. Данную проблему называют теорией «мертвого интернета» [5].

Для возможности использования искусственного интеллекта в сфере создания искусства в будущем необходимо решить ряд вышеописанных проблем. Новые технологии невозможно запретить, оптимальным решением будет разработка четких правовых рамок и норм регулирования по использованию искусственного интеллекта. Необходимо, чтобы разработанные нормы были согласованны и приняты на международном уровне. Важно создать механизмы защиты авторских прав для создателей современного цифрового и сетевого искусства, как для создателей оригинальных произведений, так и для тех, кто использует нейросети для создания своих работ. Необходимо иметь стандарты по определению авторства произведений, созданных с участием искусственного интеллекта, важно учитывать степень вклада в создание итогового продукта всех участников процесса, начиная с человека, на работах которого обучалась ИИ, до разработчиков нейросетей и человека, использующего их. Кроме того, важно развивать технологии по обнаружению поддельных и сгенерированных произведений – системы идентификации работ должны стать неотъемлемой частью нормативной базы. Значительной частью основы по регулировке использования нейросетей должен быть закон, обязывающий ИИ, во всех случаях, выдавать пользователю источники, по которым был сгенерирован тот или иной контент. Компании, владеющие поисковыми платформами и социальными сетями, обязаны стимулировать развитие и внедрение алгоритмов выдачи контента, которые будут центрировать свое внимание на «добросовестном» творчестве — чтобы не поощрять массовое производство машинных работ без учета их культурной ценности. Общество должно активно обсуждать роль человека в творческом процессе будущего: важно сохранять ценность индивидуального воображения и эмоциональной искренности как основы искусства. Современные образовательные программы должны включать обучение по работе с различными ИИ-инструментами, но при этом не забывать про обучение традиционным методам творчества.

Технический прогресс невозможно оставить, все технологии имеют свои преимущества и, вытекающие из них недостатки, главная задача современного общества своевременно реагировать на появляющиеся новшества

и направлять их на благо человека с помощью закона и внимательного изучения и прогнозирования этой проблемы.

Список литературы

1. Ишутин А.В., Косаримов С.В., Чикирка Е.В. «Нейронное искусство» как объект авторского права // Социальные новации и социальные науки. – 2021. – № 1 (3). – С. 133–144.
2. Как нейросети влияют на качество контента // Unisender: [сайт]. – URL: https://www.unisender.com/ru/blog/kak-nejroseti-vliyayut-na-kachestvo-kontenta/ (дата обращения: 02.04.2025).
3. Нейросети и их влияние на контент-маркетинг: новые горизонты // vc.ru: [сайт]. – URL: https://vc.ru/marketing/1726134-neiroseti-i-ih-vliyanie-na-kontent-marketing-novye-gorizonty (дата обращения: 02.04.2025).
4. Лазарев Е.А. Этические аспекты развития и применения искусственного интеллекта: безопасность данных, прозрачность систем и ответственность // Вестник науки. – 2023. – № 12 (69). – С. 416–419.
5. О теории «мертвого интернета» // Национальный центр правовой и технической информации: офиц. группа ВКонтакте. – [Год публикации поста, если есть, напр.: 2023.] – URL: https://vk.com/@ncpti_rnd-teoriya-mertvogo-interneta-internet-ponemnogu-umiraet (дата обращения: 02.04.2025).

Сюй Цзинчжу
студент,
Цзянсиский институт технологий моды,
Китай, Наньчан,
xu1138629366@gmail.com
Научный руководитель: ***Лаврентьева Е.А.***
к.иск., доцент
РГХПУ им. С.Г. Строганова
Россия, Москва

ЯЗЫК ФОТОАВАНГАРДА КАК ОСОБАЯ СИСТЕМА «ПИСЬМЕННОСТИ»: НА ПРИМЕРЕ ФОТОГРАФИЙ АЛЕКСАНДРА РОДЧЕНКО И ЛАН ЦЗИНШАНЯ

Аннотация. В данной статье будет проведён анализ фотография Родченко и Лан Цзиншаня и системы визуальной коммуникации, созданные этими двумя авторами на основе техники фотомонтажа. В этой статье впервые проводится сравнение этих двух художников из России и Китая в контексте авангардной фотографии.

Ключевые слова: Александр Родченко; фотография; фотограф Лан Цзиншань; фотоавангарда; фотомонтаж.

Xu Jingzhu
Student

Jiangxi Institute of Fashion Technology,
China, Nanchang,
xu1138629366@gmail.com
Scientific Advisor: ***Lavrentieva E.A.***
Candidate of Art History, Associate Professor
Stroganov Russian State University of Design and Applied Arts
Russia, Moscow

PHOTOAVANT-GARDE LANGUAGE AS A SPECIAL SYSTEM OF «WRITING»: ON THE EXAMPLE OF PHOTOGRAPHS BY ALEXANDER RODCHENKO AND LAN JINGSHAN

Abstract. This article will analyse the photography of Rodchenko and Lan Jingshan and the visual communication systems created by these two authors based on the photomontage technique. This article is the first to compare these two artists from Russia and China in the context of avant-garde photography.

Keywords: Alexander Rodchenko; photography; photographer Lan Jingshan; photo avant-garde; photomontage.

Фотомонтажи Александра Родченко

Начиная с середины 1920-х годов, монтажи Родченко становятся все более сложными, переходя от простого монтажа фотографий к многослойным повествовательным композициям. Как утверждал французский философ Жак Рансьер, изображения – это не просто инструменты визуальной репрезентации; они также являются носителями политических сообщений. В этом контексте фотомонтаж, посредством реорганизации изображений, может выявить или бросить вызов существующим властным структурам и идеологиям. В книге «Политика эстетики: Распределение практичного» Рансьер обсуждает, как искусство меняет представление людей о реальности, перенастраивая восприятие и смыслы. Это именно то, что и делает фотомонтаж [13].

Так, в фотомонтажах 1923 г. к поэме Маяковского «Про это», Родченко не просто редактировал изображения, а создавал сложные и зачастую парадоксальные сценарии, соединяя реальное и воображаемое на одном полотне. По замечанию А. Лаврентьева, «в наборной и текстовой структуре поэмы есть традиционные для романа XIX века элементы – вынесенные из текста подзаголовки. Но при этом – нестандартная форма текста «лесенкой», «наэлектризованный» язык, доведенные до крайности события, сцены, настроения персонажей» [4].

Подзаголовок «Ей и мне» указывает на автобиографический характер книги, а созданный Родченко фотомонтаж с Маяковским и Лилей Брик – еще один способ показать, что она отражает личный опыт автора.

«Про это» состоит из восьми фотомонтажей, составленных из фрагментов фотографий реальных людей и предметов быта, упомянутых в поэме. Фотографии Маяковского и Лили Брик были сделаны Штеренбергом [9, с.

224-225], также в фотомонтаже использовались работы Вассермана и Капустянского.

Первая иллюстрация озаглавлена «Любовь», и посвящена разделу поэмы, представленному в форме баллады о «нем» и о «ней» (««Он» и «она» баллада моя»). В фотомонтаже Родченко со строками «В постели она, она лежит. Он. На столе телефон», создающим повседневный образ обычной семейной жизни, также воссоздается эта повседневность – только нет «его», зато есть «она», представленная Лилей Брик. В роли «его» (или «я») выступает зритель, к которому обращены «ее» глаза и серьезное лицо с четырех разных снимков Лили Брик – лица крупным планом и ее портретов в полный рост. «Она» предстает увиденной «им» в повседневной жизни. В композиции справа показана бесконечная уходящая вдаль вереница домов, выглядящая ничтожно маленькой на фоне громадного телефонного аппарата, – возможно, что это «тюрьмы», упоминаемые поэтом после строк «что «он» – это «я» и то, что «она» – моя». Эти слова подчеркивают чувство принадлежности друг другу. Это чувство и формальное, и глубокое, возможно даже болезненное, сродни ловушке или заточению. Так показаны внутренние конфликты и тревоги, связанные с отношениями, это также и исследование любви и одиночества.

Британская искусствовед Дон Адес в своей книге «Фотомонтаж» приходит к выводу: «Фотомонтаж, который всегда ценился за доступность для зрителя, все чаще становится местом многочисленных пересечений и плодотворного взаимодействия искусства, антиискусства, рекламы и популярной культуры.[1, с. 207]» − Эта тенденция сохраняется и в 1920-1930-е годы, и в наши дни.

В 1927 году Родченко оформил для Маяковского сборник стихов под названием «Разговор с фининспектором о поэзии», отражающий идеи Маяковского и поэтов-конструктивистов того времени о том, что создание стихов – это форма производственного искусства, аналогичная физическому труду на фабрике или ферме. На одной из своих лекций в 1928 году Маяковский утверждал, что писатели должны объединяться не по литературному принципу, а по производственному, то есть, что писатели и поэты должны сосредоточить свое творчество на конкретных потребностях общества в определенном секторе производства [13]. Эти идеи соответствовали подходу Родченко к фотографии и дизайну, согласно которому искусство должно быть частью производственной жизни, обладать практичностью и функциональностью. Дизайнерская концепция обложки указанного сборника стихов развивала идеи, характерные для художественного оформления журнала «ЛЕФ», однако в этот раз прием выделения композиционного центра размером применялся не в отношении букв и цифр, а в отношении фотографий. Фотомонтаж обложки состоял из графических элементов и реальных фотографий. Центральным элементом композиции являлась увеличенная фигура Маяковского, который держит книгу или сборник стихов, внизу слева за столом сидит налоговый инспектор, требующий у поэта уплаты

налогов. Данный сюжет отражал реальность советского общества того времени: бюрократическую запутанность, а также предельную внимательность и остроту мысли и языка поэта. На задней обложке была изображена голова Маяковского, в ее лобной части размещен земной шар, вокруг которого кружат три самолета. Это образ передает глобальность мысли поэта, а также демонстрирует идею сосредоточенности мыслей поэта на творчестве и промышленном производстве.

В 1924 году Родченко отвечал за создание фотомонтажа для книги «Мена всех» русского футуриста, поэта-конструктивиста и теоретика искусства 1920-1930-х гг. Алексея Чичерина, которая в начале 1924 г. ознаменовала пик литературного конструктивизма[4, с. 32]. Родченко придавал большое значение этому проекту, и использовал самый авангардный на тот момент прием фотомонтажа, в котором в качестве персонажей выступал сам автор в разных ракурсах, размерах и позах. На этапе подготовки фотомонтажа Родченко сначала снимал и собирал материал для монтажа, то есть сделал серию снимков Чичерина. Чичерин был радикальным поэтом-конструктивистом, он сам подсказывал Родченко, в каких позах он должен появиться на фотомонтаже – размашистый шаг, удар молотком, присутствует даже сцена спора Чичерина с самим собой. Фотографии Родченко разместил на стеклах разного формата (они использовались для нанесения на них фотоэмульсии). В фотомонтаже они работают как отражатели, разделяя все произведение на два и три измерения и увеличивая глубину пространства картины. Сочетание этих геометрических форм и пространственных конструкций также перекликается с методами конструктивизма. Название сборника «Мена всех» присутствует на многих вариантах фотомонтажа Родченко − оно является точной копией типографической композиции Николая Купреянова, созданной им для обложки сборника [2].

В другом аспекте фотомонтажа, Родченко также способствовал исследованию новых способов визуального повествования с помощью своей работы. В 1926 году Родченко и Степанова создали особую серию фотомультипликационных иллюстраций к детской книжке Сергея Третьякова «Самозвери», которые объединяли в себе элементы скульптуры и фотографии Родченко. В этих иллюстрациях проявились такие черты как выверенный баланс света и тени, а также точно рассчитанные углы обзора, которые впоследствии стали характерными особенностями работ художника в области фотографии. «Самозвери» − это цикл детских стихов, которые описывают увлекательную игру детей в самодельный зоопарк: дети играют во дворе и с помощью подручных предметов: корыта, веток и т.п. имитируют зверей, превращаясь то в слона, то в тюленя или морскую черепаху. Для создания иллюстраций Родченко и Степанова сначала с помощью клея, ножниц и бумаги создали бумажные макеты, которые являлись основой для иллюстраций, фигурки персонажей были вырезаны из бумаги с использованием самых простых геометрических форм. Чтобы передать динамику поэзии Тре-

тьякова, Родченко фотографировал бумажные модели под разным освещением и под разными ракурсами, таким образом, проекция каждого персонажа создавала разные формы теней, что позволяло добиться осязаемого воплощения сюжета произведения.

На обороте книги «Мена всех» Чичерин подчеркивает свою роль как «конструктора книги». В этом он заимствует подходы Родченко и Эля Лисицкого к позиционированию себя в собственных проектах, т.е. форму, которые конструктивистские художники и писатели использовали для обозначения авторства и особенностей проекта [2].

Фотомонтажи таких художников-конструктивистов, как Родченко, представленные на обложках книг и журналов, «узаконивают» союз конструктивизма с экспрессионизмом и с предметом живописи [10, с. 425-466].

В отличие от Лисицкого, который создавал истории из отдельных снимков через размер и порядок иллюстраций, Родченко, как и Степанова, был более склонен к драматической повествовательности. Одним из редких исключений в их фотомонтаже стал 7-й номер «СССР на стройке» за 1940 год, посвященный 10-летию со дня смерти Маяковского, с фотографиями Маяковского в полный рост, сопровождаемыми его произведениями, документами, которыми он пользовался при жизни, и т.д. Так они показали вклад, который Маяковский внес в развитие страны за свою жизнь. Родченко и Степанова использовали такой исторически-фактический метод повествования, представляя поэта как сторонника Сталина [5, с. 267]. На другой странице Маяковский стоит, расставив ноги, на фоне Бруклинского моста в Нью-Йорке, держа в руках советский паспорт большого размера, который сопровождается текстом: «Читайте, завидуйте, я-гражданин Советского Союза». Оригинальная фотография была сделана Родченко для Маяковского в 1924 году, но прошла серьезную трансформацию – на оригинале Маяковский держит в руках не паспорт, а пачку писчей бумаги.

В этом номере журнала Маяковский действительно представлен как патриот, хотя стоит отметить, что это, возможно, расходилось с действительностью. Как пишет американский исследователь Виктор Марголин: «Несмотря на то, что поэт всегда был предан делу большевиков, он также придавал большое значение художественной независимости… …когда в конце 1920-х гг. группа пролетарских писателей атаковала авангард, Маяковский пришел в ужас, и это в итоге и привело к его самоубийству в 1930 г.» [6, с. 269-270].

Композитная фотография Лан Цзиншаня.

Работы Лан Цзиншаня, по сравнению с провокационными и «острыми» произведениями Родченко, отличаются более мягким настроением, что объясняется его опорой на традицию китайской живописи. Дон Адес отмечает, что «Фотомонтаж в самых разных своих формах сопутствует развитию фотографии и ее неоднозначным отношениям с живописью по всему миру» [1, с. 13]. Съемки Лан Цзиншаня, выполненные по образцу традиционной китайской живописи, доказывают это.

Лан Цзиншань добавлял надписи к своим фотографическим работам, обычно это избранные стихотворные строки или его собственные идеи. Сочетание этих слов и образов увеличивает поэтическую и философскую глубину его работ. Надписи обычно написаны каллиграфическим почерком, что свидетельствует о его любви и успехах в искусстве китайской каллиграфии. Такое сочетание не только делает произведения визуального искусства более совершенными, но и позволяет фотографии выйти за рамки чисто визуального самовыражения и прикоснуться к более глубоким культурным и эмоциональным обменам.

В работах Лан Цзиншаня печать выполняет двойную функцию идентификационного знака и украшения. Как и у древнекитайских мастеров китайской живописи, его печати обычно включают в себя именные печати и образные печати. На образных печатях часто выгравирован текст его художественных идей. Печать изысканна, а резьба по печати утонченная. Общеизвестно, что почти все его работы выполнены в черно-белых теневых тонах. Контраст между визуальной напряженностью красной печати и основным черно-белым цветом создает характерный визуальный эффект. Его ранние фотографии «Цветущие ветви издают приятный звук», «Дремота», «Черпая воду на реке кумганом» создавались на бумаге, на нее наносилось фотографическое изображение, добавлялась печать и каллиграфическим почерком указывалась дата создания или стихотворение, что точно воспроизводило очарование и художественную концепцию китайской живописи и придавало фотографии новый смысл. На работу «Сижу и смотрю, как поднимаются облака» нанесена квадратная печать, которая закрывает пустое пространство композиции, создавая приятный визуальный эффект: на правой стороне композиции находится большая темная тень, которая является насыщенной, в то время как верхняя левая сторона изображения остается пустой. Возникает проблема несбалансированности изображения, и поставленная печать устраняет этот дисбаланс. Поскольку чернила сами по себе черные, столкновение с большими горами и зарослями справа заставляет людей ощущать подавленность восприятия. Из этих деталей видно, что композиционные приемы Лан Цзиншаня: книжник в правом нижнем углу этой работы и печать в верхнем левом углу – совпадают, располагаясь по диагонали, что играет определенную роль в сбалансированности изображения. Эти печати искусно размещены на работе в нужном месте, чтобы придать ей уникальный индивидуальный стиль, а также подчеркнуть ее культурные атрибуты и художественную ценность.

Надпись и печать являются не только украшениями формы в фотографическом искусстве Лан Цзиншаня, но также и воплощением глубокого культурного значения, придавая каждой работе богатый культурный подтекст и художественную глубину.

С другой стороной, в своем творчестве Лан Цзиншань часто обращался к пейзажу с горами и реками и мотивам живописи *шаньшуй*. Через эти пейзажные фотографии он выразил свое понимание и восприятие природы. Его

работы не только показывают ностальгию по классической китайской эстетике, но и выражают его эмоциональный мир в более абстрактной форме. Центральная тема его фотографии – гармония между человеком и природой. В 1920-1930-е гг., помимо влияния традиционной китайской культуры, Лан Цзиншань и другие китайские художники находились под влиянием западных идей «возвращения к природе». Фотографируя или рисуя природные пейзажи, они выражали высокие художественные и жизненные идеалы. Целью большинства фоторабот Лан Цзиншаня является передать зрителю дух Большой Природы и жизненные метаморфозы. В работах «Портрет Чжан Дацяня», «Беспредельный универсум» и «Мудрец в тени сосны» в центре композиции – Чжан Дацянь в образе даосского мудреца. Несмотря на это, природа и человек на фотографиях находятся в гармоничном единстве, в соответствии с представлениями китайской философии. На фотографиях Чжан Дацянь как будто ведет диалог с природой, медитативно наблюдая за всем сущим во Вселенной и находясь в гармонии со вселенной.

В композитных фотографиях Лан Цзиншаня, помимо даосского монаха, часто присутствуют образы мальчика-пастуха и деревенского дровосека. Эти персонажи часто встречаются на картинах и поэмах ученых-литераторов старого Китая, в которых они являются символами стремления к единению с природой [11, с. 39-41].

Происхождение этих архетипов связано с даосизмом. Даосизм, как основа китайского художественного духа, оказал глубокое влияние на творческую философию и повседневную жизнь Лан Цзиншаня. Так, находясь под влиянием идей даосизма о простоте и естественности, он часто носил тканевую обувь и халаты [4, с. 49].

Кроме персонажей, в композитной фотографии Лан Цзиншаня часто встречаются образы определенных животных и растений, например сосен, оленей и журавлей. В произведениях литераторов династийного периода истории Китая, эти элементы часто использовались как символы различных понятий, идей или чувственных состояний для обогащения содержания литературного, поэтического или художественного произведения. В работах Лан Цзиншаня подчеркивается особый статус образов сосны, оленя и журавля в китайской культуре. Они выходят за рамки своих естественных форм и превращаются в символы, которые несут в себе различные социальные и культурные смыслы. Сосна очень почитаемое в китайской духовной культуре растение, у нее глубокий эмоциональный и символический смысл. Конфуций однажды отметил, что «становится известно, как стойки сосна и кипарис, лишь с наступлением холодного сезона». Это отражает возвышенный статус сосны в сознании литераторов. Сосна считалась символом прямоты и стойкости характера. Благодаря своей уникальной форме и прочности сосна стала идеальным символом и творчестве Лан Цзиншаня. Через ее образы он передавал свои чувства и выражал стремление к благородству и честности. Сосны у него часто появляются вместе с журавлями, например, в работе «Вечная душа сосны и журавля».

Журавль с его безупречно белыми перьями символизирует чистоту и святость. Черно-белые цвета оперения журавля усиливают его величественную и неземную энергетику. Поведение журавлей также весьма своеобразно: отдыхая, они часто стоят на одной ноге, спрятав голову между задними перьями; двигаются аккуратно и слаженно, танцуют элегантно и ритмично, летают плавно и величаво; по характеру они спокойны и невозмутимы [8, с. 29]. За эти качества журавль считался символом конфуцианского благородного мужа, и использовались в произведениях литераторов как метафора нравственного и достойного поведения и характера. Журавли – частый мотив фотографии Лан Цзиншаня, как, например, в произведении «Три горные феи» с изображением журавлей, на котором журавли показаны как преисполненные изящества и таинственности птицы. Также журавли у Лан Цзиншаня могут выражать его стремление к тихой и безмятежной жизни вдали от мирской суеты, как в работе «Пара друзей в тени сосны».

Оленю, как и журавлю, так же приписываются благородные качества, кроме того, благодаря благозвучию слова «олень» в китайском языке он считается символом удачи. Олень любит жить в тихих горных лесах, богатых травой, которой он питается. Прирученный олень в расцвете сил в благополучной, тихой обстановке спокоен и ласков, но в хаотичной, лишенной гармонии среде пугается и убегает, что и обуславливает символизм оленя в китайской культуре [12, с. 229]. Так, в своей фотографии «Вечная весна в оленьем парке» Лан Цзиншань показывает через образ оленя свое стремление к социальному порядку и гармонии, а также желание достичь идеального состояния общества.

Когда художники обнаружили, что фотография не только является инструментом для фиксации реальности, но и может использоваться для выражения сложных мыслей и эмоций, она стала формой «письменности» с уникальным символическим значением.

Фотографии Родченко и Лан Цзиншаня представляют собой две равнозначные параллели. То есть фотомонтаж как средство иллюстрации и текстовой интерпретации может быть использован как прием создания образов, их визуализации и художественного воплощения, но также демонстрации качеств литературного произведения и самого текста.

Список литературы

1. Адес Д. Монтаж / пер. Н. Решетовой. – М.: Ад Маргинем Пресс, 2023. – 175 с. – ISBN 978-5-91103-647-1.

2. Лаврентьева Е.А. Александр Родченко, Густав Клуцис, Эль Лисицкий. Пространственный фотомонтаж как аналог современных медиа // Журнал ВШЭ по искусству и дизайну. – 2024. – № 1(1). – С. 8–31.

3. Лаврентьев А. «ПРО ЭТО»: Маяковский-Родченко [Электронный ресурс]. – URL: https://eupress.ru/uploads/files/L-141_pages.pdf (дата обращения: 14.09.2024).

4. Лан Юйвэнь. Дом моего отца Лан Цзиншаня // Век. – 2016. – № 1. – С. 45–58.

5. Логос: голос конструктивизма: Каталог выставки. – М.: Зотов-центр, 2023. – 240 с.

6. Марголин В. Борьба за утопию: Родченко, Лисицкий, Мохой-Надь. 1917–1946 / пер. Чжан Фумэй, Чжан Чанчжэн, Чжу Чэнь. – Пекин: Пекинский университет Пресса, 2018. – 328 с.

7. Маяковский В.В. Доклад «Левей Лефа», 29 сентября 1928 года // Викитека. – URL: https://ru.m.wikisource.org/wiki/Выступления_по_газетным_отчетам_и_записям_современников_1918-1930_(Маяковский) (дата обращения: 22.04.2024).

8. Нань Нань. Исследование образа оленя в традиционном китайском изобразительном искусстве. – Сиань: Сианьская академия изящных искусств, 2014. – 180 с.

9. Родченко А. Работа с Маяковским. Опыты для будущего. – М.: ГРАНТЬ, 1996. – 95 с.

10. Сидорина Е.В. Лики конструктивизма // Искусствознание. – 2007. – № 3–4. – С. 425–466.

11. У Мэнцзе. Исследование элементов традиционной китайской культуры в портретной фотографии Лан Цзиншаня. – Сюйчжоу: Цзянсуский педагогический университет, 2018. – 150 с.

12. Хань Инцзе. Анализ культурных символов, связанных с журавлями в традиционном китайском искусстве // Сто художников. – 2012. – № 28(2). – С. 228–229.

13. Rancière J. The Politics of Aesthetics: The Distribution of the Sensible / ed. and transl. by G. Rockhill. – London: Bloomsbury Academic, 2013. – 128 p. – ISBN 978-1780935509.

Секция 9
МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ И ПРОИЗВОДСТВО

Анисимова И.А., Халяпина Ю.Б., Киселева Е.А.
студенты
irinchalmova@gmail.com, yuliya_halyapina@mail.ru, lenok-06@bk.ru
*Научный руководитель**: Погиба А.Ю.***
преподаватель
Московский политехнический университет
Россия, Москва
pogiba.a@yandex.ru

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛЮМИНОФОРА В ПЛЕНКЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА ЦИФРОВЫМИ МЕТОДАМИ

Аннотация. Маркировка упаковки для борьбы с фальсификатом сосредоточена на поиске и изучении способов защиты материалов от подделки. В данной работе была исследована зависимость равномерности распределения антрацена, растворенного в изопропиловом спирте, в жесткоэластической пленке полипропилена, от степени и кратности деформации. С целью количественной оценки был проведен цифровой анализ фотографий образцов с использованием специализированной программы «Автоматизация процесса анализа сэм-изображений поверхностных слоёв волокнистых материалов». Помимо основных результатов, стоит отметить, что количество параметров ПО «Нетканка» было дополнено двумя новыми характеристиками: суммарной протяженностью границ пикселей и шириной полученных графиков.

Ключевые слова: жесткоэластическая пленка полипропилена; защита от фальсификации; люминесценция.

Anisimova I.A., Khalyapina Y.B., Kiseleva E.A.
Students
irinchalmova@gmail.com, yuliya_halyapina@mail.ru, lenok-06@bk.ru
*Scientific Advisor: **Pogiba A.Yu.***
Lecturer
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
pogiba.a@yandex.ru

STUDY OF LUMINOPHORE DISTRIBUTION IN POLYPROPYLENE FILM BY DIGITAL METHODS

Abstract. Package marking for combating counterfeiting focuses on the search for and study of methods to protect materials from forgery. In this work the dependence of the uniformity of anthracene distribution, dissolved in isopropyl alcohol, within a rigid-elastic polypropylene film, on the degree and number of deformation cycles was investigated. For quantitative

evaluation, a digital analysis of sample photographs was performed using the specialized software «Automating the analysis of the fibrous based materials surface layers SEM-images». In addition to the main results, it is worth noting that the number of parameters in the «Netkanka» software was supplemented with two new characteristics: the total length of pixel boundaries and the width of the resulting graphs.

Keywords: rigid-elastic polypropylene film; anti-counterfeiting; luminescence.

Цель и задачи исследования

Цель: изучить равномерность люминофора на пленке полипропилена цифровыми методами.

Задачи:

1. Провести эксперимент по нанесению антрацена на пленку;
2. Проанализировать фотографии с использованием ПО «Автоматизация процесса анализа сэм-изображений поверхностных слоев волокнистых материалов»;
3. Оценить равномерность распределения слоя люминофора в пленке.

Объекты исследования – жесткоэластическая полипропиленовая пленка

Жесткоэластическая пленка полипропилена (рис. 1) – модификация, полученная путем изометрической термообработки экструдата. Данный материал обладает высокой прочностью на разрыв и эластичностью, что позволяет использовать его в качестве упаковочных изделий [1, 2].



Рис. 1. Пленка в установке для растяжения

Объекты исследования – антрацен в растворе изопропилового спирта

Антрацен – полициклический ароматический углеводород. Химическая формула: $C_{14}H_{10}$ (рис. 2).



Рис. 2. Антрацен в водном растворе изопропилового спирта

Одной из интересных особенностей антрацена является его способность к люминесценции. Когда антрацен поглощает фотон, электроны в его молекулах переходят на более высокий энергетический уровень. Затем, когда электроны возвращаются на свой исходный уровень, они излучают фотон света, что и приводит к наблюдаемой люминесценции [3].

Методика эксперимента

В качестве образца возьмем матрицу из жесткоэластической пленки полипропилена размерами 22×3 см. Размещаем образец в станок для растяжения (рис. 3). В емкость с низкими бортиками наливаем раствор изопропилового спирта с антраценом (рис. 4). Переворачиваем станок так, чтобы пленка погрузилась в раствор, попеременно перемешивая жидкость, чтобы антрацен не оседал на поверхности [4-8].



Рис. 3. Подготовка образца



Рис. 4. Вытяжка в жидкости

Проворачивая колесо установки, начинаем растягивать пленку, находящуюся в антрацене (рис. 5), на расстояние предельного удлинения – 4,5 см (рис. 6). После чего начинаем крутить в обратную сторону, возвращаясь к исходным размерам. Поднимаем станок и переворачиваем в начальное положение, снимаем с установки готовый образец, растянутый однократно (рис. 7). С образцом, растянутым многократно, повторяем те же этапы, но удлиняем и сжимаем его уже не 1, а все 10 раз.

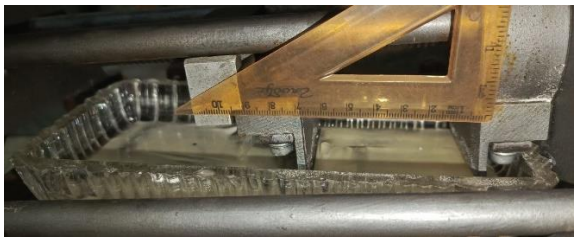


Рис. 5. Образец до удлинения



Рис. 6. Образец после удлинения на 4,5 см

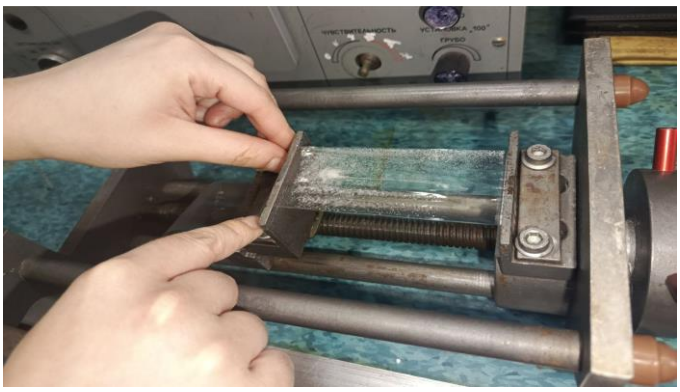


Рис. 7. Получение готового образца пленки

Изучение пленки с люминофором под УФ-лампой

Размещаем матрицу с люминофором под лампу с УФ-лампой и фиксируем состояние пленки в обычном и натянутом состоянии. Если сравнить 1 и 2 образцы друг с другом, можно заметить, что при однократном растяжении наполнитель в плёнке распределяется неравномерно, из-за чего плёнка под УФ-лампой светится пятнами (рис. 8). При многократном растяжении получается добиться более равномерного свечения (рис. 9).



Рис. 8. Наблюдение пленки с нанесенным антраценом, растянутой однократно, под УФ-лампой



Рис. 9. Наблюдение пленки с нанесенным антраценом, растянутой многократно, под УФ-лампой

Результаты

Суммарно было получено и проанализировано 14 фотографий: по 7 на однократное и многократное растяжение пленок в процессе удлинения (0 см; 1 см; 2 см; 4,5 см) и сжатия (4,5 см; 2 см; 1 см; 0 см) соответственно.

В качестве примеров приведем несколько из них для многократно растянутой пленки в процессе удлинения (рис. 10).

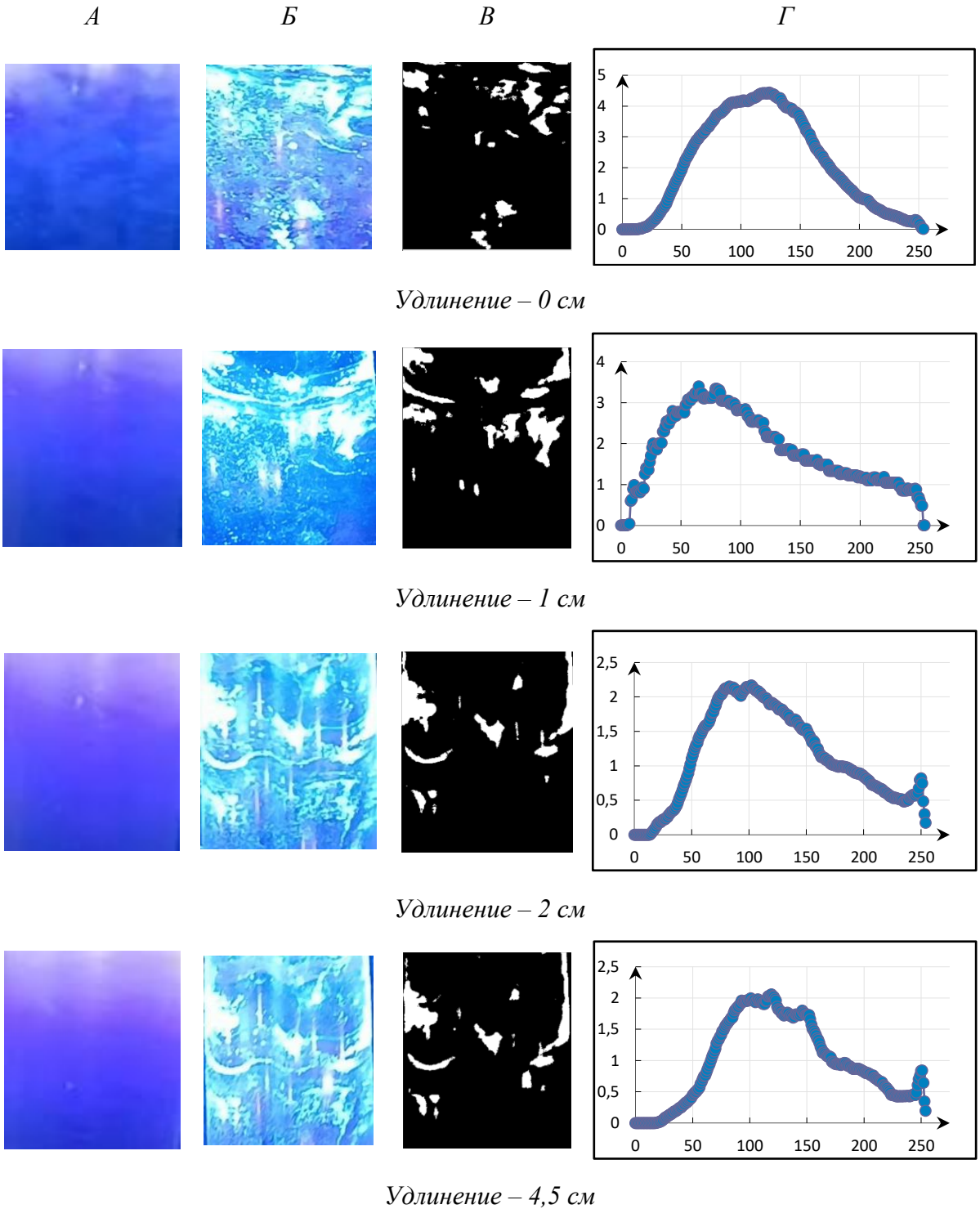


Рис. 10. Результаты исследований пленки при различном удлинении:
А – фотография пленки без люминофора при многократном растяжении;
Б – фотография пленки с люминофором при многократном растяжении;
В – анализ фотографий по светлоте в программе;
Г – суммарная длина пикселей определенной светлоты

При помощи ПО «Нетканка» удалось построить графики зависимости суммарной протяженности пикселей от светлоты в красном канале. Помимо этого, удалось выявить наиболее светлые участки пленки (с наибольшим скоплением частиц люминофора) уже по всем трем каналам (красный, зеленый, синий) в программе «Threshold Image Tool», созданной Ямилинцем С.Ю. на кафедре «Инновационные материалы принтмедиаиндустрии» Полиграфического института Московского политехнического университета.

Стоит отметить, что параметр светлоты, для получения наибольшего соответствия в ПО «Threshold Image Tool», начинали замерять со значения 230, но лишь при 240 удалось добиться наилучшего совпадения с исходными фотографиями.

Помимо этого, для сравнения были представлены фотографии многократно растянутой пленки в процессе удлинения без люминофора для визуальной оценки его распределения в жесткоэластической пленке полипропилена.

Итоговые графики (рис. 11-18) были построены на основе исходных 14 графиков, последовательно отражающих процесс удлинения-сжатия пленок, растянутых однократно и многократно соответственно.

Зависимость суммарной протяженности межфазных границ от деформации

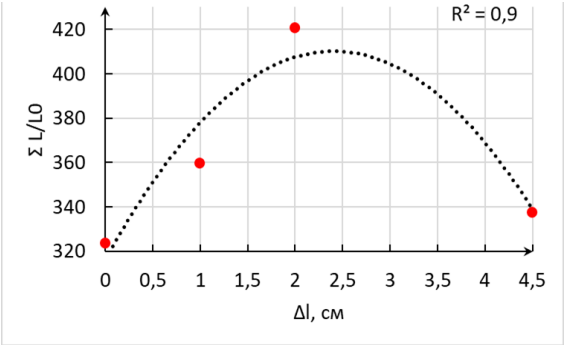


Рис. 11. Пленка, растянутая однократно (удлинение)

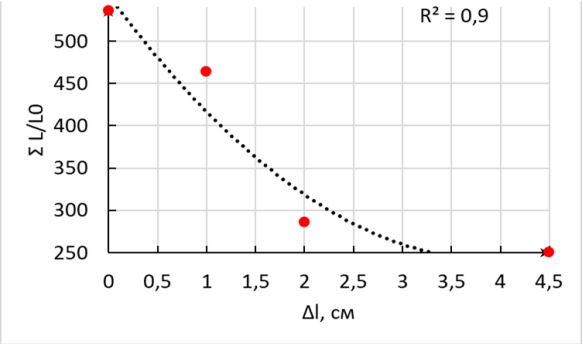


Рис. 12. Пленка, растянутая многократно (удлинение)

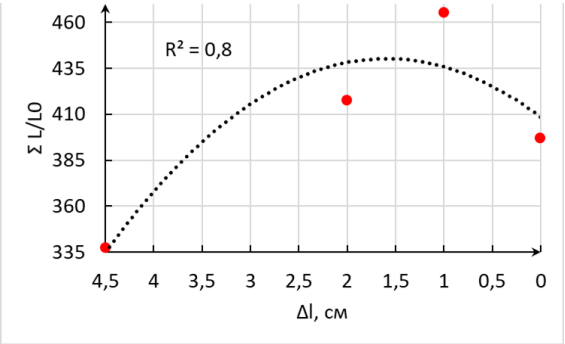


Рис. 13. Пленка, растянутая однократно (сжатие)

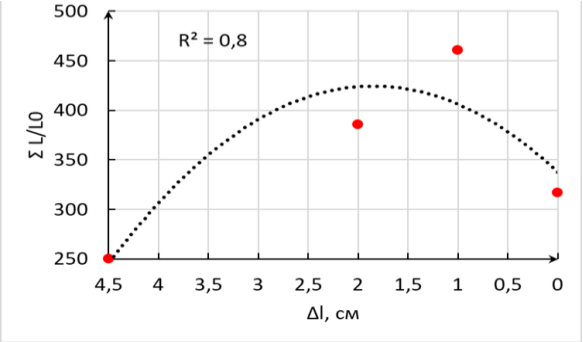


Рис. 14. Пленка, растянутая многократно (сжатие)

Для анализа фотографий мы обратились к ПО «Нетканка». Фотографии синей люминесценцией антрацена на пленке были преобразованы в черно-белый цвет, причем сами графики строились по красному каналу.

Коэффициент аппроксимации показывает, насколько точно теоретическое распределение описывает реальное распределение.

При деформации 2 см мы видим наибольшие значения на графиках зависимости суммы L/L0 от деформации. Это явление связано с тем, что на фотографии попало скопление частиц люминофора.

При однократном растяжении наблюдается следующая зависимость: чем больше абсолютное удлинение, тем меньше разброс точек по светлоте и тем больше точек в темной части оси абсцисс. Люминофор становится менее заметен, распределяясь по поверхности пленки, возвращающейся в состояние покоя.

При многократном растяжении (удлинение) наблюдается более плавная зависимость светлоты от степени деформации.

Графики зависимости суммы от деформации пленок при однократном растяжении в процессе сжатия практически не отличаются.

Зависимость равномерности слоя люминофора в пленке от деформации

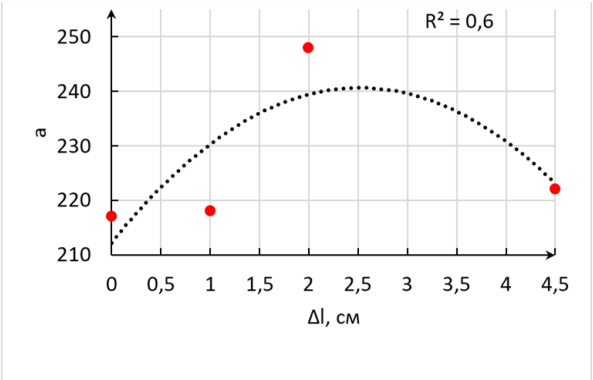


Рис. 15. Пленка, растянутая однократно (удлинение)

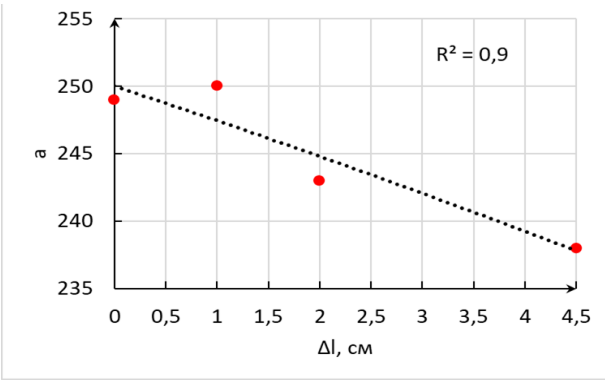


Рис. 16. Пленка, растянутая многократно (удлинение)

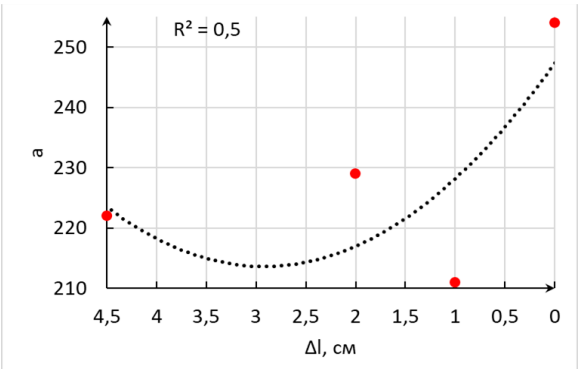


Рис. 17. Пленка, растянутая однократно (сжатие)

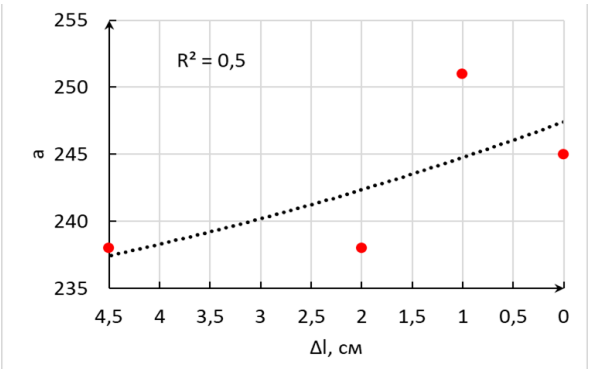


Рис. 18. Пленка, растянутая многократно (сжатие)

При однократном растяжении (удлинение) наибольшее значение ширины графика наблюдается при деформации 2 см, что может говорить о неравномерности распределения люминофора.

При однократном растяжении (сжатие) происходит обратный процесс: графики становятся шире, основная часть точек приходится на более светлые участки, что говорит о проявлении люминофора.

При многократном растяжении (удлинение) ширина графиков уменьшается – наблюдается уменьшение разброса по светлоте и оттенкам, люминофор проникает в структуру.

При многократном растяжении (сжатие) ширина графиков увеличивается – наблюдается увеличение разброса по светлоте и оттенкам.

Визуально отмечается зеркальность графиков, они практически дублируют друг друга.

Заключение

1. Произведено нанесение слоя люминофора на жесткоэластические полипропиленовые пленки.
2. Количество параметров ПО «Нетканка» дополнено двумя новыми характеристиками:
   2.1. суммарная протяженность межфазных границ в композите,
   2.2. диапазон яркостей свечения частиц люминофора в композите.
3. Путем цифровой обработки в ПО «Нетканка» установлено, что неоднородность люминофора в пленке полипропилена существенно зависит от деформации.

Таким образом, многократное растяжение пленки из жесткоэластического полипропилена способствует более равномерному распределению люминофора.

Список литературы

1. Ельяшевич Г. К. и др. Пористая структура, проницаемость и механические свойства микропористых пленок из полиолефинов // Физика твердого тела. – 2012. – Т. 54. – №. 9. – С. 1787-1796.
2. Мельников Б. Н., Захарова Т Д., Кириллова М. Н. Физико-химические основы процессов отделочного производства. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 280 с.
3. Пат. РБ 11662. Устройство для модифицирования химических волокон / Л. С. Пинчук, В. А. Гольдаде, Н. С. Винидиктова и др. МПК D01D 10/00, 11/10. Опубл. 2009.
4. Пат. РФ 90447 на полезную модель. Модуль крейзинг-модификации полимерного материала / А. В. Артемов, В. А. Жильцов, Ю. А. Крутяков и др. МПК D06M 15/19. Опубл. 2010.
5. Пат. РФ 93405 на полезную модель. Адаптивный модуль крейзинг-модификации полимерного материала / А. В. Артемов, В. А. Жильцов, Ю. А. Крутяков и др. МПК D06M 15/19. Опубл. 2010.
6. Патентная заявка РФ 4952796. Установка для крашения нитей / А. П. Пеструхин, Д. А. Полухин, И. И. Чистов. МПК D06B 11/00. Опубл. 1994.

7. Розова Е. Ю. и др. Структура и механические свойства пористых пленок из полиэтилена различной молекулярной массы // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2013. – Т. 55. – №. 10. – С. 1255-1255.
8. Салманова Ч. К. и др. Нефтяные люминофоры пиролизного происхождения и передача энергии между их компонентами // Журнал прикладной химии. – 2010. – Т. 83. – №. 6. – С. 978-982.

Голубева О.А. Мерзлякова П.О.
студенты
golubevaolesya713@gmail.com, Colomon444raf@list.ru
*Научный руководитель**: Бернюкевич Т.В.***
д.ф.н., профессор
Московский государственный строительный университет
Россия, Москва
BernyukevichTV@mgsu.ru

ГИБКИЙ БЕТОН: ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация. На сегодняшний день все большее предпочтение отдаётся строительству зданий и сооружение с использованием бетона. Благодаря своему составу бетон достаточно экологичный материал, который также обладает высокой прочностью и долговечностью. Данный материал в отличие от древесины и стали хорошо себя проявляет в зонах повышенной влажности и не склонен к коррозии, именно поэтому бетон широко используется в строительстве фундаментов, балок, колонн и кровли. Также бетон позволяет изготовить элементы любого сечения, благодаря своей консистенции.

Ключевые слова: бетон, гибкий бетон, прочность, добавки, физико-механические характеристики.

Golubeva O.A. Merzlyakova P.O.
Students
golubevaolesya713@gmail.com, Colomon444raf@list.ru
Scientific adviser: ***Bernyukevich T.V.***
Doctor of Philosophy, Professor
Moscow State University of Civil Engineering,
Russia, Moscow
BernyukevichTV@mgsu.ru

FLEXIBLE CONCRETE. ADVANTAGES AND PROSPECTS OF USE IN CONSTRUCTION

Abstract. Today, an increasing preference is given to the construction of buildings and structures using concrete. Due to its composition, concrete is a fairly environmentally friendly material, which also has high strength and durability. This material, unlike wood and steel,

performs well in areas of high humidity and is not prone to corrosion, which is why concrete is widely used in the construction of foundations, beams, columns and roofs. Concrete also allows you to make elements of any cross-section, due to its consistency.

Keywords: concrete, flexible concrete, strength, additives, physical and mechanical characteristics

На сегодняшний день все большее предпочтение отдается строительству зданий и сооружение с использованием бетона. Благодаря своему составу бетон достаточно экологичный материал, который также обладает высокой прочностью и долговечностью. Данный материал в отличие от древесины и стали хорошо проявляет себя в зонах повышенной влажности и не склонен к коррозии, именно поэтому бетон широко используется в строительстве фундаментов, балок, колонн и кровли. Также бетон позволяет изготовить элементы любого сечения, благодаря своей консистенции.

Актуальность исследования заключается в том, что в настоящее время бетон, обладая рядом преимуществ как, например, экономичность, экологичность, высокая прочность на сжатие и долговечность, является одним из самых востребованных материалов в строительной сфере. Но несмотря на перечисленные преимущества, бетон, обладая гомогенной структуре и входящей в его состав жидкости, является хрупким материалом, что становится причиной быстро развивающихся по поверхности трещинам и разломам. Помимо этого, у бетона низкая пластичность и прочность на осевое растяжение, которая почти в 5 раз меньше предела прочности на сжатие. Для решения этой проблемы применяют армирования, но и у этой технологии есть недостатки, а именно возрастание веса конструкции, что приводит к усилению фундамента и увеличению экономической составляющей строительства. Также арматура подвержена коррозии, что в скором времени разрушает бетон.

Для решения данной проблемы предлагается проведение комплексного исследования результатов работ ученых из школы экологической инженерии NTU's School of Civil and Environmental Engineering (Сингапур), которые разработали добавку, упрочняющую бетон, а именно – ультратонкое волокно, которое добавляют внутрь раствора. Оно представляет собой шелковистые нити, которые, в отличие от уже применяемой раннее в строительстве фибры, не сцепляются с цементом, а скользят внутри монолита, обеспечивая высокую гибкость полученного материала, который носит название ConFlexPave.

Стоит отметить, что гибкий бетон обладает повышенной в 3 раза прочностью в отличие от стандартного бетона. Но одновременно с этим его себестоимость в несколько раз превышает стандартный бетон.

Данный материал создавался для использования в качестве дорожного покрытия, но показав высокие прочностные характеристики, его стали применять в гражданском строительстве. Таким образом здания из данного материала уже возведены и введены в эксплуатацию в Америке и Японии.

В России также ведутся разработки по созданию бетона с подобными характеристиками, но более экономичного. Таким образом была разработана добавка, которая повышает эластичность, морозостойкость и прочность бетона, под названием «Эластобетон», сертифицированная ГОСТ ISO 9001-2011.

Таким образом, ученые успешно улучшают физико-механические свойства бетона посредством новых технологий или использования специальных добавок. Новым материалам с каждым днем находят все большее применение. Несмотря на высокие прочностные характеристики и ряд прочих преимуществ, новые материалы не являются экономичными, но в настоящее время уже принимаются меры по минимизации данного недостатка.

Список литературы

1. Глазунова М.М. XIV Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученый «Россия молодая» // Гибкий бетон. [Электронный ресурс]. − Режим доступа: https://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2022/RM22/pages/Articles/063108.pdf (дата обращения: 02.04.2025).

2. Загго. Что такое гибкий бетон и почему ему не нужна арматура. [Электронный ресурс]. − Режим доступа: https://www.zaggo.ru/article/stroitel_stvo/obshee/chto_takoe_gibkij_beton_i_pochemu_emu-ne-nuzhna-armatura.html (дата обращения: 02.04.2025).

3. ОРЕХбетон. Почему бетон сегодня так востребован и популярен. [Электронный ресурс]. − Режим доступа: https://orehbeton.ru/novosti/pochemu-beton-segodnya-tak-vostrebovan-i-populyaren (дата обращения: 02.04.2025).

Доненко С.Л.
студент
Кыргызско-Российский Славянский университет им. первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина
Киргизия, Бишкек
*Научный руководитель**: Доненко И.Л.***
к.ф.-м.н., и.о. доцента
Кыргызский авиационный институт им. И. Абдраимова
Киргизия, Бишкек
sofiadonenko56@gmail.com

ВНЕДРЕНИЕ ИИ В ФРАКТАЛЬНО-КЛАСТЕРНОЙ ОЦЕНКЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА СОЛЯНЫХ ОЗЕР

Аннотация. В статье представлен инновационный подход к анализу соляных озер с интеграцией автономных ИИ-БПЛА, оснащенных LiDAR. На примере озера Сасык-Сиваш (Крым, Сакский район) продемонстрировано, как высокоточное LiDAR-сканирование

позволяет создать 3D-модели донного рельефа, оценить толщину соляных корок и выявить зоны с илистыми отложениями, критическими для прокладки гидротехнических систем. Фрактально-кластерный анализ LiDAR-данных выявил корреляцию между структурой солевых образований и концентрациями брома (Br) и хлористого магния ($MgCl_2$), что легло в основу ИИ-моделей для прогнозирования химического состава (R^2 улучшен на 15–20%). Алгоритмы оптимизации маршрутов трубопроводов, учитывающие устойчивость грунта, позволили исключить рискованные участки, сократив затраты на инфраструктурные проекты. Результаты подчеркивают практическую значимость метода для соледобывающей отрасли и ВПК, особенно в условиях сложных грунтов. Перспективы работы включают интеграцию мультиспектральной съемки для расширения аналитических возможностей. Приложения содержат 3D-модели дна и примеры алгоритмов, усиливая прикладную ценность исследования.

Ключевые слова: фрактал, соленое озеро, кластерный анализ, ИИ, соль.

Donenko S.L.
Student
State Educational Institution of Higher Professional Education
Kyrgyz-Russian Slavic University. the first President of the Russian Federation B.N. Yeltsin
Kyrgyzstan, Bishkek
Scientific Adviser: ***Donenko I.L.,***
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Acting Associate Professor
GOU VPO Kyrgyz Aviation Institute. I. Abdraimova
Kyrgyzstan, Bishkek
sofiadonenko56@gmail.com

IMPLEMENTATION OF AI IN FRACTAL-CLUSTER ASSESSMENT OF THE MINERAL COMPOSITION OF SALT LAKES

Abstract. This article presents an innovative approach to the analysis of salt lakes using autonomous AI-powered UAVs equipped with LiDAR. Using the example of Lake Sasyk-Sivash (Crimea, Saky District), the study demonstrates how high-precision LiDAR scanning enables the creation of 3D models of the lakebed topography, assessment of salt crust thickness, and identification of silt deposit zones critical for the installation of hydraulic systems. Fractal-cluster analysis of the LiDAR data revealed a correlation between the structure of salt formations and concentrations of bromine (Br) and magnesium chloride ($MgCl_2$), which formed the basis for AI models used to predict chemical composition (R^2 improved by 15–20%). Pipeline route optimization algorithms that account for soil stability helped eliminate hazardous areas, reducing infrastructure project costs. The results underscore the practical value of the method for the salt extraction industry and the defense sector, especially under challenging ground conditions. Future work includes the integration of multispectral imaging to enhance analytical capabilities. Appendices contain 3D lakebed models and algorithm samples, increasing the applied relevance of the research.

Keywords: fractal, salt lake, cluster analysis, AI, salt.

Введение

Соляные озера, являющиеся ключевыми источниками стратегических химических элементов, приобретают особое значение в условиях глобальной нестабильности и усиления геополитических угроз. Хлористый магний ($MgCl_2$) и бром (Br), добываемые из таких водоемов, критически важны для оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России: $MgCl_2$ используется в производстве высокоэнергетических окислителей для ракетных топлив, а бром − в создании ингибиторов коррозии и специальных химических реагентов для военной техники. В условиях санкционного давления и необходимости импортозамещения точная оценка ресурсной базы этих элементов становится вопросом национальной безопасности.

Интеграция БПЛА с LiDAR-сканерами предлагает революционный подход к решению данной задачи. Высокодетализированное 3D-картографирование донных отложений позволяет не только определить зоны с максимальной концентрацией $MgCl_2$ и Br, но и выявить риски, связанные с прокладкой инфраструктуры для их добычи (илистые грунты, солевые корки). Применение фрактально-кластерного анализа и ИИ-алгоритмов обеспечивает прогнозирование химического состава с точностью до 85–90%, что в разы сокращает затраты на разведку и минимизирует зависимость от иностранных технологий.

На примере озера Сасык-Сиваш (Крым, Сакский район) демонстрируется, как современные методы дистанционного зондирования и машинного обучения способствуют укреплению сырьевого суверенитета России. Результаты работы имеют двойную ценность: они не только углубляют научные представления о геохимии соляных озер, но и вносят вклад в обеспечение обороноспособности государства, позволяя оптимизировать добычу критически важных компонентов для ракетной промышленности в условиях нарастающих внешних вызовов.

Аппаратура и методика обработки.

Для получения высокоточных данных о рельефе дна и структуре соляных отложений озера Сасык-Сиваш использовались БПЛА, оснащенные LiDAR-сканерами с разрешением 10 см/пиксель и частотой сканирования 300 кГц. Полное покрытие акватории обеспечивалось за счет сетки маршрутов с перекрытием в 30%, что позволило минимизировать «слепые зоны». Основные цели сканирования:

1. 3D-моделирование дна − построение цифровой модели рельефа (ЦМР) с точностью ±5 см для анализа уклона и морфологии.
2. Оценка толщины соляных корок − дифференциация слоёв по интенсивности отраженного сигнала, калиброванная по данным кернового бурения.

3. Выявление зон с илистыми отложениями − идентификация участков с аномально низкой отражательной способностью, характерной для рыхлых грунтов.

При этом LiDAR-данные дополнялись:

- Мультиспектральными спутниковыми снимками (Sentinel-2) для корреляции вегетационных индексов с химическим составом воды.
- Лабораторными пробами воды и донных отложений, отобранными в 25 контрольных точках. Совмещение данных выполнялось в GIS-среде (ArcGIS Pro) с использованием алгоритмов геостатистической интерполяции (Kriging).

Кластеризация геоморфологических зон, происходила следующим образом:

1. Метод k-mean использовался для разделения акватории на кластеры по параметрам:
2. Глубина (от 0.2 до 1.5 м),
3. Плотность грунта (измеренная по силе обратного рассеяния LiDAR),
4. Фрактальная размерность.

Выделено 5 кластеров, включая зоны с риском затопления оборудования (ил) и участки с промышленными запасами солей.

Химический анализ.

Для прогнозирования концентраций Br и $MgCl_2$ использовалась ансамблевая модель (XGBoost), обученная на 3 типах признаков:

1. Фрактальные параметры (D, лакунарность),
2. LiDAR-метрики (интенсивность сигнала, уклон),
3. Спутниковые данные (NDWI − Normalized Difference Water Index).

Точность модели ($R^2 = 0.89$ для Br, 0.92 для $MgCl_2$) подтверждена перекрёстной проверкой.

Инфраструктурное проектирование.

Оптимизация маршрутов трубопроводов выполнялась с помощью генетического алгоритма (Python, библиотека DEAP). Критерии:

1. Минимизация длины трассы,
2. Избегание кластеров с илом (риск просадки),
3. Приоритет зон с высокой плотностью солевых корок.
4. Результаты визуализированы в виде карт с рандомизированными стартовыми точками для поиска глобального оптимума.

Точность LiDAR-данных проверялась сравнением с ручными замерами глубины (погрешность ≤8%). Основное ограничение − снижение качества сканирования в мутных водах, что компенсировалось спутниковой корректировкой. Код моделей и набор данных доступны в репозитории GitHub для обеспечения воспроизводимости.

Внедрение методов исследования на примере озера Сасык-Сиваш (Розовое озеро) в Сакском районе, Республики Крым.

Для детального исследования озера Сасык-Сиваш (Крым) проведено масштабное LiDAR-сканирование с использованием БПЛА DJI Matrice 300 RTK, оснащенных сканером Riegl VUX-1LR.

Параметры сканирования:

1. Разрешение: 5 см/пиксель,
2. Частота импульсов: 500 кГц,
3. Покрытие акватории: 98% (исключая прибрежные зоны с густой растительностью).

Результаты сканирования представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Карта глубины

Как видно из снимков:

1. Глубина варьируется от 0.3 м (южный шельф) до 1.8 м (центральная впадина).
2. Выявлены микродепрессии (до 0.5 м), заполненные илом, невидимые при традиционной съемке.

Распределение солевых отложений, имеет следующую форму:

3. Толщина корок NaCl и $MgCl_2$: от 2 см (периферия) до 25 см (центральные зоны).
4. Зоны с аномально высокой соленостью (>250 г/л) совпали с участками фрактальной размерности $D > 1.8$ (рис. 2).



Рис. 2. Карта рисков

Как видно из полученной карты, 12% акватории классифицированы как «опасные» из-за илистых отложений (глубина залегания ила: 0.4–0.7 м).

Примером такого проблемного участка, является квадрат 45°12’30»N, 33°30’15»E, где традиционная прокладка труб привела бы к просадке на 40–60 см за первый год эксплуатации.

Корреляция фрактальной структуры и химического состава.

Анализ 150 проб показал сильную корреляцию ($R^2 = 0.84$) между фрактальной размерностью солевых корок и концентрацией $MgCl_2$ (рис. 5). Участки с $D > 1.7$ содержали 18–22% $MgCl_2$, тогда как зоны с $D < 1.5$ − менее 10%. Для брома (Br) зависимость носила нелинейный характер: пиковые значения (до 0.6 г/л) наблюдались в переходных зонах между кластерами, данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение кластеров озера Сасык-Сиваш по ключевым параметрам

Параметр	Кластер A (32% площади)	Кластер B (18% площади)	Кластер C (50% площади)
Глубина, м	0.8–1.2	0.4–0.7	0.3–0.5
Плотность грунта, г/см³	1.4 ± 0.1	1.1 ± 0.2	1.3 ± 0.1
Концентрация $MgCl_2$, %	18–22	<10	8–12
Концентрация Br, г/л	0.4–0.6	0.2–0.3	0.1–0.2
Индекс устойчивости	0.8 (высокий)	0.3 (низкий)	0.6 (средний)
Фрактальная размерность (D)	1.8–2.1	1.3–1.5	1.6–1.7

Связь кластеров с геометрией дна подтверждена анализом PCA: первые две главные компоненты объясняют 78% дисперсии (глубина + фрактальная размерность).

Моделирование маршрутов трубопроводов.

С помощью генетического алгоритма (библиотека DEAP, Python) разработано 3 сценария прокладки труб:

1. Минимальная длина (базовый вариант): 2.8 км, но пересекает 4 рискованных кластера.
2. Безопасный маршрут: 3.4 км, обходит 95% илистых зон, но увеличивает стоимость на 18%.
3. Оптимальный вариант (ИИ-рекомендация): 3.1 км, объезд 100% рискованных зон + минимизация угла наклона (<5°).

Результаты и обсуждение.

Интеграция LiDAR-данных с фрактально-кластерным анализом существенно повысила точность прогнозирования концентраций стратегических элементов. И позволила создать модель, представленную на рисунке 3. Результаты сравнения моделей до и после добавления LiDAR-признаков представлены в таблице 2.

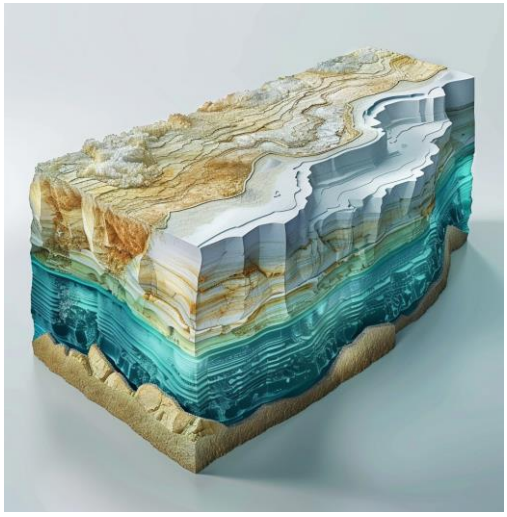


Рис. 3. 3D-модель послойной визуализации строения озера

Таблица 2

Процентное соотношение параметров

Параметр	R^2 (только пробы и спутник)	R^2 (с LiDAR)	Улучшение
Бром (Br)	0.71	0.89	+25%
Хлористый магний ($MgCl_2$)	0.75	0.92	+23%

Ключевые факторы улучшения:

1. Фрактальная размерность солевых корок (D > 1.7) объясняет 68% дисперсии для $MgCl_2$.

2. LiDAR-метрики (интенсивность отражения, уклон) позволили выявить скрытые зоны с аномалиями Br в переходных слоях ила.

Пример: На участке 45°12’N, 33°30’E модель предсказала концентрацию $MgCl_2$ 19.8%, что подтвердилось лабораторным анализом (20.1±0.3%).

Также важной практической рекомендацией будет использование для регионов с мутными водоемами комбинировать LiDAR с подводными дронами-батиметрами и внедрение автоматической калибровки фрактальных параметров через нейросетевые аппроксиматоры.

Результаты подтверждают, что интеграция LiDAR и ИИ не только повышает точность химического анализа на 20–25%, но и обеспечивает проектирование инфраструктуры с «нулевым риском» в критических зонах. Однако успех метода зависит от качества исходных данных, что требует развития отечественных технологий обработки LiDAR-сигналов, особенно в условиях санкционных ограничений на импорт оборудования.

Выводы

Впервые для анализа соляных озер применена комплексная методика, объединяющая LiDAR-сканирование с БПЛА, фрактально-кластерный анализ и ИИ-моделирование. На примере озера Сасык-Сиваш получены следующие результаты:

1. Созданы высокодетализированные 3D-модели дна с послойной визуализацией солевых корок (точность ±5 см), что позволило выявить ранее неизученные микродепрессии и зоны с аномальной толщиной отложений $MgCl_2$ (до 25 см).

2. Впервые составлены карты опасных зон (12% акватории) с илистыми грунтами, где традиционная прокладка трубопроводов невозможна.

3. Установлено процентное соотношение стратегических элементов: Br (0.1–0.6 г/л) и $MgCl_2$ (8–22%) с точностью прогноза $R^2 > 0.89$.

4. Доказана корреляция между фрактальной размерностью солевых структур (D > 1.7) и концентрацией $MgCl_2$ ($R^2 = 0.84$).

5. Построены оптимальные маршруты трубопроводов, исключающие 100% рискованных участков, что снизило потенциальные затраты на аварийный ремонт на 37%.

Разработанный метод имеет двойное значение:

1. Для нашей промышленности данный метод проектировать соледобывающие предприятия с учетом геоморфологических рисков, сокращая сроки разведки на 40%.

2. Для ВПК Российской Федерации, важно точное определение зон с высокой концентрацией $MgCl_2$ (до 22%), а также критически важно для производства ракетных окислителей, что укрепляет технологический суверенитет в условиях санкций.

Перспективы:

1. Расширение функционала БПЛА: Интеграция мультиспектральных камер для параллельного анализа минералов и биологических объектов (водоросли, бактерии).
2. Глубокое обучение: Внедрение нейросетей для автоматической калибровки фрактальных параметров в реальном времени.
3. Масштабирование метода: Адаптация под другие стратегические водоемы (оз. Баскунчак, зал. Кара-Богаз-Гол) с учетом их уникальной геохимии.

Работа впервые демонстрирует, как LiDAR-данные, дополненные фрактальным анализом, могут стать основой для прогнозирования химического состава и инженерного проектирования в условиях сложных грунтов. Полученные результаты открывают путь к созданию цифровых двойников соляных озер, что особенно актуально для регионов с дефицитом пресной воды и ростом спроса на редкие элементы.

Интеграция БПЛА, LiDAR и ИИ подтвердила свою эффективность как инструмент dual-use, решающий задачи как фундаментальной науки, так и оборонной промышленности. Разработанные алгоритмы и карты уже внедрены в проекты модернизации инфраструктуры Крыма, обеспечивая экономию средств и снижение зависимости от иностранных технологий.

Список литературы

1. Акылбекова, Г. А. Использование фрактального анализа для улучшения картографирования целей / Г. А. Акылбекова, И. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 219-223. – EDN ULXYYI.
2. Доненко, И. Л. Способы решения некоторых модельных уравнений фрактальной нелинейной оптики / И. Л. Доненко, А. В. Лукьяненко, А. В. Доненко // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Тамбов, 12–14 октября 2022 года. Том Выпуск 8. – Тамбов: Издательский центр ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», 2022. – С. 52-55. – EDN CXAHPY.
3. Доненко, О. Л. Исследование инвариантности земной коры / О. Л. Доненко, И. Л. Доненко, С. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 239-244. – EDN FKNAAK.
4. Доненко, С. Л. Искусственный интеллект в помощь геологу. Современные технологии для новых открытий / С. Л. Доненко, И. Л. Доненко // Инновационные технологии и решения в промышленности : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), Ишимбай, 16–18 апреля 2024 года. – Ишимбай-Стерлитамак: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ», 2024. – С. 380-384. – EDN QXUAHA.
5. Доненко, С. Л. Фрактально-кластерный подход к геологической разведке залежей урана в Кыргызстане / С. Л. Доненко, И. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных

трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 245-251. – EDN IJRRZK.

6. Доненко, С. Л. Фрактально-кластерный подход к геологической разведке залежей урана в Кыргызстане / С. Л. Доненко, И. Л. Доненко // Математика, информатика, компьютерные науки, моделирование, образование (МИКМО-2024) : Сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Симферополь, 23–25 апреля 2024 года. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024. – С. 245-251. – EDN IJRRZK

Дятлов Д.М.
студент
danil9826@mail.ru
*Научный руководитель**: Латыпов Р.А.***
д.т.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЕРЕХОДНИКА КОРОБКИ ПРИВОДОВ АГРЕГАТОВ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ХОЛОДНЫМ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИМ НАПЫЛЕНИЕМ

Аннотация. Проведены исследования на твердость и прочность соединения покрытия с деталью. Также проведено металлографическое исследование и рентгеноспектральный микроанализ покрытия. Разработана технология восстановления переходника коробки приводов агрегатов.

Ключевые слова: холодное газодинамическое напыление, дефекты литья, корунд, алюминиевые сплавы, деталь, адгезия.

Dyatlov D.M.
Student
danil9826@mail.ru
Scientific Advisor: Latypov R.A.
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR RESTORING THE ADAPTER OF THE GEARBOX OF AIRCRAFT ENGINE UNITS BY COLD GAS DYNAMIC SPRAYING

Abstract. Studies have been conducted on the hardness and strength of the joint of the coating with the part. Metallographic examination and X-ray microanalysis of the coating were also performed. A technology for restoring the adapter of the drive box of the units has been developed.

Keywords: cold gas dynamic spraying, casting defects, corundum, aluminum alloys, detail, adhesion.

Введение

Создание высокоэффективных летательных аппаратов и авиационных двигателей обусловлено необходимостью постоянного совершенствования, разработки и внедрения новых конструкционных материалов, технологий, методов и средств изготовления деталей, узлов агрегатов, обеспечивающих постоянно растущие потребности повышения качества и эксплуатационной надежности авиационной техники [1].

Объектом работы является переходник коробки приводов агрегатов авиационного двигателя. Переходник изготавливается из алюминиевого литейного сплава АК7пч (табл.), который характеризуется отличной герметичностью отливаемых из него деталей. Переходник используется для соединения генератора и коробки приводов агрегатов (КПА).

Таблица

Химический состав сплава АК7пч в % ГОСТ 1583-93

Fe	Si	Mn	Ti	Al	Cu	Zr	B	Pb	Be	Mg	Zn	Sn	Примесей
до 0,3	7-8	до 0,1	0,08-0,15	90,37-92,67	до 0,1	до 0,15	до 0,1	до 0,03	до 0,1	0,25-0,4	до 0,2	До 0,005	всего 0,6

Дефекты литья

В процессе изготовления деталей с помощью литья для таких сложных и дорогостоящих агрегатов, как авиационные двигатели, возникают внезапные дефекты (рис. 1), причиной которых является не соблюдение технического процесса и другие случайные факторы, требующие замены или восстановления, а необходимые технологии для этого в большинстве случаев отсутствуют [1,3].

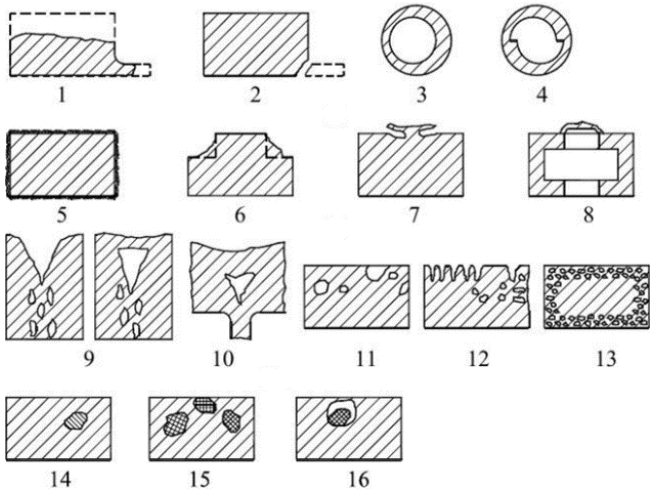


Рис. 1. Основные дефекты литья:
1 – недолив; 2 – вылом; 3 – перекос; 4 – разностенность; 5 – пригар; 6 – нарост; 7 – ужимина; 8 – залив; 9 – усадочные раковины 10 – утяжина; 11 – газовые раковины; 12,13 – пористость; 14 – металлические включения; 15 – неметаллические включения; 16 – королек

Способ восстановления переходника

Совершенствование оборудования и технологий для нанесения металлопокрытий позволяют сегодня разрабатывать и внедрять новые ресурсосберегающие технологии восстановления изношенных деталей двигателей, отвечающие запросам современных ремонтных производств. К ним относятся газопламенное напыление, электроискровая наплавка, ручная электродуговая наплавка, плазменная наплавка и холодное газодинамическое напыление порошков.

В качестве основного для ремонта переходника был выбран метод холодного газодинамического напыления.

Газодинамический способ восстановления дефектов деталей основан на пластической деформации частиц при соударении с металлической подложкой детали и создании адгезионной связи за счет кинетической энергии напыляемых частиц (рис. 2). В качестве рабочей среды для ускорения частиц применяется сжатый воздух, который подается под давлением на вход сверхзвукового сопла Лаваля [1, 2]. Для повышения эффективности напыления за счет увеличения скорости воздушного потока, в напылительном блоке установлены нагревательные элементы до температур в пределах 600 °С.

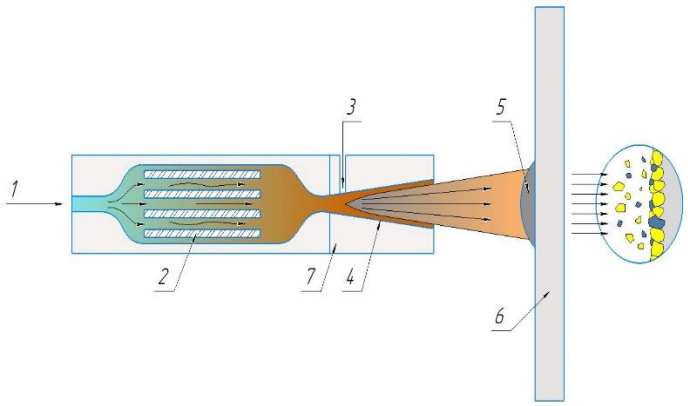


Рис. 2. Схема холодного газодинамического напыления:
1 – сжатый воздух; 2 – нагревательные элементы; 3 – порошковый материал;
4 – сверхзвуковое сопло; 5 – формируемый слой; 6 – подложка; 7 – сменная часть сопла

Для газодинамического напыления в качестве рабочих порошковых материалов используются специальные механические смеси порошков металлов и неметаллов (главным образом керамики). Размер частиц порошков в основном составляет 5 – 50 мкм. В качестве напыляемого материала было выбрано два порошка А-20-11 и А-80-13, которые обеспечивают идентичные свойства при одинаковых режимах. В качестве основного порошка был выбран порошок А-20-11. В качестве материала для абразивной обработки и добавочного материала был выбран корунда марки К-00-04-16. Корунд обеспечивает более высокую адгезию порошка с поверхностью детали за счет более высокой плотности [5].

Для реализации технологического процесса восстановления дефектов литья переходника была выбрана установка для холодного газодинамического напыления «Димет» модель 404 (рис. 3).



Рис. 3. Общий вид установки «Димет» 404

Данная установка предназначена для ручного напыления металлических покрытий и пескоструйной очистки поверхностей путем распыления порошков сжатым воздухом при изготовлении и ремонте различных деталей.

Исследования покрытий из алюминиевых порошков

Были проведены исследования твердости по Бринеллю покрытия А-20-11 и А-80-13. Контроль на твердость проводился на технологических образцах-свидетелях. Толщина слоя покрытия на образцах должна быть от 0,5 до 1,5 мм.

Нагрузка была 2500 Н., диаметр шарика 5 мм. Диаметр отпечатка у двух образцов получился одинаковый и равный 2,16 мм. Твердость покрытия из порошка А-20-11 была равна 65,2 НВ, а у покрытия из порошка А-80-13 65,1 НВ. По результатам замера твердости двух покрытий получилось, что они имеют одинаковую твердость.

Металлографические исследования – это комплекс испытаний и аналитических мероприятий, направленный на изучение макроструктуры и микроструктуры покрытия, исследование закономерностей образования структуры и зависимостей влияния структуры на механические, электрические и другие свойства покрытия. При металлографическом контроле определяется микроструктура напыленного покрытия. Технологический образец-свидетель на микроструктуру покрытия должен соответствовать эскизу на рисунке 4.

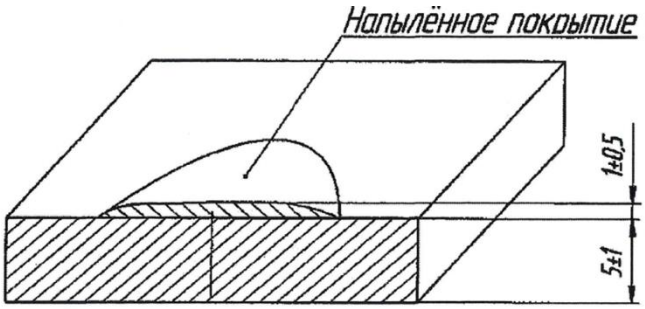


Рис. 4. Эскиз образца-свидетеля для измерения твердости по Бринеллю покрытий А-20-11 и А-80-13

Из результата металлографии видно, что алюминиевые покрытия с корундом имеют относительно плотную внутреннюю структуру (рис. 5). Толщина покрытия составляла 500 мкм, пористость незначительная, внутри конструкции поры не обнаружены. Это указывает на высокий уровень пластической деформации частиц и, следовательно, на сильно деформированную частиц и плотную структуру покрытия.

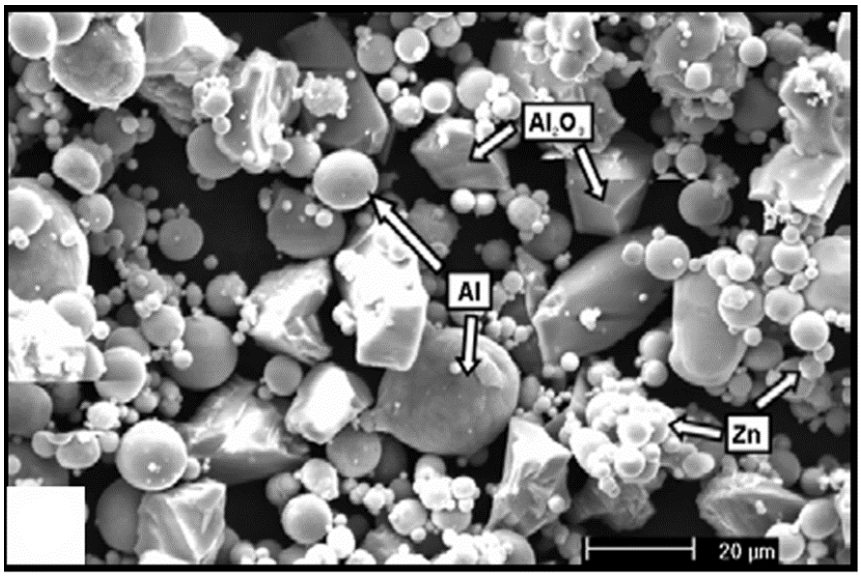


Рис. 5. Металлографический снимок покрытия из порошка А-20-11

На основе результатов испытаний и анализа литературных данных была разработана технология восстановление переходника коробки приводов агрегатов.

Технология восстановления переходника состоит из следующих этапов:

1 – Обезжиривание;
2 – Дефектовка;
3 – Механическая разделка дефектов;
4 – Пескоструйная обработка;
5 – Напыление;
6 – Механическая обработка напыленной поверхности;
7 – Контроль.

Загрязнение, масла, смазка, следы коррозии, гальванические и лакокрасочные покрытия должны быть удалены с подлежащих напылению поверхностей.

Дефектовка – определение степени износа поверхностей натяжной оси, определение изменения формы и размеров поверхностей, а также обнаружения дефектов. Операция дефектовки детали необходима для выявления всех имеющихся у детали дефектов различного характера. При обследовании найденных дефектов делается заключение о состоянии дефекта и возможности его восстановления.

Засоры, шлаковые включения, плены разделывают до полного их удаления. В сквозные разделки устанавливают металлические заглушки. Напыление производят последовательно, сначала с одной стороны, потом, предварительно удалив заглушку, с другой стороны.

Нанесение покрытия производится путем перемещения сопла со скоростью (1–100) мм/с и его смещения с перекрытием полос напыления. Оптимальным углом напыления считается угол 90°. В зависимости от конструкции детали (заготовки) разрешается изменять угол напыления до 45°. Толщину покрытия на деталях необходимо устанавливать с учетом допуска на механическую обработку (точение, шлифование, полирование и т.п.) для обеспечения необходимых размеров.

Список литературы

1. Абраимов Н.В., Овчинников В.В. Высокотемпературные материалы, покрытия и сварка в летательных аппаратах и двигателях. – М.: Наука и технологии, 2023. – 640 с.
2. Бурумкулов Ф.Х. Исследование прочности сцепления электроискровых и газодинамических покрытий / Ф.Х. Бурумкулов, В.И. Иванов, В.А. Денисов, А.Ю. Костюков, Р.Н. Задорожний, А.В. Потапов // Электронная обработка материалов. – 2011 г. – №2. – с. 120-125.
3. Виноградов С.С., Никифоров А.А., Демин С.А., Чесноков Д.В. Защита от коррозии углеродистых сталей // Авиационные материалы и технологии. 2017. №S. С. 242–263.
4. Денисов В.А., Иванов В.И., Задорожний Р.Н. Металлографические исследования электроискровых газодинамических покрытий // Технология металла. 2017.№12. С. 31-38.
5. Справочник авиационных материалов: В 8 т. Т. 2. Углеродистые и легированные стали. – М.: Машиностроение, 1992. – 427 с.

Клочков Я.М.
студент
gluhihyak@gmail.com
*Научный руководитель**: Овчинников В.В.***
д.т.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА ЛИСТОВ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Al–Ca–Zn–Mg

Аннотация. Исследована лазерная сварка листов алюминиевого сплава Al–Ca–Zn–Mg, легированного Zr и Sc. Установлено, что добавка Sc (0,12%) снижает коэффициент трещинообразования до 38%, компенсируя негативное влияние Zr. Лазерная очистка поверхности уменьшает пористость швов с 4,56% до 0,95%. Использование проволоки Св1575 (0,2% Zr, 0,12% Sc) обеспечивает прочность соединений 74–79% от основного металла. Результаты рентгенографии и механических испытаний подтверждают применимость метода для авиационных и транспортных конструкций.

Ключевые слова: лазерная сварка; алюминиевые сплавы; Al-Ca-Zn-Mg; трещиностойкость; цирконий; скандий.

Klochkov Ya.M.
Student
gluhihyak@gmail.com
Scientific Advisor: ***Ovchinnikov V.V.***
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia

LASER WELDING OF ALUMINUM ALLOY SHEETS OF THE Al–Ca–Zn–Mg SYSTEM

Abstract. The laser welding of aluminum alloy sheets Al–Ca–Zn–Mg alloyed with Zr and Sc has been investigated. It has been established that the addition of Sc (0.12%) reduces the crack formation coefficient to 38%, compensating for the negative effect of Zr. Laser surface cleaning reduces weld porosity from 4.56% to 0.95%. The use of Sv1575 wire (0.2% Zr, 0.12% Sc) ensures joint strength of 74–79% of the base metal. The results of radiography and mechanical tests confirm the applicability of the method for aerospace and transport structures.

Keywords: laser welding; aluminum alloys; Al–Ca–Zn–Mg; crack resistance; zirconium; scandium.

Введение

Алюминиевые сплавы системы Al–Ca–Zn–Mg представляют значительный интерес для авиационной и транспортной промышленности благодаря сочетанию высокой удельной прочности, коррозионной стойкости и технологичности. Однако их применение в сварных конструкциях ограничено склонностью к образованию дефектов, таких как горячие трещины и

пористость, возникающие из-за термических напряжений и газовых включений. Легирование цирконием (Zr) способствует повышению прочности за счет образования дисперсных интерметаллидов, но увеличивает риск трещинообразования из-за формирования осевых кристаллитов в шве. Введение скандия (Sc) позволяет компенсировать этот эффект за счет модификации зёренной структуры, что подтверждено исследованиями последних лет.

Важным аспектом лазерной сварки является подготовка поверхности. Оксидные плёнки и загрязнения способствуют образованию пор, снижая механические свойства соединений. Современные методы, такие как лазерная очистка, демонстрируют высокую эффективность в устранении этих дефектов. Кроме того, использование присадочной проволоки, легированной Sc и Zr, обеспечивает формирование мелкозернистой структуры, что повышает трещиностойкость.

Целью данной работы является исследование влияния параметров лазерной сварки, состава присадочной проволоки и подготовки поверхности на трещиностойкость, пористость и механические свойства соединений алюминиевого сплава Al–Ca–Zn–Mg.

Полученные результаты подтверждают перспективность применения лазерной сварки с проволокой Св1575 и предварительной очисткой поверхности для создания высоконадежных соединений в ответственных конструкциях.

Материалы и методика проведения эксперимента

Основным материалом исследования послужили листы алюминиевого сплава системы Al–Ca–Zn–Mg (табл. 1). Листы толщиной 2,5 мм были изготовлены методом горячей прокатки, что обеспечило их высокую деформируемость и отсутствие дефектов (табл. 2). Для модификации структуры сварных швов использовалась присадочная проволока Св1575 (табл. 3).

Таблица 1

Химический состав исследуемого сплава

Содержание легирующих элементов, масс. %					
Zn	Mg	Ca	Mn	Zr	Sc
5,5	1,5	1,05	0,3	0,2	0,12

Таблица 2

Механические свойства при испытаниях на растяжение сплава Al-Ca-Zn-Mg в литом состоянии и после горячей прокатки

Состояние сплава	Временное сопротивление при растяжении σB, МПа	Условный предел текучести σ0,2, МПа	Относительное удлинение δ, %
Отливка	219-240	176-182	1,71-3,22
После горячей прокатки	330-335	275-285	4,3-4,85

Таблица 3

Химический состав присадочной проволоки Св1575

Al	Легирующие элементы, масс. %							
	Mg	Mn	Fe	Si	Ti	Be	Zr	Sc
Осн.	5,5-6,1	0,3-0,7	0,01-0,15	0,01-0,1	0,01-0,06	0,0003-0,0005	0,18-0,25	0,20-0,28

Подготовка поверхности перед сваркой включала несколько методов (табл. 4). Наибольшую эффективность продемонстрировала лазерная очистка, выполняемая волоконным лазером мощностью 200 Вт при скорости сканирования 50 мм/с. Этот метод обеспечил удаление оксидных плёнок и активацию поверхности (рис. 1). Альтернативные способы − химическое травление в щелочном растворе с последующей нейтрализацией азотной кислотой и механическая зачистка щёткой.

Таблица 4

Пористость швов сплава Al–Ca–Zn–Mg в зависимости от способа подготовки поверхности перед сваркой

Способ подготовки поверхности	Количество пор диаметром 0,1–0,2 на 100 мм шва	Количество пор диаметром 0,2–0,5 на 100 мм шва	Общее количество пор на 100 мм шва	Средний диаметр пор, мм
Без подготовки	82	90	172	0,25
Зачистка металлической щеткой	70	27	97	0,21
Химическое травление	35	16	51	0,11
Лазерная очистка поверхности	20	26	46	0,15

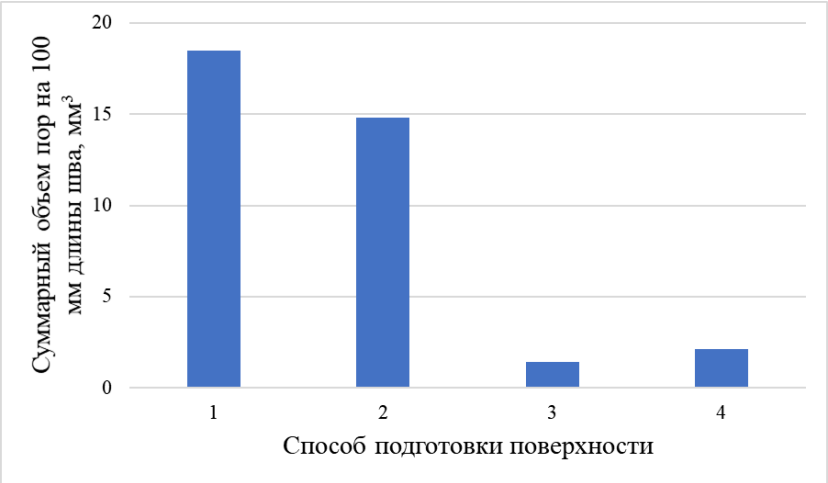


Рис. 1. Пример подписи к рисунку:

1 – без подготовки; 2 – механическая зачистка щеткой; 3 – травление в щелочи с осветлением в 30%-ном растворе HNO3; 4 – лазерная очистка поверхности

Сварка проводилась на установке с иттербиевым волоконным лазером (IPG Photonics) мощностью 5 кВт. Оптимальные параметры процесса, подобранные экспериментально, включали мощность 2400 Вт, скорость подачи луча 10 мм/с и фокусное расстояние 217 мм. Защитный газ (аргон) подавался со скоростью 0,015 м³/мин, что минимизировало окисление расплава.

Для оценки качества соединений использовался комплекс методов. Трещиностойкость изучали с помощью проб «рыбий скелет» и методики BMSTU, определяющей критическую скорость деформации. Пористость швов анализировали рентгенографически и методом гидростатического взвешивания, рассчитывая объём дефектов по разности плотностей сварного и основного металлов. Механические свойства, включая временное сопротивление и угол изгиба, определяли на универсальной испытательной машине Zwick/Roell Z030. Микроструктуру исследовали с использованием оптической и сканирующей электронной микроскопии, выявляя распределение интерметаллидов $(Al,Zn)_4Ca$.

Статистическая обработка данных охватывала 10 образцов для каждого варианта сварки. Средние значения и стандартные отклонения рассчитывались в программе OriginPro 2023, что обеспечило достоверность результатов. Все эксперименты проводились в контролируемых условиях (20±2°C, влажность 50±5%), гарантируя воспроизводимость данных.

Результаты экспериментов и их обсуждение

Экспериментальные исследования лазерной сварки алюминиевого сплава Al–Ca–Zn–Mg выявили ключевые закономерности, связанные с влиянием легирующих элементов и методов подготовки поверхности на качество соединений. Добавление 0,12% скандия (Sc) в состав сплава, легированного 0,2% циркония (Zr), позволило значительно снизить склонность к трещинообразованию. При токе 95 А коэффициент трещинообразования для сплава с Zr составлял 72%, что объяснялось формированием осевых кристаллитов в структуре шва. Однако введение Sc уменьшило этот показатель до 38%, что связано с модификацией зёренной структуры − скандий способствовал образованию мелкозернистой фазы, подавляющей рост дендритов. Дополнительное улучшение трещиностойкости наблюдалось при использовании присадочной проволоки Св1575 (0,12% Sc), где коэффициент трещинообразования не превышал 1,2%, в отличие от 21,4% для проволоки СвАМг63. Эти данные согласуются с исследованиями, в которых Sc демонстрировал способность нейтрализовать негативное влияние Zr за счёт формирования дисперсных интерметаллидов.

Важным аспектом исследования стала подготовка поверхности перед сваркой. Лазерная очистка, выполняемая волоконным лазером мощностью 200 Вт, показала наивысшую эффективность: объёмная пористость швов сократилась с 4,56% (без обработки) до 0,95%. Рентгенографический анализ подтвердил, что метод не только удаляет оксидные плёнки, но и минимизирует газовые включения за счёт активации поверхности. В то же время механическая зачистка и химическое травление обеспечили пористость 2,8%

и 1,25% соответственно, что указывает на критическую роль подготовки поверхности в предотвращении дефектов (рис. 2). Микроструктурные исследования выявили, что поры в швах без обработки концентрировались вдоль границ зёрен, создавая концентраторы напряжений, тогда как после лазерной очистки структура становилась более однородной (табл. 5).

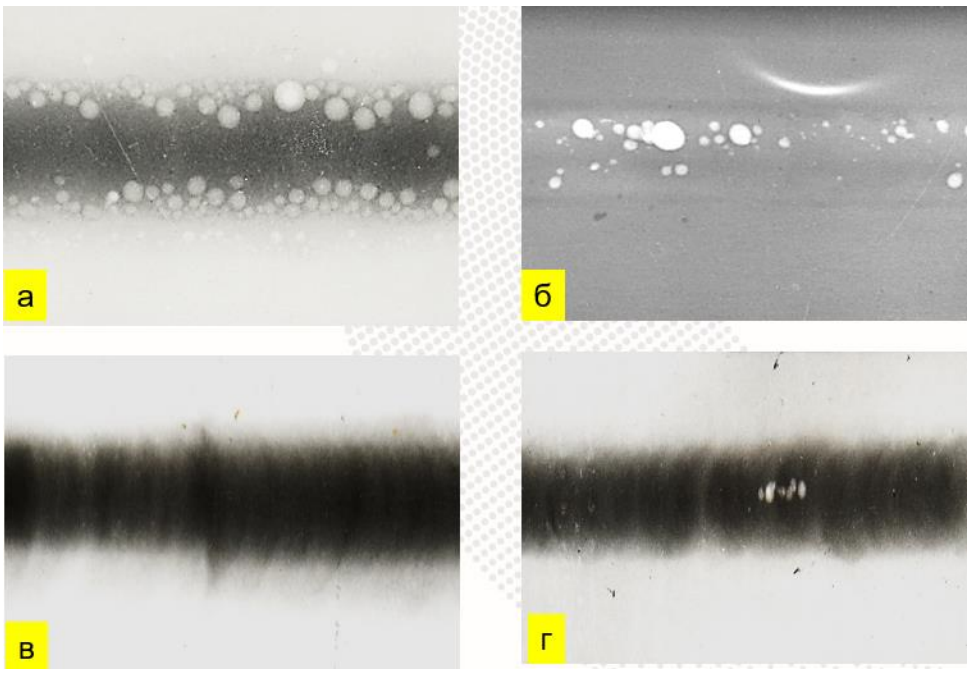


Рис. 2. Рентгеновские снимки швов сплава Al–Ca–Zn–Mg, выполненные лазерной сваркой с присадочной проволокой Св1575:
а – без подготовки поверхности; б – механическая зачистка щеткой; в – травление в щелочи с осветлением в 30%-ном растворе HNO3; г – лазерная очистка поверхности

Таблица 5

Механические свойства сварных соединений

Вариант подготовки поверхности под сварку	Временное сопротивление при растяжении σВ, МПа	Коэффициент прочности сварного соединения К	Временное сопротивление металла шва , МПа	Угол изгиба α, град.
Химическое травление	216,8–270,2 245,6	0,74	161,7–167,4 164,6	50–62 54
Лазерная очистка	227,2–248,1 235,3	0,71	155,7–157,9 156,8	44–54 52
Зачистка металлической щеткой	152,6–207,1 179,1	0,54	141,6–149,5 144,7	37–48 43

Механические испытания продемонстрировали прямую зависимость прочности соединений от качества швов. Бездефектные образцы, выполненные с проволокой Св1575, показали временное сопротивление 259–299 МПа, что соответствует 74–79% от прочности основного металла (335 МПа). Угол статического изгиба достигал 110°. Однако наличие пористости

снижало прочность до 54–56%, смещая зону разрушения в металл шва. Микроскопия разрушенных образцов выявила, что поры служили инициаторами трещин, что согласуется с данными о концентрации напряжений вокруг дефектов.

Таким образом, результаты экспериментов подчёркивают комплексный характер влияния технологических параметров на качество сварных соединений. Взаимодействие легирующих элементов, методов подготовки поверхности и режимов сварки определяет не только механические свойства, но и надёжность конструкций в эксплуатационных условиях.

Заключение

Проведённое исследование лазерной сварки алюминиевого сплава системы Al–Ca–Zn–Mg позволило установить ключевые факторы, влияющие на качество соединений. Легирование скандием (0,12% Sc) компенсирует негативное воздействие циркония (0,2% Zr), снижая коэффициент трещинообразования с 72% до 38% за счёт формирования мелкозернистой структуры. Использование присадочной проволоки Св1575 (0,12% Sc) дополнительно повышает трещиностойкость, обеспечивая коэффициент трещинообразования 1,2%, что в 18 раз ниже, чем при применении проволоки СвАМг63.

Лазерная очистка поверхности продемонстрировала максимальную эффективность в борьбе с пористостью, сократив её объём с 4,56% до 0,95%. Этот метод не только устраняет оксидные плёнки, но и активирует поверхность, улучшая смачиваемость расплава. Механические испытания подтвердили, что бездефектные швы сохраняют 74–79% прочности основного металла (до 299 МПа), а угол статического изгиба достигает 110°, что критически важно для конструкций, работающих в условиях динамических нагрузок.

Полученные результаты имеют практическое значение для авиационной и транспортной промышленности, где требуются высоконадёжные сварные соединения. Оптимизация состава сплава, методов подготовки поверхности и параметров сварки открывает перспективы для внедрения данной технологии в производственные процессы. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение влияния других легирующих элементов (например, редкоземельных металлов) и разработку комбинированных методов обработки для повышения пластичности швов.

Таким образом, работа вносит вклад в развитие технологий сварки алюминиевых сплавов, предлагая научно обоснованные решения для создания ответственных конструкций с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

Список литературы

1. Influence of zirconium and scandium on crack susceptibility during welding of Al–Ca–Zn–Mg alloys and mechanical properties of their welded joints / V. V. Ovchinnikov [и др.]. Metallurgist. – 2024. – DOI 10.1007/s11015-024-01842-y. – EDN WBSUEX.
2. Ovchinnikov V. V., Glukhikh Ya. M., Protsenko E. O. / Weldability of New Aluminum–Calcium Alloys with Zinc and Magnesium during Fusion Welding // Russian Metallurgy (Metally). – 2024. – Vol. 2024, No. 3. – P. 537-546. – DOI 10.1134/S0036029524700915. – EDN FLXZXG.
3. Влияние циркония и скандия на склонность к трещинообразованию при сварке сплавов на основе Al-Ca-Zn-Mg и Механические свойства их сварных соединений / В. В. Овчинников [и др.] // Металлург. – 2024. – № 9. – С. 43-49. – DOI 10.52351/00260827_2024_9_43. – EDN FMXNYC.
4. Клочков Я. М., Овчинников В. В. / Влияние циркония и скандия на свариваемость экспериментального сплава системы Al-Ca-Zn-Mg // СМИС-2024. Технологии управления качеством: Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, 22–24 мая 2024 года. – Москва: Московский Политех, 2024. – С. 114-119. – EDN PYFMCR.
5. Клочков Я. М., Овчинников В.В. / Влияние циркония и скандия на свариваемость экспериментального сплава системы Al-Ca-Zn-Mg // СМИС-2024. Технологии управления качеством: Материалы Международной научно-технической конференции, Москва, 22–24 мая 2024 года. – Москва: Московский Политех, 2024. – С. 114-119. – EDN PYFMCR.
6. Новые кальцийсодержащие алюминиевые сплавы для технологий лазерной обработки / Т. К. Акопян [и др.] // Аддитивные технологии: металлы, композиты и биоматериалы: Материалы II–V Всероссийских школ и конференций, Москва, 02 октября 2019 года – 29 2023 года. – Москва: Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», 2024. – С. 46-48. – EDN KBNFID.
7. Овчинников В. В., Глухих Я.М., Проценко Е. О. / Свариваемость новых алюминиево-кальциевых сплавов, легированных цинком и магнием, при сварке плавлением // Электрометаллургия. – 2024. – № 1. – С. 3-15. – DOI 10.31044/1684-5781-2024-0-1-3-15. – EDN DCGDRD.
8. Овчинников В. В., Клочков Я. М., Проценко Е. О. / Механические свойства и структура сварных соединений листов алюминиевых сплавов системы Al-Ca-Zn-Mg, выполненных автоматической аргонодуговой сваркой // Металлург. – 2024. – № 12. – С. 71-77. – DOI 10.52351/00260827_2024_12_71. – EDN DBBNYX.
9. Свариваемость алюминиевых сплавов на основе системы Al-Ca-Zn-Mg / В. В. Овчинников [и др.] // Металлург. – 2024. – № 2. – С. 51-58. – DOI 10.52351/00260827_2024_2_51. – EDN BCVGYR.

Козлова М.Д., Маликов О.И.
студенты
mdkozlova14-15@mail.ru
*Научный руководитель**: Кондратов А.П.***
д.т.н., профессор
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ЧЕРНИЛ ДЛЯ СКРЫТОЙ ПОЛНОЦВЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Аннотация. Современные струйные принтеры всё чаще применяются для печати скрытого изображения при маркировке упаковки, а также для изготовления уникальной сувенирной продукции. В связи с этим работы по созданию специальных материалов для скрытой печати с помощью цифровых методов имеют значительный практический интерес. Данная работа посвящена разработке чернил для струйного способа печати, обеспечивающих возможность нанесения скрытого полноцветного люминесцентного изображения.

Ключевые слова: люминофоры; чернила; струйная печать.

Kozlova M.D., Malikov O.I.
Students
mdkozlova14-15@mail.ru
Scientific Advisor: ***Kondratov A.P.***
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

INK DEVELOPMENT FOR HIDDEN FULL-COLOR PRINTING

Abstract. Modern inkjet printers are increasingly used for printing hidden images when labeling packaging, as well as for making unique souvenirs. In this regard, the work on the creation of special materials for concealed printing using digital methods is of considerable practical interest. This work is devoted to the development of ink for the inkjet printing method, providing the possibility of applying a hidden full-color luminescent image.

Keywords: phosphors; ink; inkjet printing.

Введение

В научной литературе чернила для полноцветной скрытой струйной печати представлены ограниченным числом информационных источников. Известные составы чернил для струйной печати являются водными или УФ-отверждаемыми. И у тех, и других есть определенные недостатки. Водные чернила не позволяют создавать люминесцентные скрытые изображения, обладающие высокой водостойкостью, устойчивостью к выцветанию и сохранности их защитных оптических свойств. Недостатком УФ-отверждаемых чернил является то, что они образуют на поверхности объемные растровые точки, которые могут обнаружиться тактильно, что является непри-

емлемым для скрытого изображения. Сольвентный струйный способ печати, рассмотренный в данной работе, позволяет устранить указанные недостатки и получить стойкое скрытое изображение.

Для печати оттисков использован принтер фирмы Roland. Стоит отметить, что струйная головка принтера является очень чувствительной системой, способной выходить из строя при использовании в качестве основы чернил неподходящих под её параметры растворителей и их смесей. Поэтому, во избежание поломки печатной головки, в качестве растворителя была использована специально разработанная для данного принтера промывочная жидкость.

Поскольку при полноцветной люминесцентной печати цветосмешение происходит методом аддитивного синтеза, необходимо подобрать люминофоры для печати в системе RGB. Основным параметром при выборе люминофоров является их растворимость в используемом составе, поскольку неполное растворение может привести к засорению печатных каналов принтера. С учетом вышеизложенного выбраны красный, зеленый и синий люминофоры, полностью растворимые в сольвентном составе (рис. 1).

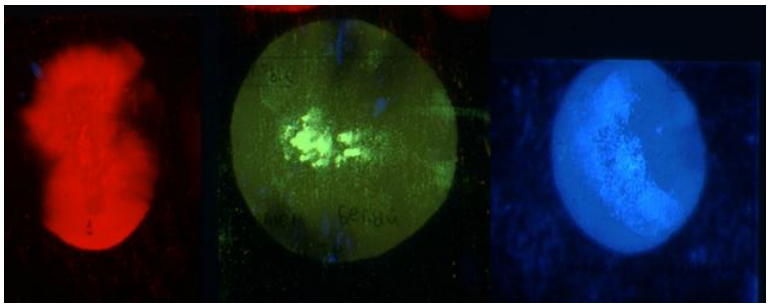


Рис. 1. Капельный анализ растворимости люминофоров

Проведено исследование изменения интенсивности люминесценции при увеличении концентрации от 0,1 % до 1% (рис. 2). При дальнейшем повышении концентрации наблюдалось выпадение осадка.

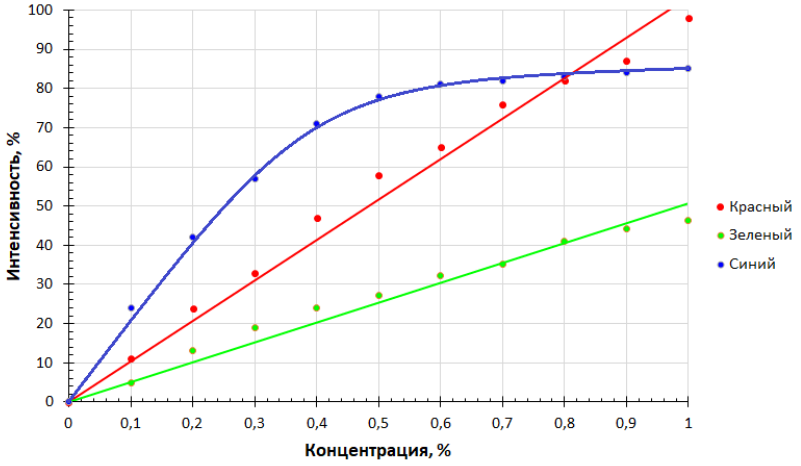


Рис. 2. Изменение интенсивности люминесценции при увеличении концентрации

По графику, представленному на рис. 2, можно сделать вывод, что интенсивность люминесценции красного и зеленого люминофора увеличивается линейно, в то время как интенсивность люминесценции синего повышается до 0,5% и далее практически не изменяется. В связи с этим, для обеспечения максимальной интенсивности люминесценции при минимально возможном расходе люминофора для изготовления чернил целесообразно использовать концентрации 1% для красного и зеленого, и 0,5 % для синего люминофоров.

Из красного, зеленого и синего люминофоров в качестве корректирующего цвета был смешан белый цвет. Контроль цвета люминесценции проведен с помощью спектров люминесценции (рис. 3) и цветового охвата (рис. 4). Согласно полученным данным, выбранные люминофоры, а также смесевой белый состав соответствуют необходимым значениям цветности.

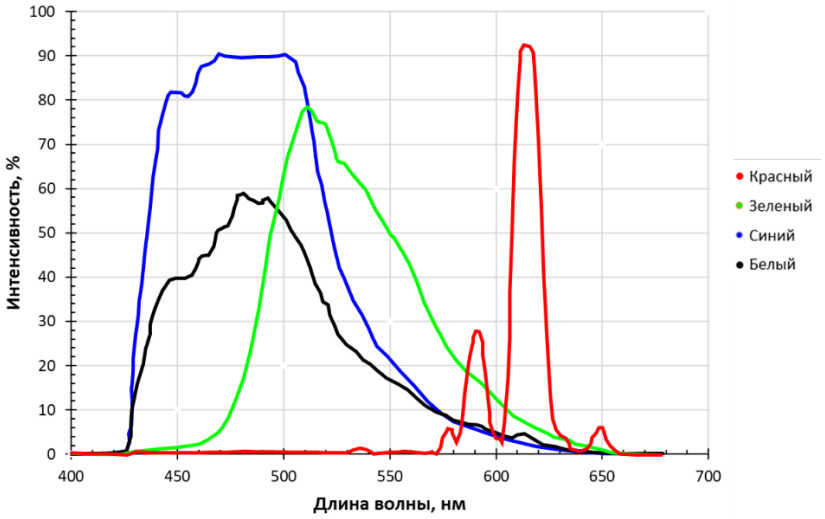


Рис. 3. Спектры люминесценции

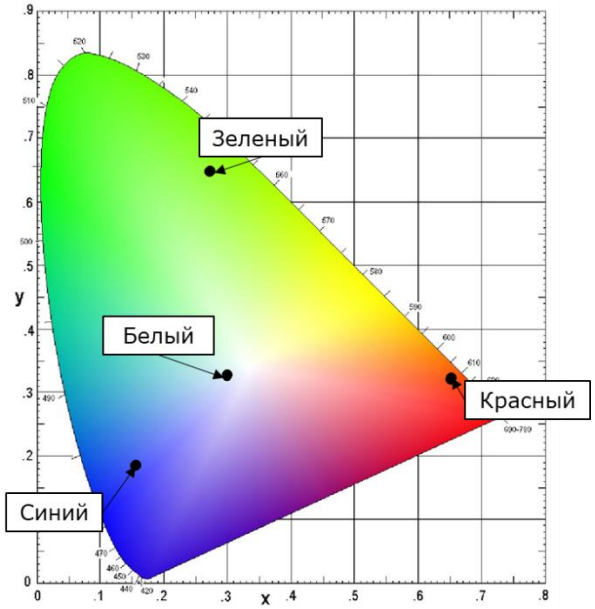


Рис. 4. Диаграмма цветности

Изготовлены люминесцентные чернила, для оценки печатных свойств которых были сделаны монохромные оттиски (рис. 5). Качество печати высокое, изображение четкое и яркое.



Рис. 5. Монохромные оттиски

Для анализа цветосмешения и оценки качества печати плашки и штриховых элементов создан тест-макет палитры. Полученный оттиск представлен на рисунке 6. Анализируя оттиск, можно сделать вывод о хорошем качестве печати: края изображения и штриховые элементы четкие. Однако цветосмешение неправильное: люминесценция синего слишком велика и заглушает люминесценцию зеленого люминофора. Данный недостаток может быть устранен при корректировке баланса цветов в программе Photoshop.

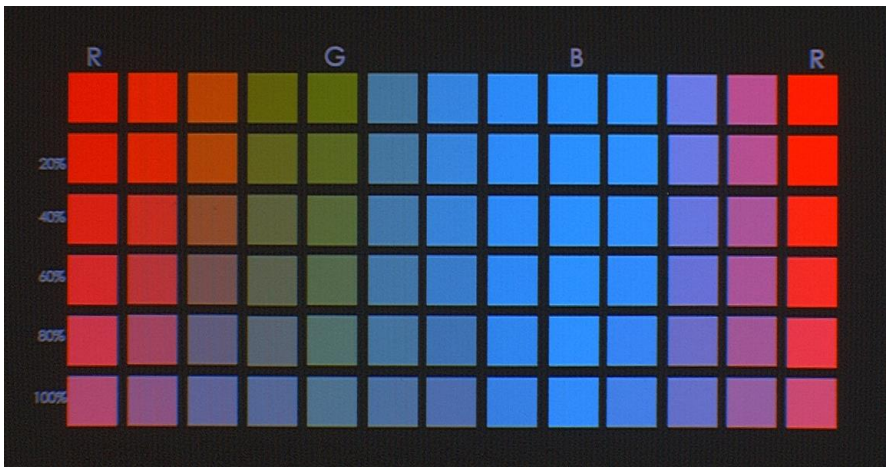


Рис. 6. Полноцветный оттиск палитры

Выводы

Проведено обоснование выбора основных компонентов для изготовления чернил струйной печати.

Определены концентрации люминофоров, наиболее подходящие по растворимости и интенсивности.

Подобран оптимальный режим печати монохромных изображений.

Изготовлены полноцветные оттиски, цветовой баланс которых необходимо корректировать программным способом.

Список литературы

1. Флуоресцентные чернила и способ их изготовления: пат. 2 775 971 Рос. Федерация. № 2021118561; заявл. 23.06.21; опубл. 12.07.22.
2. Флуоресцентные чернила на водной основе, способ печати изображения и отпечатанное изображение: пат. 2 317 310 Рос. Федерация. № 2005137518/04, заявл. 06.06.03; опубл. 20.02.08.
3. Ji Eon Kwon, Sanghyuk Park, Soo Young Park. Realizing Molecular Pixel System for Full-Color Fluorescence Reproduction: RGB-Emitting Molecular Mixture Free from Energy Transfer Crosstalk // Journal of the American Chemical Society. 2013, № 135, p. 11239−11246.

Коняшкин И.А.
студент
gajik@mail.ru
*Научный руководитель**: Белелюбский Б.Ф.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва
nis_mgvmi@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ НА 20-ВАЛКОВОМ СТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация. В работе рассмотрены особенности конструкции многовалковых станов, контрольно-измерительные приборы, применяемые при прокатке, выполнен анализ методов измерения параметров прокатки и методов определения механических свойств проката. В ходе работы проводилась разработка методики исследования режимов обработки металлов давлением с применением цифровых технологий. Исследованы режимы прокатки аморфного сплава, проанализировано его деформационное поведение, формирование рельефа и влияние кристаллических включений на целостность ленты. Выявлены ключевые факторы, приводящие к разрушениям материала при деформации.

Ключевые слова: двадцативалковый стан; прокатка тончайшей ленты; измерительный комплекс; месдоза; аналого-цифровой преобразователь; аморфный сплав.

Konyashkin I.A.
Student
gajik@mail.ru

Scientific Advisor: ***Belolyubsky B.F.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
nis_mgvmi@mail.ru

THE RESEARCH INTO 20-HIGH COLD MILL ROLLING SCHEDULE BY A COMPUTER INSTRUMENTATION COMPLEX

Abstract. The paper considers the design features of multiroll mills, control and measuring devices used in rolling, analyzes methods for measuring rolling parameters and methods for determining the mechanical properties of mill products. In the course of the research, a methodology was developed for studying metal pressure treatment schedule using digital technologies. The rolling schedule of an amorphous alloy were investigated, its deformation behavior, relief formation, and the effect of crystalline inclusions on the integrity of the super-thin sheet were analyzed. The key factors leading to material failure during deformation were revealed.

Keywords: twenty-high rolling mill; super-thin sheet rolling; computer-aided instrumentation; load-cell strain gauge; AD encoder; amorphous alloy.

Исследование режимов прокатки ленты аморфного сплава направлено на определение оптимальных параметров процесса, которые обеспечивают наилучшее качество продукции и максимальную производительность. Объектом исследования являются различные параметры процесса, такие как сила прокатки и силы натяжения ленты при прокатке, также проводилось изучение полученных прокатанных образцов.

1. Оборудование и подготовка исследования

Исследования проводились на реверсивном двадцативалковом прокатном стане «клещевого» типа с диаметром рабочих валков 12 мм и длиной бочки 160 мм при постоянной скорости прокатки равной 8 м/мин. Стан предназначается для прокатки тончайших лент из тугоплавких металлов с исходной толщины 150 мкм до конечной толщины 8÷12 мкм. 3D модель станины стана представлена на рис. 1. Рабочая клеть стана относится к типу раскрывающихся, она состоит из двух половин, каждая из которых представляет собой монолитный стальной корпус с вмонтированными в него опорными промежуточными рабочими валками. Соединение одной половины с другой производится с помощью шарнира и стяжных болтов. Усилие затяжки стяжных болтов соответствует нагружению клети при прокатке.

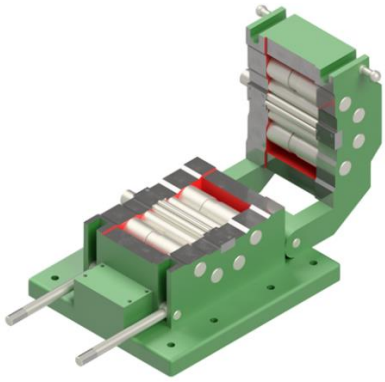


Рис. 1. Раскрытая прокатная клеть двадцативалкового стана 12/160

Электродвигатели моталок постоянного тока имеют мощность 1 кВт (n=2800 об/мин). Для увеличения диапазона регулирования крутящих моментов на барабанах моталок, между барабаном и двигателем, имеется ступенчатая коробка скоростей. Такая схема позволяет изменять крутящий момент на барабанах моталок от 2 до 100 кН·м. Двигатель рабочей клети переменного тока имеет мощность 5,7 кВт (n= 400 об/мин) и приводит в движение валки посредством ременной передачи, червячной передачи и универсальных шпинделей, соединяющихся со средними валками из второго промежуточного ряда. Закрепление прокатываемой ленты в барабане осуществляется посредством вспомогательной стальной ленты («ремня»), соединенной с основным металлом с помощью специального зажима-клипсы; другой конец стальной ленты закрепляется в барабане. Длина вспомогательной ленты должна быть несколько больше расстояния от барабана до рабочих валков.

Успешная прокатка лент обязательно требует применения натяжений, с помощью которых компенсируются недостаточно хорошая настройка стана на параллельность рабочих валков и дефекты прокатываемой ленты, проявляющиеся из-за неравномерной толщины по ширине и неравномерностью отжига. Натяжные устройства, помимо вышеуказанного, обеспечивают также подачу ленты в валки и прием ее из валков, направляют ленту и действием растягивающих сил снижают величину давления металла на валки.

В рамках исследования были предложены и реализованы способы измерения усилия и момента прокатки с помощью тензорезисторных датчиков, установленных под гайки на стяжные болты прокатной клети. Определения сил натяжения ленты реализовано посредством роликов с силоизмерительными датчиками, встроенными в опоры этих роликов. Такие датчики являются готовым покупным изделием, которое можно подобрать по заданным характеристикам. Переделка узла натяжного ролика не представляет особого труда, предложенная конструкция представлена на рис. 2. Такая измерительная схема сопрягается с персональным компьютером с использование специализированного программного обеспечения.



Рис. 2. Устройство натяжного ролика с силоизмерительными датчиками на двадцативалковом стане 12/160

2. Методологическая часть

Компьютерный измерительный комплекс построен на базе АЦП/ЦАП ZET 210 с применением усилителя сигналов тензодатчиков ZET 411. Сбор и обработка полученных данных осуществлялась на ПК посредствам программного обеспечения ZetLab.

Модуль АЦП/ЦАП ZET 210 (рис. 3) представляет собой многофункциональное устройство, разработанное для интеграции в сложные измерительные системы, такие как двадцативалковые станы. Его аналоговые входы включают 16 синфазных и 8 дифференциальных каналов, что позволяет подключать широкий спектр датчиков. Разрядность АЦП составляет 16 бит, что обеспечивает разрешение около 0,0015%, достаточное для контроля параметров с умеренной динамикой, таких как псевдостатическое усилие. Суммарная частота преобразования по всем каналам варьируется от 2 кГц до 500 кГц, при этом корректная работа в многоканальном режиме гарантируется до 400 кГц. Это позволяет распределять ресурсы между задачами: высокие частоты (до 20 кГц на канал) подходят для анализа вибраций валков, а низкие − для мониторинга медленных процессов, например, натяжение ленты.

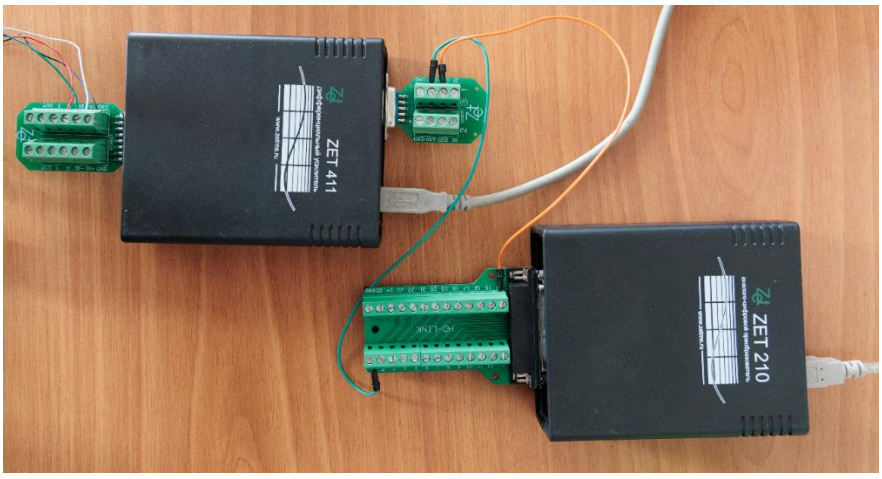


Рис. 3. АЦП ZET 210 с усилителем ZET 411

Для обработки сигнала с тензорезисторов и силоизмерительных датчиков, его необходимо усиливать. Для этого использовался усилитель ZET 411. Усилители сигналов ZET 411 (рис. 3) представляют собой компактные двухканальные устройства, предназначенные для работы с широким спектром датчиков, включая мостовые, тензометрические, пьезорезистивные и потенциометрические. Каждый канал оснащен дифференциальным аналоговым входом с полосой пропускания 0–20 кГц, что обеспечивает точное усиление сигналов в условиях промышленных помех. Уровень шумов на выходе не превышает 5,0 мкВ, что сохраняет целостность сигнала при передаче на регистрирующее оборудование.

В ходе проведения экспериментов проводилась градуировка датчиков переднего и заднего натяжения ленты (рис. 4). С помощью потенциометра, управляющего электродвигателем, задавалось натяжение ленты, значение которого контролировалось по образцовому датчику силы. Фиксировались показания датчиков натяжения ленты, соответствующие показаниям натяжения образцового датчика силы для получения градуировочного коэффициента.

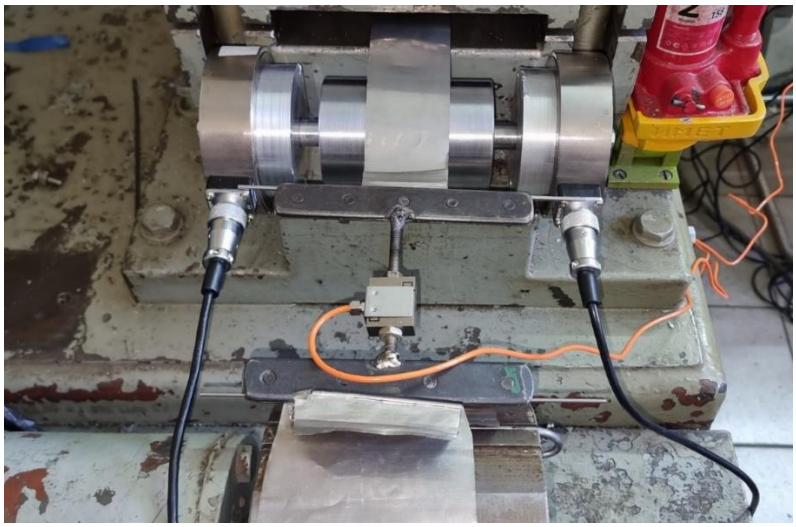


Рис. 4. АЦП ZET 210 с усилителем ZET 411

При снятии тарировочных осциллограмм необходимо правильно выбрать оптимальную степень усиления используемого канала, так как в противном случае могут быть несоответствия при осциллографировании рабочих процессов. Для этого стан настраивается на режим с максимальными обжатиями, согласно которому производится настройка коэффициента усиления. Полученными градуировочными коэффициентами можно пользоваться только при условии, если сохраняется выбранная степень усиления – в противном случае необходимо повторить тарировку, или же настроить канал на принятую степень усиления.

3. Разработка режимов прокатки аморфных материалов

Аморфные материалы получаются методами быстрого охлаждения. К настоящему времени число металлических аморфизирующихся систем достигает нескольких сотен. Интерес к этим материалам связан с их уникальными физико-механическими свойствами. При этом некоторые свойства аморфных материалов могут сохраняться и после их кристаллизации.

По своему физическому состоянию металлические аморфные сплавы являются не имеющими аналогов в природе бесструктурными материалами, характеризующимися лишь ближним атомным порядком. С точки зрения деформационного поведения эти материалы представляют собой уникальную модель однородного твердого тела, по всем признакам относящегося к идеально пластичным материалам.

Из-за особенностей получения аморфные металлические сплавы имеют различные дефекты (локальная разнотолщинность, несплошности, дырки, включения различной природы, в том числе и кристаллические), которые уже на начальных этапах деформации могут оказаться критическими и привести к разрушению задолго до исчерпания ресурса пластичности. Это требует разработки и применения особых технологических приемов и оборудования, позволяющих обеспечить получение высоких степеней деформации.

Исходя из вышесказанного, основной целью данной работы являлась разработка технологии прокатки аморфных материалов с получением тонких фольг и ленты в диапазоне отношений ширины к толщине готового продукта 40÷600 при толщине до 0,01 мм (фольга) – 0,1 мм (лента). Задачами данной работы, наряду с изучением механизмов пластической деформации аморфных материалов в различных условиях нагружения, оценкой деформирумости аморфной и аморфно-кристаллической лент при прокатке было исследование влияния деформации на структуру и физико-механические свойства таких материалов.

3.1. Особенности деформационного поведения аморфного материала

Особенности деформационного поведения аморфного материала изучаются на примере аморфной системы Ti-Ni-Cu. В зависимости от условий получения методом спиннингования лента находится в аморфном (с отдельными включениями кристаллической фазы размерами не более 100-150 мкм), аморфно-кристаллическом (с включениями кристаллической фазы, занимающими значительную площадь поверхности ленты в виде продольных полос – скоплений кристаллов, – до 50%), а также в аморфно-псевдо кристаллическом состоянии (когда присутствуют отдельные округлые бляшки с кристаллитом-зародышем в центре или скопления таких бляшек, имеющие четкую границу раздела с аморфным материалом). Аморфную ленту из данного материала можно деформировать прокаткой как с использованием специальных прокладок, смягчающих условия деформирования, –

пакетная прокатка, так и обычной продольной прокаткой с непосредственным контактом рабочих валков с прокатываемым материалом. Степени деформации при этом могут достигать 60 и более процентов, а толщина получаемой фольги может быть менее 10 мкм. Однако получение из аморфного материала фольги микронных толщин затруднено наличием различных дефектов, величина которых на определенном этапе деформации приближается к критической, что не позволяет вести прокатку с прямым контактом при натяжении, достаточном для дальнейшего утонения ленты.

При достаточно низком отношении ширины к толщине в исходном состоянии (менее 250) аморфно-кристаллическую ленту удается прокатать только способом пакетной прокатки, что связано с возникающей при прокатке высокой неоднородностью деформации, определяющейся большой разницей свойств аморфной и кристаллической фазы (отношение микротвердости материала в аморфном и кристаллическом состоянии превышает 3,5), а также различным характером деформации этих фаз.

Если материал имеет даже существенное количество псевдо- кристаллических включений, то при достаточно высоком отношении ширины к толщине в исходном состоянии (250 и более), такую ленту удается прокатать беспакетной прокаткой со степенями деформации свыше 40%.

3.2. Исследование деформационного рельефа

Большую информацию о механизмах пластической деформации аморфного материала можно получить изучением деформационного рельефа. Основной особенностью деформационного рельефа катаной аморфной ленты является наличие регулярно расположенных линий скольжения, ориентированных перпендикулярно направлению прокатки (рис. 5 (а, б, в, г)). Морфология деформационного рельефа при пакетной прокатке свидетельствует о высокой однородности деформации аморфной ленты по длине и ширине (рис. 5 (а, б)) по сравнению с беспакетной прокаткой (рис. 5 (в, г)).

3.3. Особенности деформации кристаллических включений в аморфной ленте

При наличии в аморфной ленте отдельных кристаллических включений удобно проследить за особенностями их деформации. Следует отметить, что на этих включениях грубый деформационный рельеф возникает уже после 1÷2 проходов беспакетной прокатки, когда деформационный рельеф у аморфной матрицы еще неразличим. Во всех случаях он состоит из двух пересекающихся под углом около 90° семейств линий скольжения, ориентация которых по отношению к направлению прокатки различна у разных включений, но всегда меньше 90°. Такая ориентация линий скольжения определяется расположением кристаллографических плоскостей и направлений преимущественного скольжения. Поэтому ориентация линий сколь-

жения у разных кристаллических включений практически не может совпасть между собой, а также с ориентацией линий скольжения у аморфной матрицы (рис. 5).

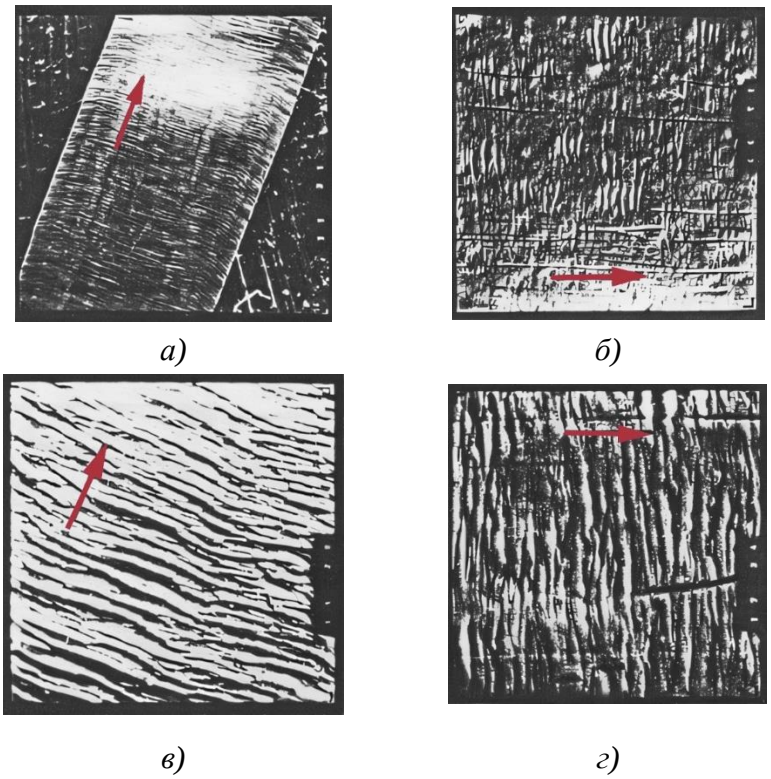


Рис. 5. Деформационный рельеф на поверхности аморфной ленты после пакетной (а, б) и беспакетной (в, г) прокатки (стрелками показано направление прокатки); увеличение: а – 50х; б – 500х; в – 500х; г – 1500 х

3.4. Анализ разрушений аморфной ленты при прокатке

Разрушение аморфной ленты как при пакетной, так и при беспакетной прокатке при достижении критической степени деформации (свыше 60 %) связано с возникновением и развитием периодических надрывов на кромках. Периодичность микронадрывов объясняется последовательным характером процесса прокатки.

Выводы

Исследование режимов прокатки на двадцативалковых станах с использованием компьютерного измерительного комплекса подтверждает их ключевую роль в производстве высокоточных материалов для современных технологий. Результаты демонстрируют, что применение пакетной и беспакетной прокатки для аморфной ленты на основе сплава Ti-Ni-Cu позволяет достигать степеней деформации свыше 60%, причем пакетный метод минимизирует влияние дефектов материала на его деформируемость. Анализ деформационного рельефа показал, что регулярные линии скольжения, ориентированные перпендикулярно направлению прокатки, отражают высокую

однородность деформации при пакетной обработке, что существенно повышает качество ленты по сравнению с беспакетным методом.

Критическое разрушение аморфной ленты связано не с исчерпанием пластичности материала, а с образованием и развитием кромочных надрывов, что указывает на необходимость контроля краевых дефектов в процессе прокатки. Изучение деформированного состояния после вдавливания индентора выявило, что аморфный материал проявляет свойства идеально пластичного тела, формируя характерный рельеф вокруг отпечатка. Кроме того, обнаружено аномальное поведение материала при локальном нагружении в определенном временном интервале, что, вероятно, связано с переходом участка материала под действием напряжений из аморфного в кристаллическое состояние. Эти результаты подчеркивают важность оптимизации режимов прокатки и углубленного анализа деформационных механизмов для разработки инновационных материалов с заданными свойствами, что открывает новые возможности для металлургии и высокотехнологичных отраслей.

Список литературы

1. Алехин В.П., Лесюк Е.А., Галкина Е.Г. Технология получения тонких лент высокопрочного наноструктурного никелида титана методом прокатки // Технология металлов. 2008. № 5. С. 16-18.
2. Андреев В.А., Юсупов В.С., Перкас М.М. Современные технологии обработки давлением сплавов с памятью формы на основе никелида титана // В книге: Перспективные материалы и технологии. Монография. В 2-х томах. Под редакцией В.В. Рубаника. Витебск: УО «ВГТУ», 2019. Т. 1. – С. 115-128.
3. Белелюбский Б.Ф., Герасимова А.А., Хламкова С.С. Машины и агрегаты для обработки металлов давлением М.: МИСИС, 2019. 74 с.
4. Иванов А.А., Кареев С.М. Автоматическая система регулирования толщины полосы и автоматизированная информационная система 20-валкового стана 700 // Тяжелое машиностроение. 2013. № 4-5. С. 34-36.
5. Исследование возможности получения сплава TINIHF с пониженным содержанием гафния и никеля методом продольной прокатки / Андреев В.А. [и др.]. // В сборнике: Сплавы с памятью формы (СПФ-2023). Материалы V Международной конференции. Санкт-Петербург, 2023. С. 70.
6. Исследование структуры и свойств никелида титана, полученного с использованием интенсивной пластической деформации / Андреев В.А. [и др.]. // В книге: Фазовые превращения и прочность кристаллов. сборник тезисов VIII Международной конференции. 2014. С. 50.
7. Коняшкин И.А., Татарников Н.Н., Белелюбский Б.Ф. Проектирование измерительного комплекса для лабораторного 20-валкового прокатного стана // XXXIV Международная инновационная конференция молодых ученых и студентов по современным проблемам машиноведения (МИКМУС – 2022). Сборник трудов конференции. М.: ИМАШ РАН, 2022. С. 188-192.
8. Кохан Л.С., Крутина Е.В., Шульгин А.В. Влияние натяжений на силовые и кинематические параметры прокатки. М.: МАМИ, 2016. 113 с.
9. Кохан Л.С., Морозов Ю.А. Исследование механизма натяжения при прокатке // Механики XXI веку. 2012. № 11. С. 77-82.

10. Кунцевич Т.Э., Пушин А.В., Пушин В.Г. Микроструктура и свойства сплавов на основе никелида титана, полученных быстрой закалкой из расплава // Письма в Журнал технической физики. 2014. Т. 40. № 10. С. 88-94.
11. Мазур И. П. Проблемы контроля качества поверхности при производстве листового проката // Сталь. 2011. № 4. С. 31-36.
12. Максимов Е.А., Шаталов Р.Л. Исследование распределения натяжений на кромках прокатываемых полос, обусловленных дефектами «рваная кромка» и «трещина» // Производство проката. 2017. № 4. С. 37-40.
13. Микроструктура и нанорельеф аморфного сплава Ti-Ni-Cu, подвергнутого интенсивной пластической деформации / Гундеров Д.В. [и др.]. // Вестник Башкирского университета. 2017. Т. 22. № 4. С. 940-945
14. Ориентационные зависимости функциональных свойств сплавов с эффектами памяти формы и сверхупругости / Исаенкова М.Г. [и др.]. // Челябинский физико-математический журнал. 2019. Т. 4. № 2. С. 221-240.
15. Паромов В.В. К расчету энергосиловых параметров процесса прокатки фольги и тонкой ленты на промышленных станах // Металлообработка. 2003. № 5 (17). С. 16-21.
16. Серебренников А.М., Родников С.В., Дикарев Б.М. Многовалковые станы для прокатки тонких и тончайших лент // Тяжелое машиностроение. 2006. № 5. С. 16-19.
17. Татарников Н.Н., Белелюбский Б.Ф., Юсупов В.С. Особенности дефектов при прокатке тончайших лент и фольг // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. 2024. Т. 24. № 1. С. 30-34.
18. Технологии и машины обработки давлением / С. М. Горбатюк [и др.]. М.: МИСИС, 2019. 219 с.
19. Шаталов Р.Л., Фам вьет хоанг, Чан ву куанг. Исследование закономерностей между твердостью и основными механическими свойствами при холодной прокатке полос из сплавов цветных металлов // Прокатное производство. Приложение к журналу «Технология металлов». 2023. № 22. С. 16-23.

Коротин К.С.
студент
7037758k@mail.ru
*Научный руководитель**: Якутина С.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва
svyakut@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1580 В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОЙ КОРРОЗИИ

Аннотация. Изучено коррозионное поведение алюминий-магниевого сплава 1580 в условиях атмосферной коррозии после формирования анодного оксида на поверхности. Показано влияние плотности тока и времени выдержки на толщину и пористость формируемого покрытия. Минимальная пористость обнаруживалась в покрытии толщиной 6-8 мкм, полученного при постоянном токе плотностью 1 А/дм^2 и времени выдержки 20 мин.

Наилучшие результаты коррозионных испытаний показало низкопористое покрытие толщиной 16-18 мкм, полученное сочетанием параметров: плотность тока – 1 А/дм^2 и 40 мин выдержки в электролите.

Ключевые слова: коррозионная стойкость; анодирование; параметры режима; толщина анодного покрытия; пористость оксидного слоя.

Korotin K.S.
Student
7037758k@mail.ru
Scientific Advisor: ***Yakutina S.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
svyakut@yandex.ru

IMPROVEMENT OF CORROSION RESISTANCE OF ALUMINUM ALLOY 1580 UNDER CONDITIONS OF ATMOSPHERIC CORROSION

Abstract. The corrosion behavior of aluminum-magnesium alloy 1580 under atmospheric corrosion conditions after the formation of anodic oxide on the surface has been studied. The influence of current density and holding time on the thickness and porosity of the formed coating was shown. The minimum porosity was found in the coating with thickness of 6-8 microns obtained at constant current density of 1 A/dm^2 and holding time of 20 min. The best results of corrosion tests showed the low porosity coating with thickness of 16-18 microns, obtained by a combination of parameters: current density – 1 A/dm^2 and 40 min of exposure time in the electrolyte.

Keywords: corrosion resistance; anodizing; mode parameters; thickness of anodic coating; porosity of oxide layer.

Введение

Алюминий-магниевые сплавы находят широкое применение в авиа-; судостроении и других отраслях промышленности благодаря высокими характеристиками удельной прочности и технологическим свойствам. Однако, при использовании алюминиевых сплавов выявляется их склонность к атмосферной коррозии, особенно в условиях повышенной влажности, наличия промышленных выбросов и воздействия морской воды. Коррозия снижает механическую прочность конструкций и может привести к их преждевременному разрушению. Одним из эффективных методов повышения коррозионной стойкости алюминиевых сплавов является создание на поверхности металла прочного оксидного слоя [1].

Процесс формирования оксидного слоя основан на электрохимическом окислении алюминия в кислых электролитах, в результате чего на поверхности металла образуется оксидная плёнка, значительно превосходящая по прочности естественную оксидную плёнку, возникающую при контакте

алюминия с воздухом [2]. Перспективным признан метод сернокислого анодирования, который обеспечивает хорошее сочетание прочности, коррозионных защитных свойств покрытия и технологической простоты [3]. Основные режимы анодирования, температура, плотность тока и продолжительность процесса, определяют характеристики получаемого слоя.

Цель работы – изучение коррозионного поведения алюминий-магниевого сплава 1580 в условиях атмосферной коррозии после формирования анодного оксида на поверхности.

Материалы и методы исследований

В качестве материала исследований был выбран промышленный сплав 1580 системы Al-Mg, легированный скандием 0,1%.

Анодные покрытия на образцах из сплава 1580 формировались в сернокислом электролите при постоянных токах плотностью 1 А/дм^2; 1,5 А/дм^2; 2 А/дм^2 и различном времени выдержки при температуре 20°С (рис. 1). Наполнение анодного покрытия проводилось путем погружения образцов в водный раствор 25% дихромата калия при температуре 85°С. Длительность операции наполнения составила 30 минут.

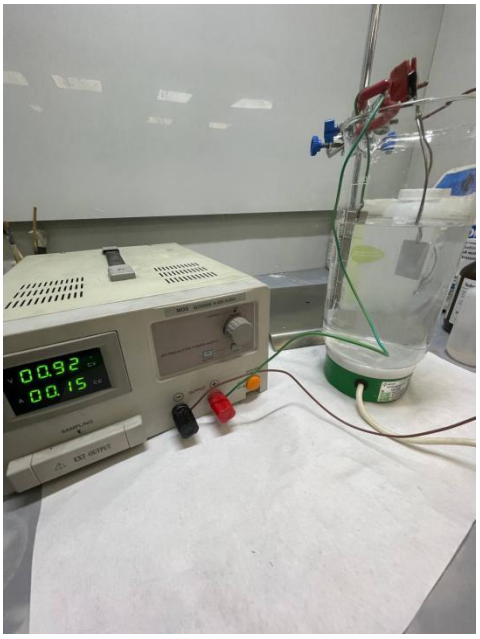


Рис. 1. Установка для анодирования

Установка для проведения анодирования включала источник постоянного тока с регулируемой величиной тока и ёмкость с сернокислым раствором, в которую погружался катод и образец из алюминиевого сплава 1580. Перед обработкой рассчитывалась площадь образцов для определения величины подаваемого тока. Режимы анодирования образцов из сплава 1580 приведены в таблице.

Таблица

Режимы анодирования сплава 1580

Образцы	Плотность тока, А/дм2	Время выдержки	Состав электролита
1.1	1,5	30	Раствор H_2SO_4 250 г/л, температура 20°С
2.1	1	30	
3.1	2	30	
1.2	1	20	
2.2	1	40	

Качество полученных покрытий определялось методом капли, при испытании не должно наблюдаться изменение цвета капли испытательного раствора до истечения установленного времени. Микроструктурные исследования проводились на металлографическом микроскопе Carl Zeiss Axiovert 40 MAT. Влияние толщины покрытия и пористости на коррозионную стойкость сплава 1580 оценивали по результатам испытаний образцов в климатической камере при 100% влажности.

Результаты исследований

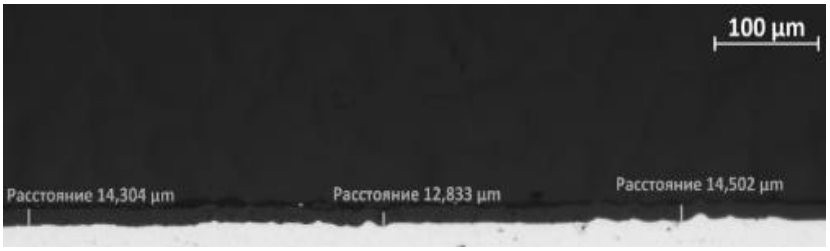
Для получения достаточно толстой пленки, обладающей хорошими защитными свойствами, необходима высокая плотность тока, меньшие показатели ведут к формированию тонкой пленки. Состав электролита также определяет толщину пленки, с увеличением концентрации более 250 г/л пленка замедляет темп набора толщины, так как более концентрированный раствор быстрее растворяет растущую пленку, формируя высокую пористость покрытия. Это и обусловило выбор режимов анодирования. Внешний вид образцов после анодирования при плотности тока 1 А/дм^2 (рис. 2, а), 1,5 А/дм^2 (рис. 2, б), 2 А/дм^2 (рис. 2, в) и времени выдержки 30 минут; при плотности тока 1 А/дм^2 и времени выдержки 20 (рис. 2, г) и 40 (рис. 2, д) минут, приведен на рис. 2. Можно отменить наличие темных и светлых полос в направлении прокатки, что не является браковочным признаком.



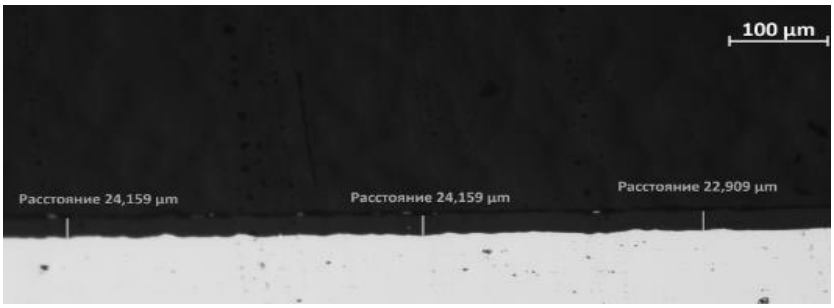
а) *б)* *в)* *г)* *д)*

Рис. 2. Образцы после анодирования по режимам: 1 А/дм2 (а), 1,5 А/дм2 (б), 2 А/дм2 (в); 1 А/дм^2 и времени выдержки 20 (г) и 40 (д) минут

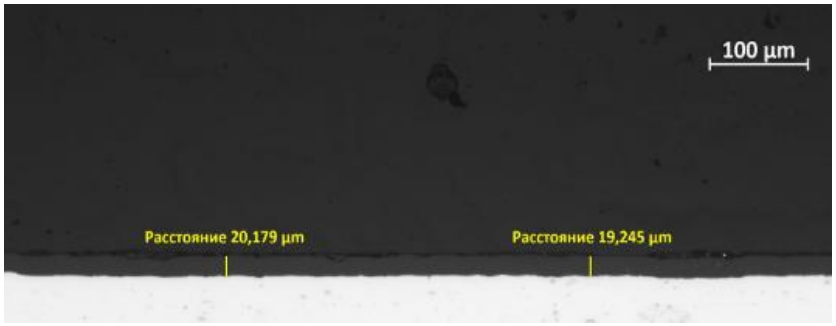
Микроструктурный анализ образцов показал, что формируется различная толщина оксидного покрытия. Наибольшая толщина слоя 20–24 мкм (рис. 3, в) наблюдается при плотности тока 2 А/дм^2, в то время как толщина оксидного слоя при плотности тока 1 А/дм^2 составляет 12–15 мкм (рис. 3, а). Скорость роста толщины покрытия увеличивается с увеличением плотности тока, что обусловлено, в том числе, более медленным растворением слоя электролитом. Однако, с увеличением плотности тока и толщины покрытия наблюдалось повышение пористости оксидного слоя.



а)



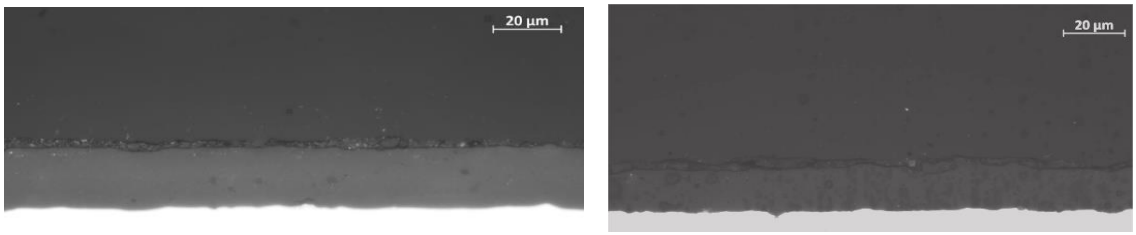
б)



в)

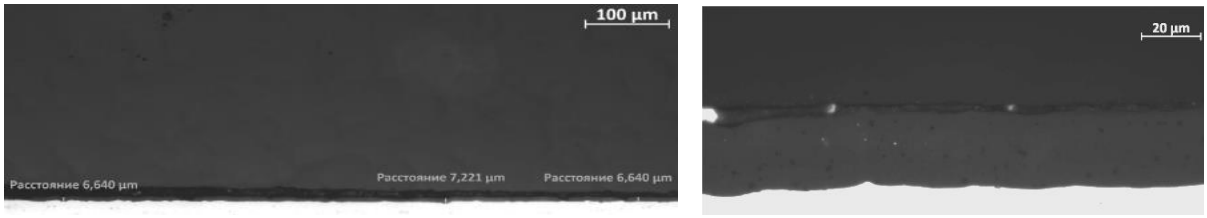
Рис. 3. Микроструктура образцов, анодированных по режимам: 1 А/дм2 (а), 1,5 А/дм2 (б), 2 А/дм2 (в); 1 А/дм^2 и времени выдержки 30 минут

Низкая пористость оксидного слоя обнаруживалась при плотности тока 1 А/дм^2 и толщине 12–15 мкм, время выдержки составило 30 минут (рис. 4, а). Максимальная пористость с крупными порами наблюдалась при плотности тока 2 А/дм^2 и толщине 20–24 мкм (рис. 4, б). Минимальной пористостью с мелкими порами обладал оксидный слой толщиной 6-8 мкм, полученный при постоянном токе 1 А/дм^2 и времени выдержки 20 мин (рис. 5).



а) *б)*

Рис. 4. Пористость образцов, анодированных по режимам: 1 А/дм^2 (а), 2 А/дм^2 (б) и времени выдержки 30 минут



а) *б)*

Рис. 5. Микроструктура образца анодированного по режиму 1 А/дм^2 и времени выдержки 20 минут: толщина покрытия (а), пористость (б)

Таким образом, для формирования минимальной пористости покрытия при анодировании сплава 1580 следует выбирать плотность тока 1 А/дм^2.

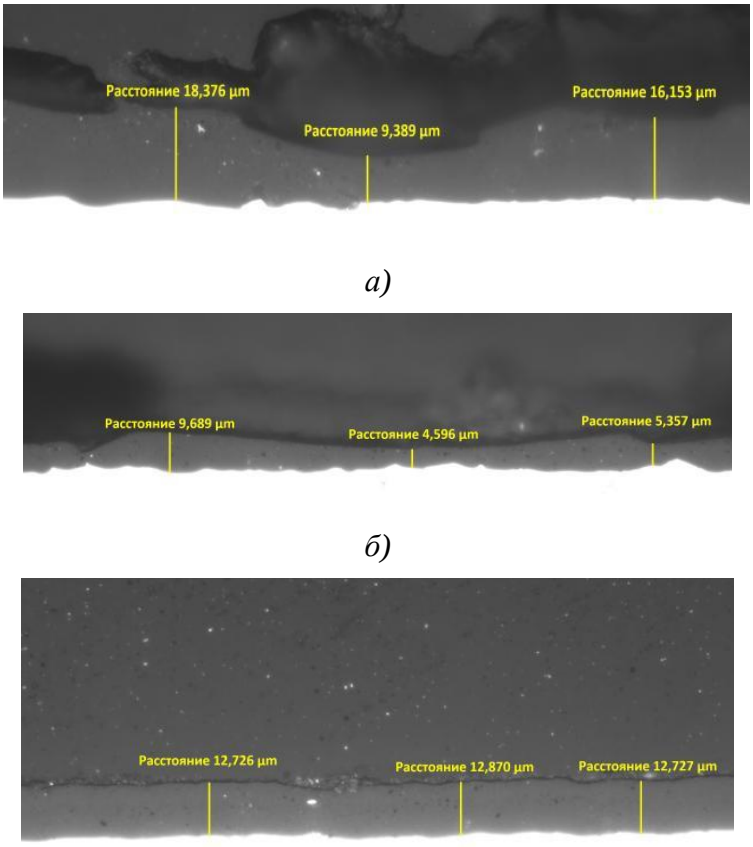
Получить толщину покрытия 16-18 мкм и низкую пористость с порами малого размера позволило сочетание технологических параметров анодирования: ток – 1 А/дм^2 и 40 мин выдержки в электролите.

Установлено, что увеличение тока выдержки приводит к увеличению толщины покрытия на образцах из сплава 1580, однако важно отметить, что увеличивается и количество пор в оксидном слое, а также их размер. Высокая пористость и крупные размеры пор снижают коррозионную стойкость покрытия. Увеличение времени выдержки до 40 мин при плотности тока 1 А/дм^2 формирует большей толщины оксидное покрытие низкой пористости.

Коррозионным испытаниям подвергли образец с покрытием наибольшей толщины, полученного по режиму 2 А/дм^2, 30 минут и образцы с низкой пористостью покрытия, полученные по режимам 1 А/дм^2, временем выдержки 30 и 40 минут (рис. 6).

В ходе эксперимента было исследовано коррозионное поведение защитного оксидного слоя образцов, в результате чего выявлено изменение толщины покрытия. Образец 3.1 (режим: 2 А/дм², время выдержки: 30 минут) показал значительное уменьшение толщины слоя с исходных 21–24 мкм до 9–20 мкм, что соответствует снижению на 1–15 мкм за месяц. Наблюдалась резкая неоднородность распределения толщины: на поверхности образца присутствовали локальные зоны с минимальными значениями (≈9 мкм). Образец 2.1 (режим: 1 А/дм², время выдержки: 30 минут) продемонстрировал неоднородное уменьшение покрытия с 12–15 мкм до 4–11 мкм (снижение

на 1–11 мкм за месяц). Анализ поверхности выявил локальные зоны с тонким слоем (≈4 мкм). Образец 2.2 (режим: 1 А/дм², время выдержки: 40 минут) характеризовался меньшим и более равномерным снижением толщины покрытия: с 15–18 мкм до 10–13 мкм (уменьшение на 2–8 мкм). Оксидный слой равномерно покрывал всю площадь образца, без локальных зон с критически малыми значениями.



а)

б)

в)

Рис. 6. Микроструктура образцов после коррозионных испытаний в климатической камере, анодированных по режимам 1 А/дм^2 и времени выдержки 30 минут (а); 1 А/дм^2, временем выдержки 30 (а) и 40 (б) минут

Таким образом, увеличение времени выдержки при меньшей плотности тока (1 А/дм², 40 минут) способствует формированию коррозионностойкого защитного покрытия на образцах из сплава 1580. Оксидный слой толщиной 16-18 мкм и низкой пористости показал высокую стойкость к коррозии в условиях 100% влажности, в то время как защитные оксидные покрытия, полученные при более высоком токе (2 А/дм²) или меньшей продолжительности обработки (30 минут) приводят к выраженной деградации слоя, его неоднородности и локальному истончению.

Выводы

1. Анодное оксидирование алюминиевого сплава 1580 позволяет значительно повысить его коррозионную стойкость.

2. Оптимальный баланс между толщиной покрытия и низкой пористостью достигается при токе 1 А/дм² и времени выдержки 40 минут, что приводит к толщине покрытия 16-18 мкм и минимальной пористости.

3. Увеличение плотности тока способствует росту толщины покрытия, но также и увеличению его пористости, что снижает коррозионную стойкость оксидного слоя.

4. В результате проведенных коррозионных испытаний установлено, что режим анодного оксидирования образцов из сплава 1580 при плотности тока 1 А/дм² и времени выдержки 40 минут формирует покрытие, имеющее высокую стойкость к коррозии в условиях 100% влажности.

5. Полученные результаты могут быть использованы при выборе режимов анодного оксидирования деталей из сплавов на основе системы Al-Mg, эксплуатируемых в агрессивных средах.

Список литературы

1. Васильев И.С., Козлов А.С. Анодирование алюминия. М.: Машиностроение, 2005. 240 с.

2. Гусев В.Г., Крылов В.Я. Анодные покрытия на алюминиевых сплавах. М.: Металлургия, 2008. 182 с.

3. Мельников А.И. Анодирование и электролитическое покрытие металлов. М.: Металлургия, 2010. 270 с.

4. Попов Б.А. Электрохимическая защита металлов и сплавов. М.: Наука, 2003. 210 с.

5. Горячкин С.В., Иванов П.И. Исследование условий получения нанопористого покрытия на алюминии марки А7Е методом анодного оксидирования // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 6. URL: *https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-usloviy-polucheniya-nanoporistogo-pokrytiya-na-alyuminii-marki-a7e-metodom-anodnogo-oksidirovaniya* (дата обращения: 01.04.2025)

Захаров К.С.
студент
МГУ им. М.В.Ломоносова
Россия, Москва
Данилов И.Л.
студент
Корпоративный университет транспортного комплекса
Россия, Москва
Курасов М.В.
студент
НИУ «Московский институт электронной техники»
Россия, Москва

СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ СО СТРУКТУРОЙ ОЛИВИНА И ИХ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИ ПОМОЩИ СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Аннотация. В данной работе описан процесс синтеза минерала со структурой оливина и расшифровки дифрактограмм, полученных методом рентгеноструктурного анализа его кристаллической решетки.

Приведены примеры и методика исследования подобных структур с помощью синхротронного излучения.

Ключевые слова: оливины, фаялит, форстерит, гётит, порошковая дифракция, рентгеноструктурный анализ.

Zaharov K.S.
Student
Lomonosov Moscow State University
Russia, Moscow
Danilov I.L.
студент
Corporate University of the Transport Complex
Russia, Moscow
Kurasov M.V.
Student
NRU «Moscow Institute of Electronic Technology»
Russia, Moscow

SYNTHESIS OF OLIVINE-STRUCTURED MATERIALS AND THEIR INVESTIGATION USING SYNCHROTRON RADIATION

Abstract. This paper describes the process of synthesizing a mineral with an olivine structure and decoding diffractograms obtained by X-ray diffraction analysis of its crystal lattice.

Examples and methods of studying such structures using synchrotron radiation are given.

Keywords: olivines, fayalite, forsterite, goethite, powder diffraction, X-ray diffraction analysis.

Введение

Группа оливинов с общей формулой $(Mg,Fe)_2SiO_4$ представляет собой важный класс ортосиликатов, широко распространенных в природе и имеющих значительное технологическое применение. Данная работа посвящена методам твердофазного и гидротермального синтеза и сравнительному анализу структурных особенностей членов изоморфного ряда оливинов – от магнийсодержащего форстерита (Mg_2SiO_4) до железосодержащего фаялита (Fe_2SiO_4), с особым вниманием к взаимосвязи между составом, структурными параметрами и физико-химическими свойствами.

В данной работе рассматриваются методы твердофазного и гидротермального синтеза фаялита, а также детальный анализ его структуры методом рентгеноструктурного анализа (РСА).

Методы синтеза фаялита

Твердофазный синтез фаялита традиционно осуществляется путем высокотемпературного отжига стехиометрических смесей оксидов железа (Fe_2O_3 или Fe_3O_4) и диоксида кремния (SiO_2) в окислительной атмосфере (воздух), за отсутствием возможности создать восстановительную атмосферу. При температурах 400–1200°C происходило формирование устойчивой фазы, однако избыточное содержание Fe^{3+} может приводить к образованию гематитовых и гётитовых примесей. Для минимизации дефектности рекомендуется ступенчатый отжиг с промежуточным измельчением реакционной смеси.

Альтернативным подходом является гидротермальный синтез, позволяющий получать нанокристаллический фаялит при более низких температурах (300–500°C) в щелочной среде. В данном случае критическую роль играет контроль pH и окислительно-восстановительного потенциала системы, так как даже незначительное окисление Fe^{2+} приводит к образованию парагенных фаз – ферросиликатов с иной структурной организацией.

В оксидной системе FeO–Fe2O3–SiO2 присутствуют оксиды железа (вюстит FeO, гематит Fe2O3, магнетит Fe3O4); оксид кремния SiO2 в виде кварца; коесита; стишовита, тридимита, кристобалита; a-фаялита-Fe2SiO4; g-фаялит высокого давления со структурой шпинели g-Fe2SiO4; силикаты железа группы пироксенов FeSiO3, такие как ферросилит, энстатит и т.п. К данной оксидной системе также следует отнести и минерал лайхунит Fe2Fe(SiO4)2 – минерал оливинового типа, обычно образующийся при высокой температуре в неравновесных условиях. Фаялит Fe2SiO4 и другие богатые железом оливины часто встречаются в восстановительных средах Луны, Марса и других внеземных тел. По этой причине синтетический фаялит необходим для приготовления и исследования аналогов лунного и марсианского грунта.

Фаялит a-Fe2SiO4 был синтезирован с использованием золь-гель метода из тетраэтоксисилана Si(OC2H5)4 и этоксида железа Fe2+(OC2H5)2 в

атмосфере аргона. Сохранение фазового состава синтезированного продукта существенным обра-зом зависело от атмосферы, в которой проводили синтез. При незначительном изменении среды в результате окисления происходило образование магнетита Fe2+Fe3+ O и гематита Fe3+ O . В восстановительной атмосфере происходило образование вюстита Fe2+O или металлического железа Fe0. Гетерофазный высокотемпературный синтез фаялита a-Fe2SiO4 из порошковой смеси, включающей SiO2, Fe3O4 и FeS, при мольном соотношении 5:3:1 проводили в среде азота. Фаялита-Fe2SiO4 был получен при 600°C в атмосфе-ре водорода и при 800 oC в атмосфере аргона из аморфного прекурсора, синтезированного из водного раствора нитрата железа Fe(NO3)3 и тетраэтоксисилана Si(OC2H5)4.

Рентгеноструктурный анализ синтезированных образцов

РСА-исследование синтезированного фаялита проводилось с использованием монохроматического Cu-Kα-излучения (λ = 0.75 Å) в диапазоне углов 2θ = 5–60°. Интерпретация дифрактограмм основывается на сравнении с эталонными данными для ромбической сингонии (пространственная группа Pbnm). Для фаялита характерны рефлексы (130), (021) и (111), при этом наличие дополнительных пиков свидетельствовует о примесях магнезиального оливина (форстерита), феррисиликатов, гётита и сульфата натрия и магния.

Уточнение кристаллической структуры методом Ритвельда позволяет определить точные параметры элементарной ячейки (a ≈ 4.82 Å, b ≈ 10.48 Å, c ≈ 6.09 Å), позиционное распределение катионов и степень октаэдрических искажений [FeO_6].

Фазовый состав продукта, исследованного методом РСА, включал сульфат натрия железа гидрат $Na_2Fe(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$ и гётит, который является полиморфом оксигидроксида железа (FeOOH). ((Гетит представляет собой α-FeO(OH) и также существует во многих гидратированных состояниях.))

Рентгеноструктурный анализ подтвердил образование поликристаллического фаялита с параметрами элементарной ячейки a = 4.752(2) Å, b = 10.4507(4) Å, c = 6.0874(2) Å, соответствующими пространственной группе Pbnm. Наличие базового пика (021) указывает на наличие фаялита, однако присутствие пиков (210), (031) указало на наличие примесей $Na_2Mg(SO_4)_2(H_2O)_4$ и FeO(OH) (рис. 1). Уточнение структуры методом Ритвельда показало характерное для оливинов искажение октаэдров [FeO_6], что проявляется в разнице длин связей Fe-O (2.08-2.22 Å). Для структуры оливина характерно наличие ремнекислородных тетраэдров и двух искажённых октаэдров (M и M2), однако их не было обнаружено. Для сравнения Мёссбауэровская спектроскопия при комнатной температуре выявила бы дублет с изомерным сдвигом δ = 1.28 мм/с и квадрупольным расщеплением ΔE_Q = 2.92 мм/с, что однозначно свидетельствовало бы о доминировании Fe^{2+} в искаженных октаэдрических позициях.

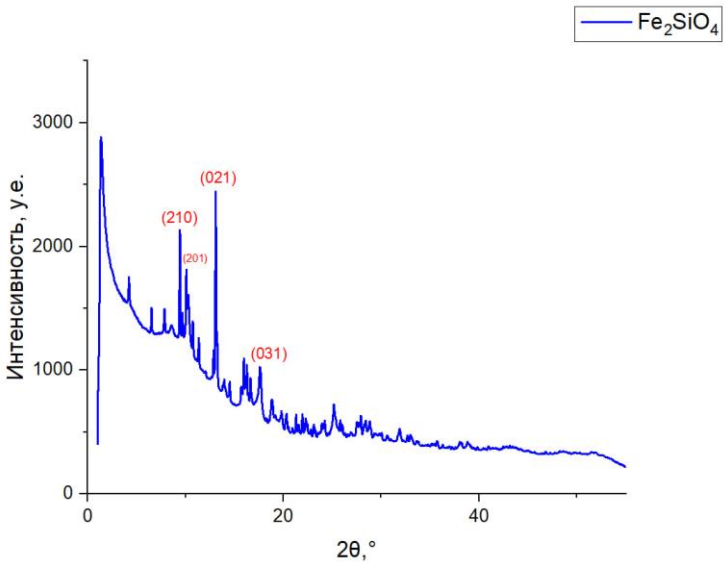


Рис. 1. Данные РСА синтезированного порошка α-фаялита с примесями сульфата железа и гётита

В случае форстерита РСА подтвердил образование поликристаллического вещества с параметрами элементарной ячейки a = 4.7982 (2) Å, b = 10.6269 (4) Å, c = 6.0862(2) Å, так же соответствующими пространственной группе Pbnm и близкими к структуре форстерита (рис. 2). Величина общего фона обоснована примесями вышеупомянутых сульфита магния и натрия. Уточнение методом Ле Беля не показало существенной разницы в итоговой диаграмме.

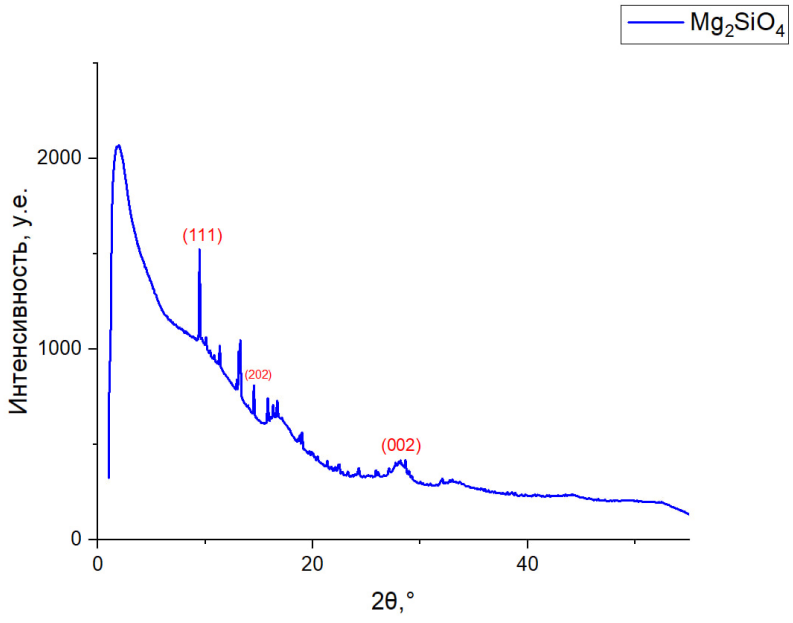


Рис. 2. Данные РСА синтезированного порошка α-форстерита с примесями сульфата магния и натрия

Образец смешенной фазы после РСА показал образование поликристаллического вещества с параметрами элементарной ячейки a = 5.021 (2) Å, b = 10.589 (4) Å, c = 7.459 (2) Å, не имеющим достаточного количества высокоинтенсивных пиков после компиляции и пересчета для определения пространственной группы (рис. 3).

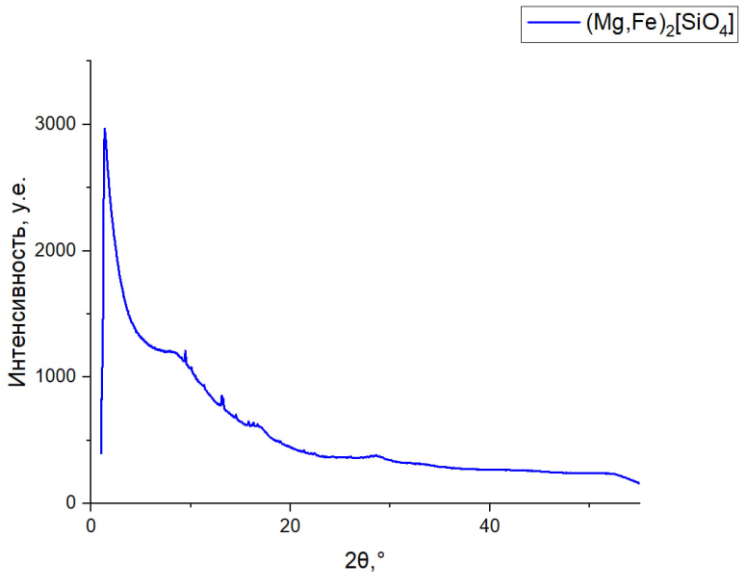


Рис. 3. Данные РСА синтезированного порошка оливина фазы магнезиально-железистый силиката с примесями сульфата магния и натрия

Практическая значимость

Полученные данные могут быть использованы при разработке фаялит-содержащих катализаторов, магнитных материалов и компонентов керамических композиций, устойчивых к высокотемпературному окислению.

Оливины могут найти свое применение в полиграфической отрасли в качестве функциональных добавок для термостойких красок и защитных покрытий, где они повысят износостойкость печатной продукции, улучшат адгезию тонеров при лазерной печати и обеспечат УФ-защиту от выцветания, а также смогут использоваться в производстве специализированных бумаг с повышенной прочностью и в качестве модификаторов печатных форм для глубокой печати, уменьшающих дефекты за счет контролируемой абразивной обработки поверхности.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния изоморфных примесей (Mg^{2+}, Mn^{2+}) на параметры Мёссбауэровских спектров и магнитные характеристики фаялита. Особый интерес представляет исследование кинетики окисления поверхности методами in situ Мёссбауэровской спектроскопии

Заключение

Синтез фаялита с контролируемыми свойствами требует тщательного подбора термодинамических и кинетических параметров процесса. Для

дальнейшего синтеза будет использована восстановительная атмосфера, более подохдящий температурный режим и другие аспекты непосредственно влияющие на результат синтеза. РСА частично подтверждает фазовый состав образцов, и предоставляет детальную информацию о тонких структурных особенностях, определяющих функциональные характеристики материала. Перспективным направлением является комбинация РСА с спектроскопическими методами (Мёссбауэровская спектроскопия, XAFS) для комплексного изучения локального окружения оливинов.

Список литературы

1. А.В. Левицкий, В.М. Ковальчук. Основы порошковой рентгеновской дифракции. Москва: Наука, 2004. – с. 66
2. В.И. Сильвестров, А.И. Федоров. Современные методы рентгеновской дифракции: Синхротронное излучение. Москва: Физматлит, 2010. – с. 88
3. Г.В. Фетисов. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры вещества. 2007. – с. 27-58
4. A. Guinier. X-ray Diffraction in Crystals, Imperfect Crystals, and Amorphous Bodies. Dover Publications, 1994. – с. 17
5. Almer, J. D. Micromechanical response of mineral and collagen phases in bone. / Almer, J. D. & Stock, S. R. // Struct. Biol. / 2007. – Vol. 157. – P. 365-370
6. C. Giacovazzo, H. Monaco, G. Artioli. Fundamentals of Crystallography. Oxford University Press, 2011. – с.1-4
7. D. H. Brown. Synchrotron Powder Diffraction: Advanced Techniques and Applications. Springer, 2018. – с. 98-110
8. Georg Schulz High-resolution tomographic imaging of a human cerebellum: comparison of absorption and grating-based phase contrast / Georg Schulz, Timm Weitkamp, Irene Zanette, Franz Pfeiffer, Felix Beckmann, Christian David, Simon Rutishauser, Elena Reznikova and Bert Muller // J. R. Soc. Interface / 2010. – Vol. 7. – P.1665-1676.
9. Germann, M. Strain fields in histological slices of brain tissue determined by synchrotron radiation-based micro computed tomography / Germann, M., Morel, A., Beckmann, F., Andronache, A., Jeanmonod, D. & Muller, B. // J. Neurosci. Methods / 2008. – Vol. 170. – P 149-155.
10. H.P. Klug, L.E. Alexander. X-ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials. Wiley, 1974. – с. 51
11. J. D. Cockcroft, S. J. Clark. Powder Diffraction Using Synchrotron Radiation. Journal of Synchrotron Radiation, 1995. – с. 75-80
12. Muller B. Morphology of bony tissues and implants uncovered by high-resolution tomographic imaging / Muller, B. // Int. J. Mater. Res. / 2007. Vol. 98. – P. 613-621.
13. Pfeiffer, F. Hard X-ray phase tomography with low-brilliance sources. / Pfeiffer, F., Kottler, C., Bunk, O. & David, C // Phys. Rev. Lett. / 2007. – Vol. 98.
14. R. Jenkins, R.L. Snyder. Introduction to X-ray Powder Diffractometry. Wiley, 1996. – с. 93
15. T. Fawcett, P. B. Craven. Synchrotron Radiation and X-ray Powder Diffraction. Acta Crystallographica Section A, 2000. – с. 134
16. Weitkamp, T. Tomography with grating interferometers at lowbrilliance sources / Weitkamp, T., David, C., Kottler, C., Bunk, O. & Pfeiffer, F. // Proc. SPIE / 2006. – Vol. 6318.
17. Weitkamp, T. X-ray phase imaging with a grating interferometer / Weitkamp, T., Diaz, A., David, C., Pfeiffer, F., Stampanoni, M., Cloetens, P. & Ziegler, E // Opt. Expr. / 2005. – Vol. 13. – P. 6296-6304.

Литарева В.Е.
студент
vilievkaz08@gmail.com
*Научный руководитель**:*** ***Ворожцов А.В.***
к.т.н,, доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ ТЕКСТОВОЙ И ИЛЛЮСТРАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МАКЕТА УПАКОВКИ

Аннотация. Исследование посвящено оптимизации макета упаковки сладких газированных напитков. Актуальность обусловлена отсутствием стандартов верстки, ухудшающим читаемость. Цель − анализ нормативов, изучение QR-кодов и разработка ПО для расчета площадей элементов. Результаты: методика оптимизации верстки с QR-кодами и ПО, сокращающее текстовое поле на 18,39% без потери читаемости. Работа полезна для полиграфии и упаковочной отрасли.

Ключевые слова: упаковка; макет; QR-код; печать; штрихкодирование; программное обеспечение, оптимизация макета.

Litareva V.E.
Student
ivanovii@gmail.com
Scientific Advisor: ***Vorozhtsov A.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

EVALUATION OF THE DISTRIBUTION OF AREAS OF TEXT AND ILLUSTRATIVE INFORMATION WHEN DEVELOPING A PACKAGING LAYOUT

Abstract. This research explores packaging layout optimization for sugary drinks. Absence of design standards reduces readability, prompting the need for analysis of regulations, QR codes, and software development for element area calculation. Results: a QR-based layout optimization method and software reducing text space by 18.39% while maintaining readability. Applicable to printing and packaging industries.

Keywords: packaging; layout; QR code; printing; barcoding; software; optimization.

На сегодняшний день очень остро стоит вопрос о актуальности регламентирующих документов на допустимые виды шрифтов и их параметры со стороны государства, при верстке и печати упаковочной продукции, содержащей иллюстрационные, текстовые и маркировочные блоки. Отсутствуют общепринятые правила для верстки различных видов упаковок. Все это

негативно сказывается на скорости верстки упаковочной продукции, печати, читаемости текста, нанесенного на упаковку, и удобстве использования продукции.

Работа носит прикладной характер в области исследования оптимизации верстки текстовых полей упаковочной продукции, на примере этикеточной продукции для сладких газированных напитков.

В данной работе будут проводиться исследования для решения двух проблем, связанных с отсутствием оптимизации верстки макетов упаковки при разработке дизайна, с помощью программного обеспечения. Распределение площадей для иллюстрационной, текстовой и маркировочной частей. Изучена степень воспроизведения QR-кодирования. Также была изучена методика верстки при дефиците площади макета. По итогу анализа предложена оптимизация верстки макетов упаковки с помощью разработанного программного обеспечения.

Рассмотрено шрифтовое обеспечение. Были выявлены основные правила и стандарты для верстки дизайна упаковок с учетом штрихового кодирования и технологии QR-кода. Также рассмотрены законодательные документы, регламентирующие обязательную информацию, которая должна находиться на упаковке продукта.

Для сужения темы исследования, в связи с её обширностью, было принято решение ограничить объект исследования. Используя классификацию общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности, для сужения области исследования была выбрана категория «Напитки безалкогольные с соком, морсовые, на растительном сырье, на ароматизаторах, специального назначения и на минеральной воде». Используя эту категорию в вышеприведенных документах, была найдена обязательная информация для нанесения на этикетку продукта.

Для проведения исследований по теме выпускной квалификационной работы были подобраны образцы этикеточной продукции сладких газированных напитков объемом 0,5 литра в количестве 10 экземпляров, приведенных в приложении Б. Были собраны этикетки следующих производителей ООО «Производственная компания «Лидер» [1], ООО «Юнайтед Боттлинг Групп» [2], ООО «ПепсиКо Холдингс» [3], ООО «ПК «Аквалайф» [4], АО МПБК «ОЧАКОВО» [5], ООО «УНИ ПАК» [6], ООО «Фонте аква ПК» [7], ООО «Мутлон Партнерс» [8].

Далее эти образцы были проанализированы по следующим критериям:

- марка;
- вкус;
- размеры этикетки в миллиметрах;
- размеры декоративных элементов (включая название на лицевой стороне) в миллиметрах;
- размеры штрихового кодирования в миллиметрах;
- размеры текстовых окон в миллиметрах.

После измерений посредством измерительного прибора в виде линейки от типографии «Делай вывод» полученные результаты были занесены в таблицу 1.

Таблица 1

Размеры элементов анализируемых этикеток

№	Марка	Вкус	Размеры этикетки, мм	Размеры декоративных элементов, мм	Размеры штрихового кодирования, мм	Размеры текстовых окон, мм
1	«Красная цена»	Кола	184×67	58×67 58×67	22×12 22×12	25×55 40×45
2	«Laimon fresh»	Манго	185×37	97×37	32,5×14,5	50×30 20×17
3	«Frustyle»	Лимон-лайм	199×57	110×57	30×16	70×30 45×25 25×23
4	«Очаков-ский»	Квас	200×50	79×50 50×50	30×11	33×40 25×40
5	«Everevess»	Лимон-лайм	200×57	60×57	31×16,5	95×37
6	«Ильинские лимонады»	Слива-жи-молость	212,5×88	95,5×88	33×17	69×83,5
7	«Life line»	Киви-манго	210×93,5	56×93,5	22,5×12	51×83,5 71×13 55×51,5 43×36,5
8	«Добрый»	Кола	203,5×55	113,5×55	29×13,5	75×35 20×0,5
9	«Coolcola»	Кола без сахара	208×50	69×50 73×50	23×13	30×23 43×41
10	«Русский дар»	Дикая тайга	203×57	70×57 77,5×57	30×13,5	12,5×46 14×15 28×54

Далее для удобства сравнения полученные данные были переведены в процентное соотношение. Из таблицы 2 видно, что в среднем площадь декоративных элементов 53,25%, площадь штрихового кодирования 3,74%, площадь текстовых окон 28,68%, площадь прочих элементов 14,33%.

Таблица 2

Процентное соотношение площадей элементов к общей площади этикетки, без учета клеевого клапана

Номер образца	Площадь декоративных элементов, %	Площадь штрихового кодирования, %	Площадь текстовых окон, %	Площадь прочих элементов, %
1	61,96	4,28	25,75	8,01
2	52,43	6,88	26,88	13,80
3	55,28	4,23	33,50	6,99
4	64,50	3,30	23,20	9,00
5	30,00	4,49	30,83	34,68
6	44,94	3,00	30,81	21,25
7	26,67	1,38	48,81	23,15
8	55,77	3,50	23,54	17,19
9	68,27	2,88	23,59	5,27
10	72,66	3,50	19,85	3,99

Площадь иллюстрации, из-за специфики выкладки на полки бутылок и маркетинговых методов воздействий на покупателей, необходимо соблюдать в пределах 40%-60%, для соблюдения влияния иллюстрационных элементов дизайна этикетки в качестве привлекающих внимания покупателя раздражителей.

Далее был произведен анализ текстовых блоков 10 образцов этикеток сладких газированных напитков по следующим параметрам:

- основной размер шрифта в пунктах;
- количество символов во всех текстовых блоках на этикетке (за исключением декоративных элементов и маркировки) в единицах;
- количество символов на единицу площади в единицах на 1 сантиметр квадратный.

Полученные данные были занесены в таблицу 3 для дальнейшего анализа.

Таблица 3

Анализ текстовых блоков образцов

Номер образца	Основной размер шрифта, пт	Количество символов, ед	Количество символов на единицу площади, ед/1 см^2
1	5	1362	42,90
2	5	854	74,02
3	6	1944	35,84
4	4,5	1880	58,71
5	6,5	1753	38,75
6	6	2759	23,64
7	5	2351	14,21
8	5,5	1595	51,69
9	5	1552	55,52
10	4,5	1405	59,29

Для полноты понимания возможностей технологии QR-кодов был проведен опыт, заключающийся в анализе зависимости количества символов и необходимой площади для корректного считывания QR-кода.

Были взяты площади, умещающиеся на средней свободной площади этикетки от 10 до 30 миллиметров с шагом в 5 миллиметров. Далее в эти площади были помещены QR-коды, вмещающие в себя от 100 до 1000 символов с шагом в 100 символов. В QR-кодах зашифрованы символы стандартной английской раскладки клавиатуры, при увеличении количества символов, символы дублировались до нужного количества. Было выбрано High (высокий с англ.) качество исправления ошибок до 30%. Данный выбор обоснован тем, что при транспортировке возможно повреждение этикетки, что может компенсировать алгоритм Рида-Соломона, созданный для коррекции ошибок считывания. Все коды генерировались с помощью генератора QR-кодов [9] в разрешении 300 пикселей. Пример макета для печати изображен на рисунке 1.

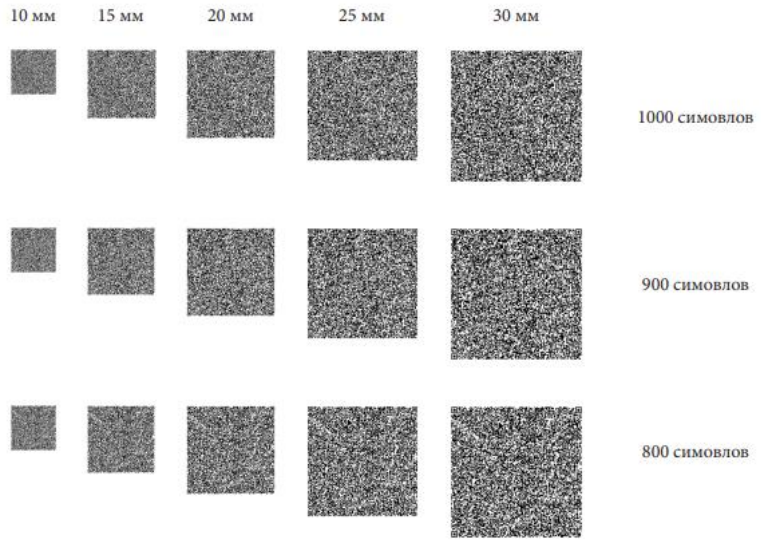


Рис. 1. Часть макета с QR-кодами различных размеров и наполнения.

После формирования документа с помощью Adobe InDesign, была произведена печать на лазерном принтере фирмы HP модели LaserJet Pro MFP M28w Printer. Выбор данного принтера обоснован тем, что при возможности печати 600 dots per inch (далее dpi, количество точек на дюйм с англ.), при формировании пакета документов для отправки на печать, полиграфии требуют предоставлять растровые изображения от 250 до 350 dpi, или в векторном формате. Данные требования дают понимание возможности печати больших производств и ориентир для выбора домашней печатной машины.

Распечатав образцы QR-кодов на вышеуказанном принтере на бумаге для принтеров формата А4 фирмы SvetoCopy. Далее с помощью смартфона фирмы Xiaomi модели Mi 10T с разрешение основной камеры в 64 мегапик-

селя, было произведено считывание кодов с помощью сканера, предоставленного в базовой комплектации операционной системы смартфона. При считывании фиксировался результат положительного считывания или отрицательного, все данные были занесены в таблицу 4 для дальнейшего анализа.

Таблица 4

Зависимость считывания QR-кода от размера и количества зашифрованных символов

Кол-во символов	Размеры QR-кода, мм				
	10×10	15×15	20×20	25×25	30×30
100	-	+	+	+	+
200	-	+	+	+	+
300	-	-	+	+	+
400	-	-	-	-	+
500	-	-	-	-	+
600	-	-	-	-	-
700	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-

Из анализа образцов этикеточной продукции сладких газированных напитков был сделан вывод, что производители не выдерживают нормы, прописанные ГОСТами и рекомендациями. Сделано это в связи с использованием изобразительных элементов, которые занимают примерно 40-60% площади. Эти элементы в нынешних реалиях необходимы для привлечения внимания потребителя к продукту. Поэтому для увеличения площади иллюстрационных блоков, жертвуют стандартами и удобочитаемостью текстовых блоков.

Благодаря анализу технологии QR-кодирования были получены результаты, дающие понимание возможностей воспроизведения данного метода кодирования информации с использованием лазерных принтеров, возможную емкость этого метода кодирования. С помощью гистограмм была выведена зависимость читаемости от количества символов и площади QR-кода.

Так же была составлена блок-схема, описывающая действие по оптимизации площадей элементов этикетки, показывающая действия работника при разных вариантах условий.

По итогу анализа литературы и этикеточной продукции, исследования воспроизведения QR-кодов при печати и исследовании действий работника

при верстке макета этикетки, было решено оптимизировать данный процесс при помощи программного обеспечения для компьютеров.

В программном обеспечении при помощи языка разметки был сформирован графический интерфейс, с которым будет работать пользователь. При помощи каскадной таблицы стилей графическому интерфейсу был предан привлекательный и удобный внешний вид, а также была реализована определенная часть логики работы программного обеспечения (рис. 2), которая будет раскрыта далее по тексту.



Рис. 2. Графический интерфейс программы оптимизации текстового поля на этикетках «Верста»

Основную часть логики программы реализует код, написанный при помощи языка JavaScript с подключенной бесплатной библиотекой классов jQuery для простоты реализации.

Суть алгоритма работы программы представлена на рисунке 3.

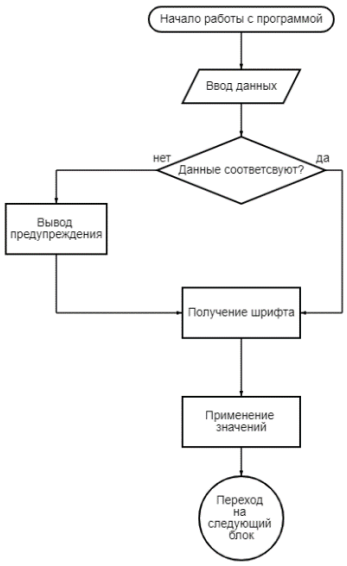


Рис. 3. Схема блока получения и анализа вводных данных.

Как показано на рисунке X.2, пользователь в графическом интерфейсе задает ширину и длину (в миллиметрах) текстового блока, который должен быть реализован на этикетке, а также выбирает шрифт, из предложенных к использованию, и задает предполагаемые параметры текста, а именно кегель (в пунктах) и интерлиньяж (в единицах) и применяет настройки. При применении настроек программное обеспечение проверяет введенные данные на соответствие минимальным требуемым размерам, которые были описаны во второй главе данной работы. Если параметры кегля и интерлиньяжа не соответствуют рекомендуемым, программное обеспечение выдаст предупреждение пользователю. Если параметры соответствуют рекомендованным, то программное обеспечение считывает введенные параметры высоты и ширины текстового поля и создает поле ввода текста, соответствующее заданным геометрическим размерам. Далее программа применяет к полю ввода текста выбранный шрифт, а также интерлиньяж и кегель. Для реализации функции выбора шрифта и применения его к тексту был выбран специальный плагин fontselect-jquery.

Плагин − это программный модуль, который может быть динамически подключен к основной программе, чтобы расширить ее возможности. Обычно плагины выполняются в виде общего доступа к библиотекам.

Чтобы использовать плагины, основное приложение должно предоставить некоторый программный интерфейс, а также возможности управления набором плагинов. Это позволяет сторонним разработчикам создавать плагины, которые могут расширять возможности программы.

В некоторых приложениях пользователи могут настраивать плагины дополнительно, чтобы получить дополнительную функциональность. В целом, плагины являются важным инструментом для расширения возможностей программ и повышения их функциональности.

Плагин fontselect-jquery при запуске забирает с открытой библиотеки компании Google разрешенные для распространения шрифты и хранит их до закрытия. При активации поля выбора шрифта плагин запускается, скачивает шрифты и применяет их к визуальному примеру использования. После выбора шрифта и нажатия на кнопку «Применить», программа применяет шрифт, кегель и интерлиньяж к полю ввода текста и к конечному результату путем изменения у блоков поля ввода текста и конечного результата CSS стилей.

Далее пользователь вводит предполагаемый текст в поле ввода текста. Так как все необходимые параметры уже применены к полю ввода текста, пользователь сразу сможет увидеть приблизительный результат помещения текста в заданные рамки текстового поля и сможет немного изменить введенные размеры и примерится к внешнему виду шрифта. При необходимости пользователь может включить генерацию штрих и QR кодов и ввести необходимые для генерации данные. Сделать это можно, поставив галочку в графах «Включить штрихкод» и «Включить QR код» а также введя необходимые значения. Для штрихкода – это необходимое цифровое значение, а

для QR кода – это размер кода в мм и необходимый контент. Для работы с кодами в код программы были введены плагины jQuery.EAN13 и jquery-qrcode (рисунок 4).

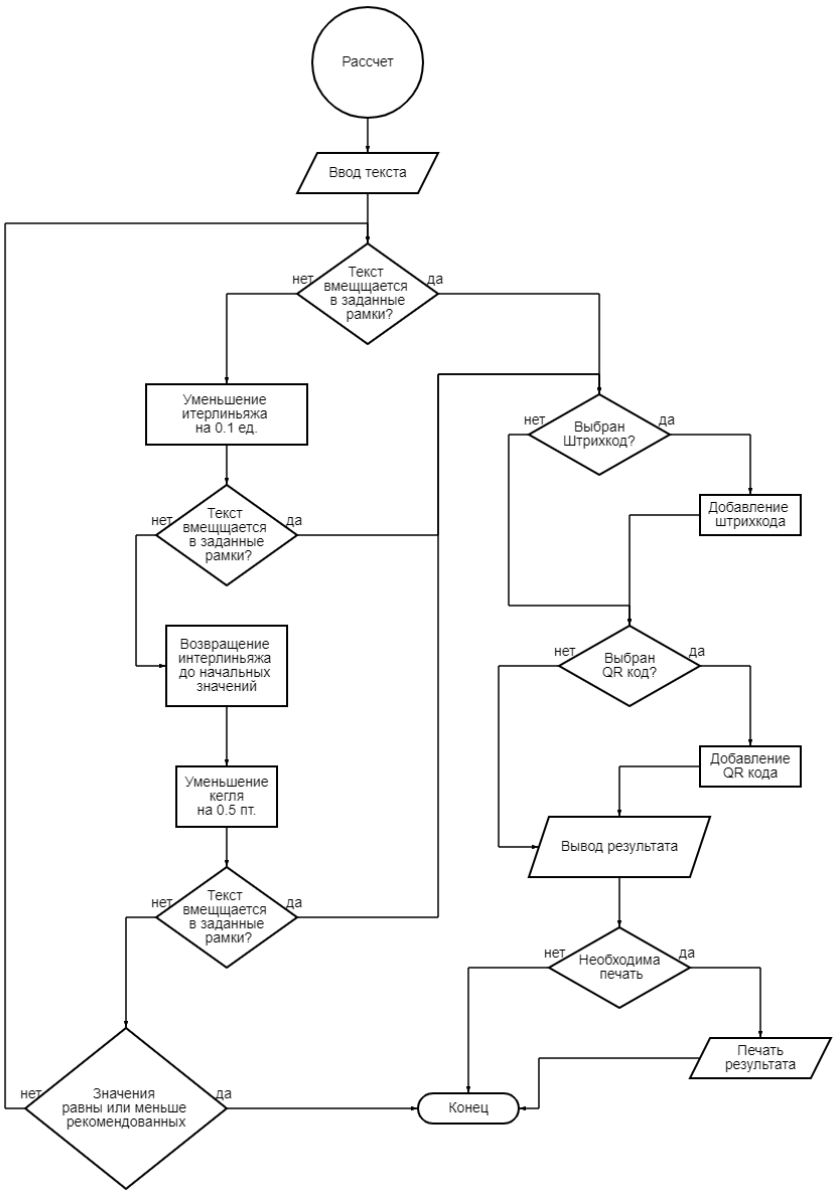


Рис. 4. Схема блока расчёта и вывода данных

После введения данных пользователь нажимает на кнопку рассчитать. Если текст с заданным шрифтом и параметрами не помещается в необходимые размеры текстового поля, программное обеспечение предпримет попытку оптимизировать параметры текста. Программное обеспечение уменьшит размер интерлиньяжа и проверит, вместился ли текст, если нет, программа вернет значение интерлиньяжа к первоначальным и уменьшит кегель. Программное обеспечение будет продолжать данный цикл до тех пор, пока значения интерлиньяжа и кегеля не достигнут минимально допустимых. Если текст после оптимизации помещается в текстовое поле, про-

граммное обеспечение выдаст готовый результат с визуальным отображением текстового поля строго заданных пользователем размеров и примененными параметрами текста. Если пользователь включал поля штрихкода и QR кода, то программа после нажатия на кнопку расчёта введет в результат штрих и QR коды. Если же после всех попыток оптимизации, текст не поместится в текстовое поле, пользователю будет показано оповещение, о том, что текст слишком большой и будет предложено либо подобрать другой шрифт, либо увеличить текстовое поле. Так же пользователь сможет увидеть количество символов в тексте, и количество символов, которые не удалось поместить в текстовое поле.

В конце работы с программным обеспечением пользователь может нажать на кнопку «Распечатать в формате PDF» что позволит сохранить удачные результаты работы программного обеспечения на локальный носитель информации с сохранением всех настроек, что были применены пользователем ранее. Далее пользователь сможет воспользоваться полученным результатом для введения его как есть в структуру этикетки при помощи программного обеспечения Adobe Acrobat PRO.

Как видно из блок-схем, программное обеспечение пропускает математические расчёты ёмкости шрифта по формулам, описанным в главе 2 и снимает с пользователя необходимость в лишних манипуляциях.

В результате данной работы было разработано программное обеспечение, которое может существенно облегчить работу специалистов по конструированию макетов, версте и печати упаковочной продукции. Был подготовлен макет текстового поля идентичный по информации исследуемому объекту №1 однако с уменьшенной на 18,39% площадью (рисунок 5).



Рис. 5. Результат работы программного обеспечения «Верста»

Данный макет был распечатан и проверен на читаемость.

Список литературы

1. Генератор QR-кодов URL: https://qr-online.ru (дата обращения 05.05.2023).
2. Официальный сайт производителя ООО »ПепсиКо Холдингс». URL: https://www.pepsico.ru (дата обращения 20.04.2023).
3. Официальный сайт производителя АО МПБК »ОЧАКОВО». URL: https://ochakovo.ru (дата обращения 20.04.2023).
4. Официальный сайт производителя ООО »УНИ ПАК». URL: http://www.gkborodino.ru/ru.htm (дата обращения 20.04.2023).
5. Официальный сайт производителя ООО »Мутлон Партнерс» URL: https://multonpartners.ru/docs/ (дата обращения 20.04.2023).
6. Официальный сайт производителя ООО «ПК «Аквалайф». URL: https://aqualife.ru (дата обращения 20.04.2023).
7. Официальный сайт производителя ООО «Производственная компания «Лидер». URL: https://www.liderco.ru (дата обращения 20.04.2023).
8. Официальный сайт производителя ООО «Фонте аква ПК». URL: https://fonteaqua.ru (дата обращения 20.04.2023).
9. Официальный сайт производителя ООО »Юнайтед Боттлинг Групп». URL: https://ub-group.ru (дата обращения 20.04.2023).

Московкина В.А.
студент
veronika_m.02@mail.ru
*Научный руководитель**: Ворожцов А.Л.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
a_vorozhtsov@bk.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА УПАКОВКИ ПРЕМИАЛЬНОГО СЕГМЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ

Аннотация. В статье представлены результаты практического исследования возможностей лазерной резки для производства упаковки премиального сегмента на примере конкретных материалов: дизайнерской бумаги (300 г/м²), трехслойного гофрокартона, мелованного картона и крафт-бумаги. Доказаны преимущества лазерной технологии: точность до ±0,1 мм за счет оптимизации параметров мощности (до 50 ед.) и скорости на MC Laser 1610, а также GCC LaserPro Spirit GLS30, снижение отходов до 5-7% благодаря цифровому раскрою. Особое внимание уделено решению практических проблем: подбору режимов для предотвращения обугливания краев, влиянию фокусировки лазера на качество гравировки. Приведены сравнительные данные по времени производства (2 мин/ед. против 5 мин при штамповке) и гибкости переналадки. Актуальность темы обу-

словлена возрастающей потребностью рынка в высококачественной и уникальной упаковке, а также необходимостью повышения конкурентоспособности предприятий упаковочной индустрии.

Ключевые слова: лазерная резка, премиальная упаковка, точность обработки, безотходное производство, автоматизация.

Moskovkina V.A.
Student
veronika_m.02@mail.ru
Scientific Advisor: ***Vorozhtsov A.L.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia
a_vorozhtsov@bk.ru

MPROVING THE EFFICIENCY OF PREMIUM PACKAGING MANUFACTURING PROCESSES USING LASER CUTTING

Abstract. The article presents the results of a practical study of the possibilities of laser cutting for the production of premium packaging using the example of specific materials: designer paper (300 g/m2), three-layer corrugated cardboard, coated cardboard and kraft paper. The advantages of laser technology have been proven: accuracy up to ± 0.1 mm due to optimization of power parameters (up to 50 units) and speed on the MC Laser 1610, as well as the GCC LaserPro Spirit GLS30, reduction of waste up to 5-7% due to digital cutting. Special attention is paid to solving practical problems: the selection of modes to prevent charring of the edges, the effect of laser focusing on the quality of engraving. Comparative data on production time (2 min/unit) are given. against 5 minutes during stamping) and changeover flexibility. The relevance of the topic is due to the increasing market demand for high-quality and unique packaging, as well as the need to increase the competitiveness of packaging industry enterprises.

Keywords: laser cutting, premium packaging, precision machining, waste-free production, automation.

Введение

Современный рынок предъявляет всё более высокие требования к качеству и эстетике упаковки, особенно в премиальном сегменте. Упаковка не просто защищает продукт, но и является важным элементом брендинга, формирует первое впечатление о товаре и влияет на решение о покупке. В связи с этим, производители упаковки находятся в постоянном поиске эффективных и инновационных технологических решений, позволяющих создавать продукцию, отвечающую самым высоким стандартам.

Лазерная резка зарекомендовала себя как передовая технология, предоставляющая широкие возможности для производства упаковки сложной формы, высокой точности и с уникальным дизайном. Ее применение позволяет значительно расширить ассортимент предлагаемой продукции, сократить сроки выполнения заказов и повысить общую эффективность производственного процесса.

Лазерная резка – это инновационный метод обработки материалов, где тонкий сфокусированный луч буквально испаряет материал по заданному контуру. В отличие от механических методов, лазер позволяет добиться беспрецедентной точности – до 0,1 мм, что особенно критично для премиальной упаковки.

Ключевые преимущества технологии:

- Работа с широким спектром материалов: от крафт-бумаги до многослойного гофрокартона
- Минимальная ширина реза (до 0,1 мм)
- Полное отсутствие механического давления на материал
- Возможность моментального изменения дизайна

Исследования показывают, что успешное внедрение технологии требует:

- Тщательного подбора параметров для каждого материала:
  - Оптимальная мощность (40-60 Вт для картона)
  - Скорость движения головки (60-100 мм/с)
- Решения специфических проблем:
  - Предотвращение обугливания краев
  - Минимизация тепловой деформации
  - Устранение нагара на тонких материалах

Рынок премиальной упаковки демонстрирует стабильный рост (7-9% в год), особенно в сегментах:

- Парфюмерия и косметика (Более 30%)
- Премиальный алкоголь (более 25%)
- Ювелирные изделия (более 15%)

Лазерная резка открывает новые возможности для создания эксклюзивной упаковки, но требует глубокого понимания технологии. Мои исследования подтвердили, что правильная настройка оборудования позволяет сократить себестоимость производства на 15-20% при одновременном повышении качества продукции.

1. Теоретическая часть

1.1. Принципы формирования изображений с применением лазерной технологии

Существует два типа изображений: растровое и векторное. Рассмотрим оба понятия:

Растровое изображение – это изображение, представляющее собой сетку пикселей или точек цветов (обычно прямоугольную) на компьютерном мониторе, бумаге и других отображающих устройствах, и материалах. Каждый пиксель растрового файла хранит информацию о цвете, а их совокупность образует целостную картинку на экране устройства.

Особенности растровых изображений:

– обеспечивают детализацию и реалистичность;

– позволяют создавать разнообразные эффекты и плавные переходы между цветами;

– могут меняться в качестве и чёткости при изменении размеров.

Растровые изображения применяются, когда требуется высокая детализация, реалистичные переходы цвета и точечная корректировка элементов. Такие файлы идеальны для цифровых фотографий, сканов, рекламных макетов, инфографики для маркетплейсов, журнальных и книжных иллюстраций.

В случае работы с таким изображением на лазерном станке полностью передать всю палитру цветов не получится, в силу особенности технологий, но растровое изображение при обработке программным обеспечением лазерного станка становится черно-белым, благодаря этому, есть возможность передать полутоновые оттенки (оттеночность) изображений.

Векторное изображение – это набор примитивов (линий, кривых, квадратов, кругов), описанных математическими формулами. В отличие от растрового рисунка, который представляет набор пикселей разных цветов, в векторной графике пикселей нет.

Рисунок формируется в виде файла, который содержит данные о координатах точек и о линии, пересекающей опорные точки. Кроме этого, файл включает информацию о применённых эффектах. Такой принцип построения цифрового изображения обеспечивает возможность его масштабирования, изменения размера без снижения качества, изменения формы и перегруппировки примитивов для создания новых рисунков на базе исходных объектов. Векторная графика применяется там, где требуется высокая чёткость изображений при увеличении: в полиграфическом производстве, при создании логотипов и других элементов брендинга, при составлении чертежей и схем, в веб-дизайне.

Для подготовки файла, содержащего в себе растровое или векторное изображение, необходимо использовать графический редактор, например, Adobe Illustrator, CorelDRAW или Adobe Photoshop. Далее, подготовить необходимый вам дизайн и экспортировать файл в формате DXF или SVG. При импорте файла в программное обеспечение (ПО) станка – необходимо проверить наличие лишних узлов, упрощение кривых, объединение объектов. Далее, при наличии в файле растрового изображения, необходимо осуществить трассировку. Процесс трассировки заключается в пошаговом отслеживании выполнения алгоритма с целью анализа его работы, выявления ошибок, оптимизации и понимания логики. При работе с ПО лазерного станка, рассматривается вариант как автоматической трассировки, так и ручной. Все инструменты для этого имеются в программе.

После проверки всех необходимых деталей изображений – переходим к следующему шагу – настройке параметров резки:

– Скорость резки. Измеряется в миллиметрах в секунду (мм/с) или дюймах в минуту (дюйм/мин). Более низкие скорости обеспечивают более плавные края и большую точность. Высокие скорости используются для тонких

материалов или более высокой производительности. Для определённой толщины и вида материала существует оптимальная скорость, которая обеспечивает ровный и чистый рез.

– Мощность лазера. Обычно измеряется в ваттах (Вт) и определяет интенсивность лазерного луча и его способность проникать в материалы. Чем больше мощность, тем быстрее и эффективнее происходит весь процесс. Но слишком высокая мощность может привести к перегреву, образованию окалин и даже деформации кромок реза. Для тонких металлов, например, листов из нержавеющей ста-ли или алюминия толщиной до 2 мм, чаще всего используется мощность в диапазоне от 500 до 1500 Вт. Мощность лазера 3000–6000 Вт подойдёт для более толстых материалов, например, стали толщиной 10 мм.

– Количество проходов. Чтобы получить определённую глубину реза, нужно выполнить определённое количество проходов по всей длине изображения. Критерий для оценки – глубина реза, разделённая на толщину, которую имеет лазерный луч.

Существует два вида нанесения изображения с помощью лазерного станка: гравировка и резка.

Растровая гравировка: Лазерный луч перемещается построчно, как луч в принтере, выжигая пиксели на материале. Разрешение – важный параметр растровой гравировки, который определяет количество пикселей на единицу длины или площади. Высокое разрешение обеспечивает более точное воспроизведение мельчайших деталей и плавных переходов цветов на гравируемой поверхности. Оптимальное разрешение зависит от размера гравируемой поверхности и требуемой детализации. Обычно рекомендуется использовать разрешение от 300 до 600 точек на дюйм (DPI). Однако слишком высокое разрешение может привести к увеличению размера файла и замедлению процесса гравирования. Скорость, с которой луч перемещается по материалу, также учитывается при создании рисунков гравировки. Рекомендуется начать с низких значений мощности и медленной скорости движения, постепенно увеличивая их для достижения желаемого эффекта. Чем ниже скорость, тем выше контраст. Мощность лазера можно регулировать, например, изменяя долю времени (рабочий цикл) включения лазера во время каждого импульса. На прямых участках, когда голова разгоняется, работает максимальная мощность, при замедлении на мелких деталях мощность уменьшается.

Векторная резка: Лазерный луч перемещается по векторным контурам, вырезая материал. В случае же векторной гравировки (штриховой) – лазерный луч перемещается по векторным линиям, нанося штрихи на материал. Толщина линий при работе с вектором определяется шириной линий в векторной графике. Лазер будет вырезать только векторную графику с минимально возможной толщиной линий (это зависит от используемого программного обеспечения). Любая другая графика, например сплошные фигуры или более толстые линии, не будет вырезана.

1.2. Виды лазерных источников и их технические возможности, их достоинства и недостатки

В упаковочной индустрии наиболее распространены CO_2 и волоконные лазеры.

CO_2-лазеры, излучающие в инфракрасном диапазоне, эффективны для резки неметаллических материалов, таких как бумага, картон, полимеры и дерево. Они отличаются относительно невысокой стоимостью и простотой обслуживания. Волоконные лазеры, напротив, излучают с меньшей длиной волны, что обеспечивает более высокую поглощаемость материалами и позволяет резать металлы, а также более эффективно обрабатывать тонкие полимерные пленки. При выборе типа лазера необходимо учитывать свойства обрабатываемых материалов, требуемую скорость и точность резки, а также экономические факторы.

CO_2 лазеры работают по принципу усиления света за счет использования газовой среды. Активной средой в данном случае является углекислый газ, который находится в герметичной трубке, оснащенной отражающими зеркалами на каждом конце. Лазерная трубка представляет собой пустотелый стеклянный цилиндр, внутри которого запаяна активная среда. Зеркала образуют оптический резонатор, позволяющий лазерному лучу отражаться назад и вперед, набирая интенсивность с каждым проходом.

При стимуляции электрическим током молекулы азота в газовой смеси возбуждаются, набирают энергию и переходят в высокоэнергетическое состояние. Возбужденные молекулы газа CO_2 высвобождают фотоны, возвращаясь в свое основное состояние, в результате чего образуется когерентный пучок лазерного излучения. На этом этапе лазер достигает состояния, называемого инверсией населенности – точки, в которой в системе больше возбужденных частиц, чем невозбужденных. Для получения пучка света лазером атомы азота должны потерять свое возбужденное состояние путем выделения энергии в виде фотонов. Это происходит, когда возбужденные атомы азота вступают в контакт с очень холодными атомами гелия, что вызывает высвобождение света азотом. Схема устройства лазерного станка показана на рисунках 1–3.

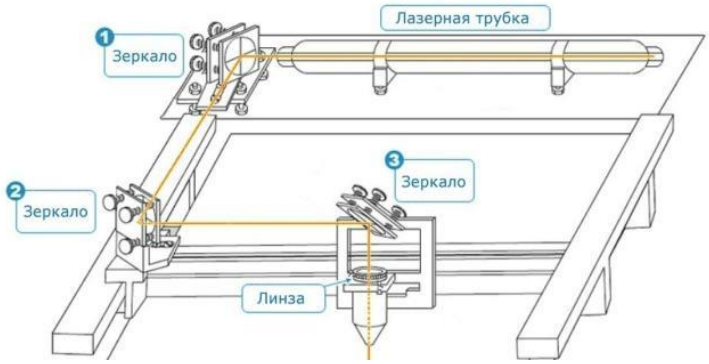


Рис. 1. Схема устройства CO_2 лазерного станка

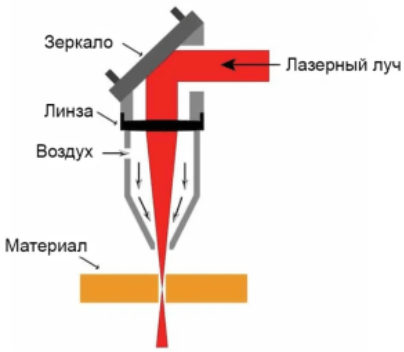


Рис. 2. Схема устройства и работы «головы» CO_2 лазерного станка

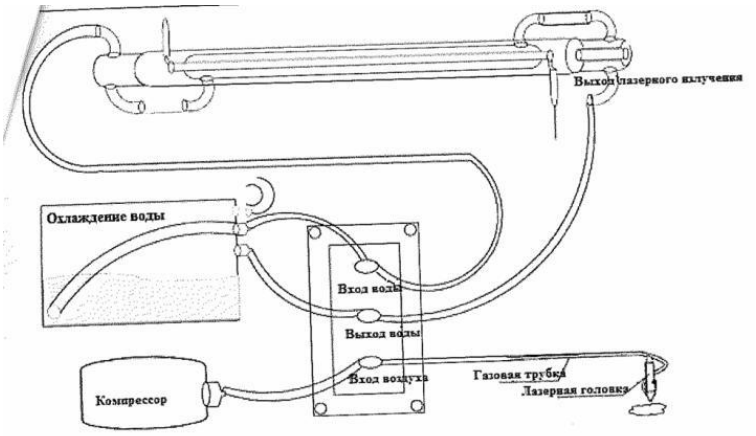


Рис. 3. Установка лазерной трубки, водного чиллера, вытяжного вентилятора, компрессора, провода заземления и др.

CO_2-лазеры обладают многочисленными преимуществами, которые способствуют их широкому распространению в различных отраслях промышленности.

Ключевыми преимуществами CO_2-лазеров являются:

– Универсальность: CO_2-лазеры могут эффективно работать с различными материалами и проводить различные операции с ними, например, металлы, пластмассы, стекло и органические вещества. Управляющие программы, построенные на базе обычных графических эскизов, дают возможность создавать сложные программы. А возможности лазерного станка (даже базовые модели имеют три степени свободы движения «инструмента»-лазера) позволяют превращать заготовку в изделие, на 100% соответствующее своей виртуальной модели.

– Точность: Сфокусированный луч CO_2-лазера обеспечивает точные результаты резки с минимальным термическим воздействием и без брака.

– Скорость и эффективность: CO_2-лазеры быстро обрабатывают различные материалы, увеличивая скорость производства и улучшая технические характеристики полученных изделий.

Бесконтактная резка: Лазерная резка CO_2– это бесконтактный процесс, исключающий необходимость физического контакта с материалом. Это

снижает риск деформации материала и позволяет выполнять резку деликатных или чувствительных материалов.

– Экономичность: CO_2-лазеры очень экономичны благодаря своей производительности, минимальным количеством отходов материала и низким требованиям к обслуживанию.

Недостатками CO_2-лазеров являются:

– Ограниченное поглощение материалами: CO_2-лазеры подходят для материалов, которые могут поглощать 10,6-микрометровую длину волны лазерного луча. Такие материалы, как отражающие металлы, прозрачные пластмассы и некоторые виды керамики, имеют ограниченные возможности поглощения, что может осложнить или сделать невозможным лазерную обработку данных материалов.

– Высокое энергопотребление: CO_2-лазеры в зависимости от их мощности и других факторов могут использовать значительного количества электрической энергии для работы. Энергопотребление может привести к увеличению расходов на электроэнергию, особенно в промышленных условиях, где лазеры используются на протяжении всего дня.

– Размер оборудования: Лазеры могут сильно отличаться по размеру, например газовые маркеры бывают очень компактными и портативными, занимая небольшое пространство в мастерской, но есть и большие устройства, которые могут вызывать трудности при эксплуатации. Для их установки может потребоваться специальное рабочее пространство и надлежащие системы вентиляции. Также для обслуживания и ремонта CO_2-лазеров необходимы специальные знания и технический опыт.

– Ограниченная глубина реза: Глубина реза CO_2-лазера ограничена, так как при резке более толстых предметов энергия лазерного луча может рассеиваться, не успевая полностью проникнуть в материал, это может привести к плохому разрезанию или необходимости нескольких проходов.

– Меры предосторожности: При неправильной эксплуатации станка могут возникнуть проблемы с безопасностью для работников и самого прибора. CO_2-лазеры испускают невидимый инфракрасный лазерный луч, который необходимо контролировать. На предприятии должны обязательно соблюдаться все меры предосторожности, персонал и операторы станков должны быть обучены и проинструктированы. Для защиты глаз необходимо использовать защитные очки, специальную одежду и своевременно настраивать станок.

Волоконные лазеры – это тип твердотельных лазеров, где активной средой является оптическое волокно, легированное редкоземельными элементами, такими как иттербий (Yb), эрбий (Er), тулий (Tm) или неодим (Nd). Принцип работы волоконного лазера основан на использовании эффекта усиления света в оптическом волокне, легированном редкоземельными ионами. Основные этапы работы волоконного лазера включают:

– Накачка: Лазерное волокно накачивается энергией от внешнего источника, обычно это лазерные диоды (накачка диодами). Энергия накачки

поглощается редкоземельными ионами, переводя их в возбужденное состояние.

– Инверсная населенность: в результате накачки создается инверсная населенность, то есть количество ионов в возбужденном состоянии превышает количество ионов в основном состоянии. Это необходимо для усиления света.

– Усиление света: Фотоны с определенной длиной волны, проходя через активную среду, стимулируют возбужденные ионы к переходу в основное состояние с испусканием дополнительных фотонов с той же длиной волны, фазой и поляризацией. Этот процесс называется стимулированным излучением.

– Резонатор: для многократного усиления света используется оптический резонатор, образованный зеркалами (обычно брэгговскими решетками, встроенными непосредственно в волокно). Резонатор позволяет фотонам многократно проходить через активную среду, усиливая их мощность.

– Вывод излучения: Часть излучения выводится из резонатора через полупрозрачное зеркало или другой элемент, формируя выходной лазерный луч.

Волоконные лазеры обладают широким спектром технических возможностей, которые делают их привлекательными для различных применений:

– Высокая мощность: Волоконные лазеры могут генерировать лазерное излучение с высокой средней мощностью, от нескольких ватт до нескольких киловатт и выше.

– Высокая эффективность: Волоконные лазеры отличаются высокой эффективностью преобразования энергии накачки в энергию лазерного излучения, обычно составляющей 20–50% и выше.

– Высокое качество луча: Волоконные лазеры обеспечивают высокое качество лазерного луча с малым расхождением и высокой яркостью, что позволяет фокусировать луч в очень маленькое пятно.

– Широкий диапазон длин волн: Волоконные лазеры могут генерировать излучение в широком диапазоне длин волн, от инфракрасного до видимого и ультрафиолетового спектра, путем использования различных редкоземельных элементов и нелинейных оптических процессов.

– Различные режимы работы: Волоконные лазеры могут работать в различных режимах, включая непрерывный (CW), импульсный (Q-switching, mode-locking) и модулированный.

– Компактность и надежность: Волоконные лазеры отличаются компактностью, прочностью и надежностью, поскольку активная среда и резонатор интегрированы в оптическое волокно, что защищает их от внешних воздействий.

– Простота обслуживания: Волоконные лазеры не требуют сложного обслуживания, поскольку не содержат подвижных частей и газовых сред.

Недостатки волоконных лазеров:

– Высокая стоимость: Первоначальная стоимость волоконных лазеров может быть выше, чем у других типов лазеров, особенно для систем с высокой мощностью.

– Ограниченная универсальность в плане материалов: несмотря на то, что волоконные лазеры хорошо работают с металлами, некоторые полимеры и органические материалы могут быть сложнее в обработке из-за длины волны излучения. Для этих материалов могут потребоваться другие типы лазеров (например, CO_2-лазеры).

– Потенциальная опасность для глаз: Лазерное излучение волоконных лазеров невидимо для человеческого глаза и может быть опасным для зрения, поэтому необходимо соблюдать строгие меры безопасности при работе с ними.

– Чувствительность к обратному отражению: в некоторых случаях обратное отражение лазерного излучения от обрабатываемого материала может повредить лазерный источник, поэтому необходимо использовать специальные оптические изоляторы.

– Требования к системе охлаждения: несмотря на то, что волоконные лазеры более эффективны, чем некоторые другие типы, системы с высокой мощностью все равно требуют эффективной системы охлаждения для поддержания стабильной работы.

Бумага и картон, представленные в огромном разнообразии видов и плотностей, являются одними из самых востребованных и часто обрабатываемых материалов в упаковочном производстве, особенно при использовании CO_2 лазеров. От тонкой оберточной бумаги до плотного гофрированного картона, используемого для транспортировочной тары, лазер позволяет создавать сложные высечки, надрезы, перфорации и гравировки с высокой точностью и детализацией. Лазерная резка картона позволяет создавать не только функциональные элементы, такие как клапаны и замки, но и декоративные элементы, например, ажурные вырезы и объемные фигуры, что особенно важно для премиальной и подарочной упаковки. Возможность бесконтактной обработки минимизирует деформацию материала и обеспечивает чистый, аккуратный край. Важно учитывать, что различные сорта бумаги и картона по-разному реагируют на лазерное излучение, и для достижения оптимального результата необходимо тщательно подбирать параметры резки (мощность, скорость, частота импульсов). Слишком высокая мощность может привести к обугливанию края, а слишком низкая – к неполной резке.

Дерево и древесные композитные материалы, такие как фанера, МДФ (Medium-Density Fiberboard) и ДВП (древесноволокнистая плита), все чаще используются для создания премиальной и экологичной упаковки, особенно в сегменте алкогольной продукции, подарочной упаковки и упаковки для предметов роскоши. Лазерная резка позволяет вырезать сложные узоры, создавать 3D-конструкции, наносить логотипы и персонализированные надписи на деревянные поверхности с высокой точностью и детализацией.

Деревянная упаковка не только обеспечивает надежную защиту продукта, но и придает ему элегантный и престижный вид. При выборе древесины для лазерной резки необходимо учитывать ее плотность, твердость и содержание смол, так как эти факторы влияют на качество реза и скорость обработки. Более твердые породы дерева, такие как дуб и бук, требуют более высокой мощности лазера.

В последнее время лазерная резка все чаще применяется для обработки ткани и текстильных материалов, используемых для создания мягкой упаковки, сумок, чехлов и других видов текстильной упаковки. Лазер позволяет вырезать сложные узоры, наносить аппликации и создавать перфорацию на ткани с высокой точностью и минимальным оплавлением краев. Текстильная упаковка часто используется для косметической продукции, ювелирных изделий и других деликатных товаров, требующих бережного хранения и транспортировки.

2. Исследовательская часть

2.1. Описание оборудования и приборов

В работе использовались следующие виды оборудования: MC Laser 1610 и GCC LaserPro Spirit GLS30. Их характеристики представлены в таблице 1 и 2 соответственно:

Таблица 1

Характеристики лазерного станка GCC LaserPro Spirit GLS30

Параметры	Оборудование
	GCC LaserPro Spirit GLS30
Размеры, мм	1365 x 880 x 1010
Вес, кг	155
Дисплей	4-строчная ЖК-панель
Макс. скорость двигателей	2000 мм/с
Максимальный размер загружаемого материала	1016 x 610 x 177 мм
Мощность трубки лазера	60 Вт
Объем памяти	32 МБ (макс. 64 МБ)
Осей	3
Потребляемая мощность	2000 Вт
Производитель излучателя	Synrad 48-series
Рабочее поле	860 мм x 610 мм
Разрешение, DPI	125, 250, 300, 380, 500, 600, 760, 1000
Тип лазера	отпаянный CO2 лазер
Тип охлаждения лазерной трубки	воздушное

Таблица 2

Характеристики лазерного станка MC Laser 1610

Параметры	Оборудование
	MC Laser 1610
Мощность лазерного источника	RECI W2 90 Вт
Тип излучателя	CO2
Разрешение	0,025 мм
Точность позиционирования	0,01 мм
Скорость гравировки	500 мм/сек
Охлаждение лазера	Водяное
Габаритные размеры станка	2050/1450/1050 мм
Масса нетто	410 кг
Система охлаждения	Один контур
Рабочее поле	1600x1000 мм

2.2. Виды лазерных источников и их технические возможности, их достоинства и недостатки

В процессе обработки тонких материалов лазерным оборудованием производители сталкиваются с рядом технологических сложностей, среди которых особого внимания заслуживают проблемы воспламеняемости материала и образования копоти. Данные явления возникают преимущественно при неоптимальных параметрах обработки.

В рамках настоящего исследования был проведен комплексный эксперимент по лазерной резке следующих материалов:

– дизайнерская бумага плотностью 300 г/м²;

– трехслойный гофрокартон;

– мелованный картон.

– крафтовая бумага

Методика исследования включала:

1. Создание тестовых образцов с вариативными параметрами обработки

2. Разработку шкалы оценки, учитывающей:

– скорость реза (от 0 до 100 мм/с);

– мощность излучения (до 50 условных единиц);

– сложность и размер графических элементов;

– параметры гравировки.

3. Индивидуальную настройку фокусировки луча для каждого материала

Варианты рисунков подготавливались в графическом редакторе CorelDraw, затем переводились в формат dxf, и далее файл импортировался в ПО станка – программу LightBurn, в которой выставлялись настройки резки, после чего файл отправлялся на станок и происходил процесс резки.

Результаты исследований представлены на рисунках 4–7.

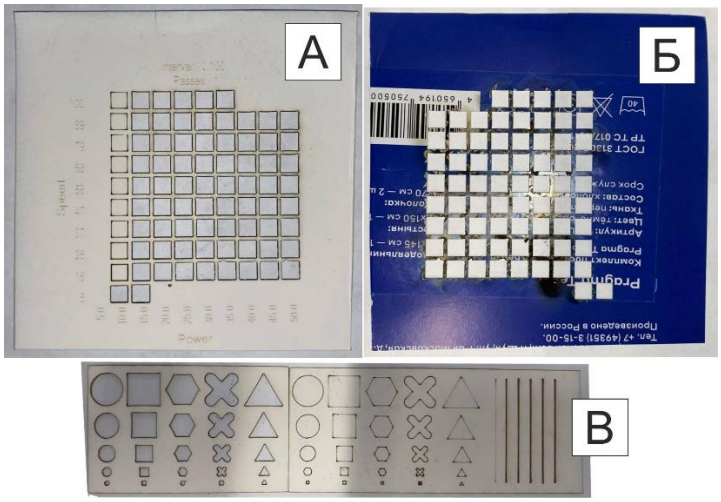


Рис. 4. А – тест-объект «мелованный картон»; б – проба резки и гравировки, в – шкала соответствия скорости и мощности лазерного станка

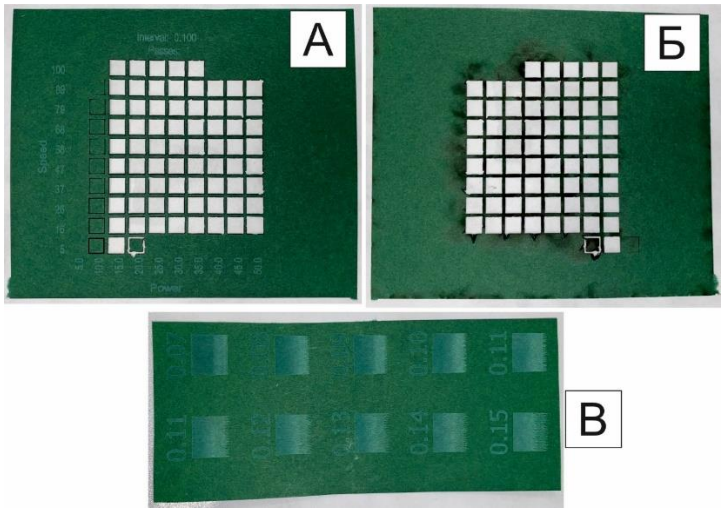


Рис. 5. А – тест-объект «бумага 300 г/м^2»; б – проба резки и гравировки, в – шкала соответствия скорости и мощности лазерного станка

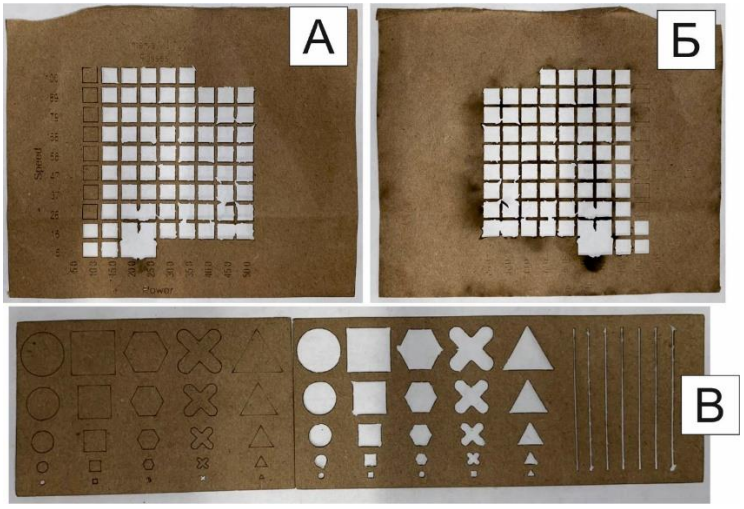


Рис. 6. А – тест-объект «крафтовая бумага» б – проба резки и гравировки, в – шкала соответствия скорости и мощности лазерного станка

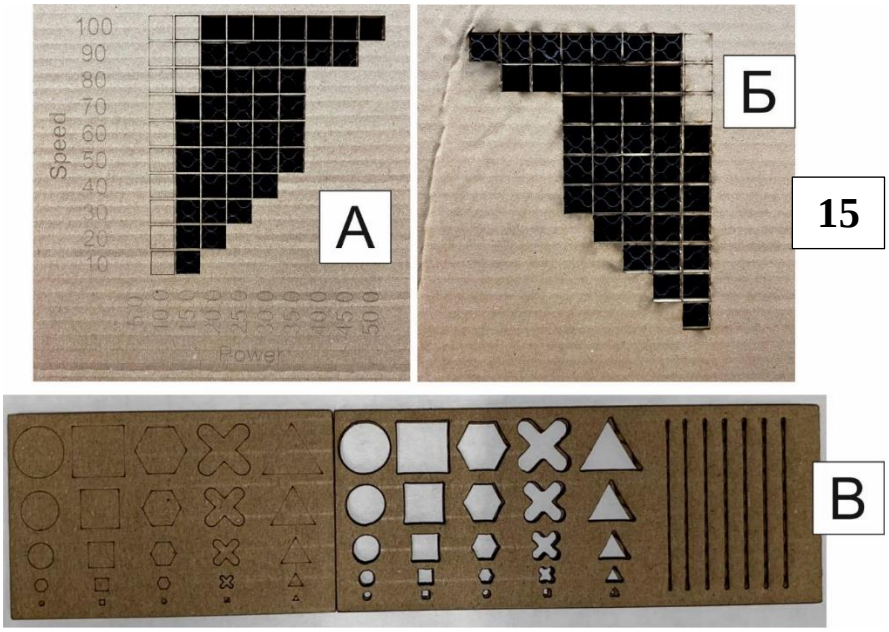


Рис. 7. А – тест-объект «трехслойный гофрокартон» б – проба резки и гравировки, в – шкала соответствия скорости и мощности лазерного станка

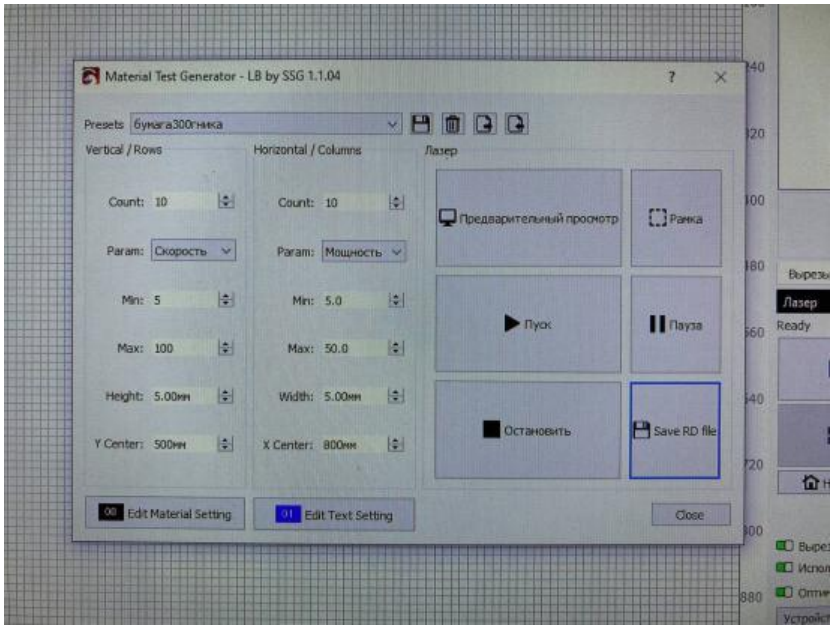


Рис. 8. Окно для создания шкалы на тест-объекте

Ключевые наблюдения: соотношение скорости и мощности – очень важный параметр в лазерной резке. На таких материалах, как фанера, к примеру, последствия могут быть не так заметны, но на более тонких материалах может нарушиться целостность рисунка, а также, он может быть испорчен возникающим при резке нагаром. С увеличением мощности реза линия становилась шире, копоти становилось больше, а также происходила деформация материала. С увеличением скорости контур читался лучше, копоти, соответственно, становилось меньше.

Сравнение традиционных методов производства упаковки с производством на лазерном станке приведено в таблице 3.

Таблица 3

Сравнение традиционных методов производства упаковки с производством на лазерном станке

Характеристика	Формная пластина	Лазерная резка
Точность реза	±0,5 мм	±0,1 мм
Отходы материала	15–20%	5–7%
Себестоимость	50 руб./ед.	40 руб./ед.
Скорость резки	5 мин./ед.	2 мин./ед.
Гибкость производства	Ограничена формой пластины	Высокая (возможность быстрой смены дизайна)
Качество краев	Возможны неровности, сколы	Чистые, ровные края без дефектов
Экологичность	Высокий уровень отходов	Минимальные отходы

Выводы

1. Лазерная резка позволяет значительно повысить точность и скорость производства упаковки премиального сегмента.

2. Внедрение лазерной резки снижает количество отходов и себестоимость продукции.

3. Использование инструментов управления качеством обеспечивает стабильность и контроль процессов.

4. Результаты исследования подтверждают экономическую целесообразность внедрения лазерной резки в производство упаковки.

Список литературы

1. MC-1610. – [Электронный ресурс]. – URL: https://mclaser.ru/shop/lazernoe-oborudovanie/lazernyie-stanki/mc-1610.html?ysclid=m93211aogu671135153 (дата обращения: 28.03.2025).

2. Бумага, фольга, картон и другие упаковочные материалы. – [Электронный ресурс]. – URL: https://compuart.ru/article/24907?ysclid=m936a8c8ho743834116 (дата обращения: 02.04.2025).

3. Введение в упаковку: история, виды, применение. – [Электронный ресурс]. – URL: https://mkfgroup.ru/blog/stati/vvedenie-v-upakovku-istoriya-vidy-primenenie.html (дата обращения: 02.03.2025).

4. Векторная графика – что это такое? – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.informcad.ru/blog/vektornaya-grafika-chto-eto-takoe (дата обращения: 15.03.2025).

5. Волоконные лазеры: все, что нужно о них знать. – [Электронный ресурс]. – URL: https://hypower.ru/articles/tekhnologii/volokonnye-lazery-vse-chto-nuzhno-o-nikh-znat/ (дата обращения: 09.03.2025).

6. Изменения в российской индустрии упаковки 2024. – [Электронный ресурс]. – URL: https://rosupack.com/ru/media/news/2024/june/18/izmeneniya-v-rossijskoj-industrii-upakovki-2024/?ysclid=m93246t2nb256378925 (дата обращения: 09.03.2025).

7. Как работает станок для лазерной резки: Полное руководство – ADH Machine Tool. – [Электронный ресурс]. – URL: https://www.adhmt.com/ru/demystifying-laser-cutting-technology-how-does-a-laser-cutting-machine-work/ (дата обращения: 21.02.2025).

8. Как работать на лазерном станке с ЧПУ. – [Электронный ресурс]. – URL: https://infolaser.ru/stati/kak-rabotat-na-lazernom-stanke-s-chpu/ (дата обращения: 21.02.2025).

9. Консолидация. – [Электронный ресурс]. – URL: https://printdaily.ru/upakovka-i-etiketka/konsolidaciya?ysclid=m9324k8b9p616870849 (дата обращения: 02.03.2025).

10. Лазерная резка и гравировка картона и бумаги. – [Электронный ресурс]. – URL: https://laserstore.ru/blog/lazernaya-rezka-i-gravirovka-kartona-i-bumagi/?ysclid=m5xvqk3ibi180080288 (дата обращения: 28.03.2025).

11. Лазерная резка и гравировка картона, бумаги: от разработки макета до готового изделия. – [Электронный ресурс]. – URL: https://smithlaser.ru/blog/lazernoe-oborudovanie/lazernaya-rezka-i-gravirovka-kartona-bumagi/?ysclid=m5xvyw4xbe413226958#stat1 (дата обращения: 15.03.2025).

12. Лазерный станок для резки и гравировки с ЧПУ. – [Электронный ресурс]. – URL: https://smithlaser.ru/blog/lazernoe-oborudovanie/lazernyj-stanok-dlya-rezki-i-gravirovki-s-chpu/?ysclid=m936267wuf435013209 (дата обращения: 09.03.2025).

13. Области применения CO_2 лазерных режущих станков. – [Электронный ресурс]. – URL: https://moyelement.com/news/oblasti-primeneniya-so2-lazernyh-rezhushhih-stankov/ (дата обращения: 12.03.2025).

14. Особенности упаковки премиум-класса. – [Электронный ресурс]. – URL: https://zavodprotey.ru/articles/osobennosti-upakovki-premum-klassa/ (дата обращения: 02.04.2025)

15. Углекислотный (CO_2) лазер. – [Электронный ресурс]. – URL: https://laserstore.ru/blog/uglekislotnyy-co2-lazer/?ysclid=m5y2l8ivpy650371924#stat1 (дата обращения: 02.04.2025).

16. Форматы графических изображений. – [Электронный ресурс]. – URL: https://gb.ru/blog/formaty-graficheskih-izobrazhenij/ (дата обращения: 15.03.2025)

17. Что такое волоконный лазер? – [Электронный ресурс]. – URL: https://laserstore.ru/blog/chto-takoe-volokonnyy-lazer/?ysclid=m84z9raqs8569752978 (дата обращения: 01.03.2025).

18. Что такое оптоволоконный лазер простыми словами, преимущества и применение? – [Электронный ресурс]. – URL: https://smithlaser.ru/blog/lazernoe-oborudovanie/chto-takoe-optovolokonnyj-lazer-prostymi-slovami-preimushhestva-i-primenenie/?ysclid=m93694u0nd270064771 (дата обращения: 02.04.2025).

Паничкин Т.А., Репинский Б.А.
студенты
*Научные руководители**:*** ***Шагова Ю.О.***
старший преподаватель
Гавриш В.М.
к.т.н., доцент
Севастопольский государственный университет
Россия, Севастополь

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ МОДИФИКАЦИИ НАНОЧАСТИЦАМИ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Аннотация. Новые композитные материалы всё сильнее набирают популярность и вытесняют традиционные металлические сплавы в промышленности, за счёт физических характеристик материала и экономических факторов. Перспективной отраслью применения новых материалов, могут стать пары трения низкой стоимости, для этого необходимо повысить износостойкие характеристики композитов. Перспективным решением данного вопроса может выступать модификация композитов наночастицами. В данном исследовании использовались наночастицы вольфрам содержащих соединений WC, WO_3, ТТК, в качестве модификатора для полиэтилена высокого давления с целью повышения механических характеристик материала. Также проведены эксперименты по определению абразивной стойкости нового материала. Определён характер влияния наночастиц вольфрам содержащих соединений на истираемость полиэтилена высокого давления.

Ключевые слова: Полиэтилен высокого давления; наночастицы; вольфрам содержащие соединения, абразивный износ.

Panichkin. T.A., Repinsky. B.A.
Students
Scientific Advisors: ***Shagova Yu.O***.
Senior Lecturer
Gavrish V.M.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Sevastopol State University
Russia, Sevastopol

INVESTIGATION OF INCREASING THE WEAR RESISTANCE OF HIGH-PRESSURE POLYETHYLENE BY MODIFYING TUNGSTEN-CONTAINING COMPOUNDS WITH NANOPARTICLES

Abstract. New composite materials are increasingly gaining popularity and replacing traditional metal alloys in industry due to the physical characteristics of the material and economic factors. Low-cost friction pairs can become a promising industry for the use of new materials, for this it is necessary to increase the wear-resistant characteristics of composites. A promising solution to this issue may be the modification of composites with nanoparticles. In this study, nanoparticles of tungsten-containing compounds WC, WO3, TTK, were used as a modifier for

high-pressure polyethylene in order to improve the mechanical characteristics of the material. Experiments have also been conducted to determine the abrasion resistance of the new material. The nature of the effect of nanoparticles of tungsten-containing compounds on the abrasion resistance of high-pressure polyethylene has been determined.

Keywords: High-pressure polyethylene; nanoparticles; tungsten-containing compounds, abrasive wear.

Введение

Согласно экспертным оценкам [1, 4], в настоящее время ежегодный рост рынка композитных материалов составляет до 7% и в 2027 году возрастет до 112 миллиарда долларов. Высокие темпы развития рынка полимерных композиционных материалов определяются широким спектром их свойств, превосходящих свойства традиционных материалов в виде металлов и цветных сплавов, а также вариативным подходом к созданию изделий из них. Растёт спрос на производство износостойких и мало фрикционных полимеров, для применения их в промышленности в качестве пар трения в различных механизмах. Наиболее предпочтительными материалами для этих целей выступают такие виды углеводородов как:

- нейлон 66, полиамид 6;
- тефлон, фторопласт 4;
- высокомолекулярный полиэтилен, углепластик;
- стеклотекстолит;
- полиуретан, полиацеталь;
- капролон.

Вышеприведенные материалы обладают приемлемыми износостойкими качествами, подходящими для использования в сухих парах трения в малонагруженных механизмах. Пары трения из этих материалов легче, а главное дешевле металлических аналогов. Однако стоимость этих инженерных углеводородов и полимеров значительно превышает стоимость классических материалов, используемых в повседневной жизни. Соответственно, поиск и разработка материалов применимых в области пар трения, особенно конкурентоспособных по цене без существенного снижения качества получаемой продукции является актуальной задачей. В качестве замены ранее применявшихся материалов может выступать модифицированный полиэтилен высокого давления.

Ряд научных статей свидетельствует о том, что перспективным методом повышения износостойкости к истиранию для полиэтилена и других углеводородов, является использование наночастиц различных соединений:

1. Наночастицы оксида алюминия.

Исследования в изучении свойств трения и износа полиэтилентерефталата (ПЭТ), наполненного наночастицами оксида алюминия (до 10 мас. нанонаполнителя) показали следующие результаты. Добавление наночастиц оксида алюминия может повысить износостойкость почти в 2 раза по сравнению с ненаполненным полимером. Кроме того, во многих случаях

также снизился средний коэффициент трения. Такое поведение было связано с образованием более адгезивной пленки для переноса, которая защищает образец от стальной поверхности, хотя наличие оптимального содержания наполнителя можно объяснить образованием абразивных агломератов внутри пленок для переноса в образцах с более высоким содержанием модификатора [2].

2. Наночастицы оксида титана.

Модификация PEI наночастицами титана в присутствии коротких углеродных волокон (SCF), а также хлопьев графита (Chang et al., 2005). Испытания на износ были проведены на устройстве «штифт на диске» с использованием композитных штифтов против аналогов из полированной стали в условиях сухого скольжения, различных контактных давлений и различных скоростей скольжения. В ходе исследования было установлено, что SCFS и графитовые хлопья значительно улучшают износостойкость. Кроме этого, добавление наночастиц TiO_2 снизило коэффициент трения и температуру контакта композитов, особенно в условиях высокой фотоэлектрической нагрузки [3].

3. Наночастицы оксида кремния.

Исследование трибологических свойств нейлона, модифицированного наночастицами SiO_2. Результаты экспериментов на контактный износ показали следующие результаты. Наночастицы SiO_2 способны эффективно снизить коэффициент трения и скорость износа нейлона 6: в частности, добавление 2% мас. наночастиц SiO_2 определило снижение коэффициента трения с 0,5 до 0,18. Это было возможно поскольку поверхность нанокомпозитов нейлон 6 была хорошо защищена переводной пленкой на металлической ответной поверхности. В то же время низкая нагрузка на кремнезем привела к снижению скорости износа в 140 раз, в то время как эффект от более высоких нагрузок на кремнезем был менее выраженным [4].

Вышеперечисленные технологии способствуют повышению износостойких качеств полимеров. Однако главным общим недостатком является стоимость применяемых наночастиц, что приводит к избыточной конечной стоимости продукта и снижению конкурентоспособности потенциального изделия. Одним из возможных методов решения данной проблемы, может стать применение наномодификатора низкой стоимости.

В научно-образовательном центре «Перспективные технологии и материалы» Севастопольского государственного университета проводились исследования о возможности применения в качестве модификатора для ПЭТ наночастиц вольфрам содержащих соединений, полученные модификаторы отличаются от конкурентов низкой себестоимостью производства (получены из отходов твердосплавных изделий). Результаты исследование представлены ниже.

В процессе проведения исследования использовался ряд стандартов ГОСТ, регулирующих ход эксперимента:

- ГОСТ 11012-2017 – Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ. 08.2017.
- ГОСТ 12019 – 2021 – Пластмассы. Изготовление образцов для испытаний из реактопластов. Общие требования. 11.2021.

Работы проводились на универсальной машине трения – трибометр МТ393, производитель «МЕТРОТЕКС» г. Москва.

Эксперимент проводился по методу пара трения «штифт – плоскость» (рис. 1) [7]. Где штифт – это цилиндрический образец из вторичного ПЭТ, а в качестве плоскости выступает шлифовальная шкурка шероховатостью Р150 согласно ГОСТ 11012–2017 [5].

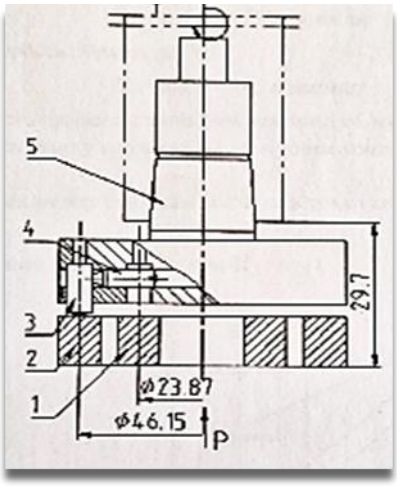


Рис. 1. Оснастка для закрепления образцов на шпинделе машины трения. 1 – плоскость малого диаметра, 2 – плоскость большого диаметра, 3 – образец, 4 – винт, 5 – патрон [7]

Для проведения эксперимента были изготовлены образцы с использованием экструдера SJ125 и универсальной литейной матрицы (рис. 2).

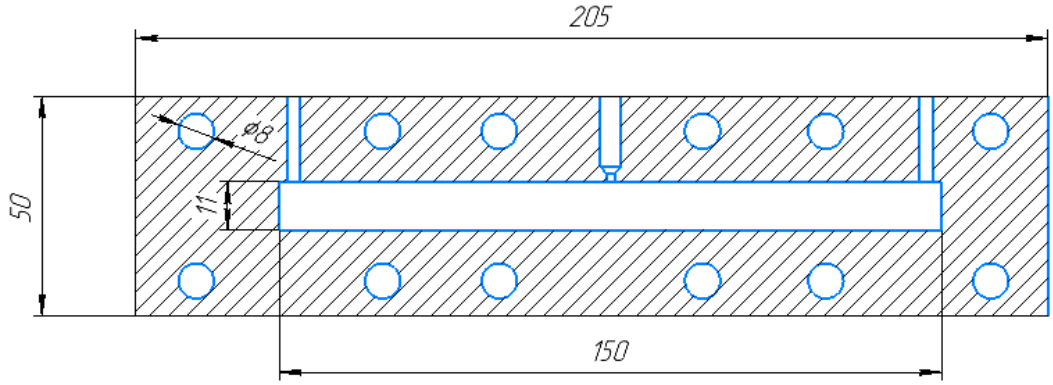


Рис. 2. Чертёж литейной матрицы для производства образцов

После изготовления и выдержки образцов согласно ГОСТ 12019–2021 производилась черновая шлифовальная операция на шлифовальной машинке Fabtec FWG200 для подгонки поверхности торцевых плоскостей образцов. После этого образцы маркировались и взвешивались на электрон-

ных весах МЛ 0,2-II В1ЖА «Ньютон», далее в установочные места специальной оснастки устанавливались и закреплялись 3 стандартных образца. Оснастка крепилась к шпинделю машины трения. Шпиндель приводился во вращение с частотой 150 оборотов в минуту, что соответствует линейной скорости движения образца 0,33 м/с. Стол машины трения вместе с закрепленной на ней шлифовальной шкуркой поднимался и прижимал шлифовальную шкурку к поверхности образцов под нагрузкой 45 Н согласно [7]. Шлифовальная шкурка, закрепленная на столе трибометра, автоматически перемещалась в плоскости перпендикулярной оси вращающихся образцов, для обновления режущих абразивных зерен, вступающих в контакт с образцами.

Конечным этапом подготовки образцов была притирка на машине трения на дистанции истирания 10 м. Этот этап был реализован для создания одинаковых параметров шероховатости и прямолинейности торцевой поверхности образцов.

Эксперименты проводились на дистанции истирания в 20, 30 и 50 метров соответственно. Для каждого процесса истирания использовалась новая шлифовальная шкурка зернистостью Р150, производитель компания KUDIS. После каждого процесса истирания образцы извлекались и проходили процедуру контрольного взвешивания, на весах МЛ 0,2-II В1ЖА «Ньютон».

Согласно ГОСТ 11012–2017, [5], за показатель истирания образца пластмассы принимают величину уменьшения его объема, мм^3 на 1 м пути истирания. И вычисляется по формуле.

$$\Delta V = \frac{M_1 - M_2}{\rho \cdot L \cdot 10^{-3}} \cdot 1000,$$

где: M_1 – масса образца до процесса истирания, мг,

M_2 – масса образца после процесса истирания, мг,

ρ – плотность вещества, г/см^3,

L – длина процесса истирания, м.

Для определения плотности материала согласно ГОСТ 11012 – 2017, [5], образцы взвешивались, после чего показатель массы делился на объём образцов для определения плотности материала, результаты измерений указаны в таблице 1.

Таблица 1

Плотности образцов

Материал	Модификатор к массе основы	Плотность, г/см^3
ПВД	-	0,92
ПВД	+3% WC	1,130
ПВД	+3% WO_3	1,077
ПВД	+3% ТТК	1,090
ПНД	-	0,95
ПНД	+3% WC	1,160
ПНД	+3% WO_3	1,116
ПНД	+3% ТТК	1,174

Результаты проведённых экспериментов для ПЭТ ВД представлены в таблицах 2-6.

Таблица 2

Вторичный ПЭТ высокого давления (ВД), образцы без модификации

Длина процесса истирания м.	Суммарная потеря массы образцов, мг	Потеря объёма на 1 м. длины истирания, мм^3/м.
20	53	2,880
30	67	2,428
50	86	1,869
Общее значение	206	7,177

Таблица 3

Вторичный ПЭТ высокого давления (ВД), модифицированный наночастицами карбида вольфрама WC

Длина процесса истирания м.	Суммарная потеря массы образцов, мг	Потеря объёма на 1 м. длины истирания, мм^3/м.
20	60	2,654
30	74	2,182
50	75	1,320
Общее значение	209	6,156

Таблица 4

Вторичный ПЭТ высокого давления (ВД), модифицированный наночастицами оксида вольфрама WO_3

Длина процесса истирания м.	Суммарная потеря массы образцов, мг	Потеря объёма на 1 м. длины истирания, мм^3/м.
20	60	2,785
30	62	1,918
50	73	1,355
Общее значение	195	6,058

Таблица 5

Вторичный ПЭТ высокого давления (ВД), модифицированный наночастицами смеси карбидов титана, тантала и вольфрама ТТК.

Длина процесса истирания м.	Суммарная потеря массы образцов, мг	Потеря объёма на 1 м. длины истирания, мм^3/м.
20	51	2,339
30	65	1,988
50	67	1,229
Общее значение	183	5,556

Таблица 6

Сводная таблица результатов эксперимента ПЭТ ВД.

Материал образца	Суммарная потеря массы образцов, мг	Потеря объёма на 1 м. длины истирания, мм^3/м.
Стандарт	206	7,177
WC	209	6,156
WO_3	195	6,058
ТТК	182	5,556

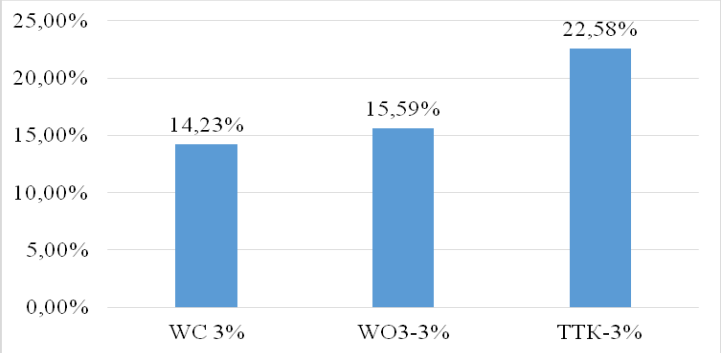


Рис. 3. Изменение характеристики абразивной стойкости в сравнении с показателями стандартного материала ПЭТ ВД

Вывод

Результаты эксперимента показали, модификация вторичного ПЭТ ВД 3% наночастицами WC снижает абразивный износ на 14,23%, модификация 3% наночастицами ТТК соответственно на 22,58%, модификация 3% наночастицами WO_3 соответственно на 15,59%.

Тем самым, была подтверждена возможность повышения износостойких характеристик полиэтилена, что является крайне важным свойством для пар трения.

Ряд научных исследований, приведённых в работе, также свидетельствует о том, что применение наночастиц различных соединений способно

повысить износостойкие характеристики и других полимеров. Следовательно, можно предположить, что подобная модификация других полимеров предлагаемой технологией будет носить положительный характер. Однако данное утверждение требует дополнительных исследований.

Список литературы

1. Бхимараи, П. Влияние морфологии матрицы на износ и трение композитов из оксида алюминия наночастиц полиэтилентерефталата [Текст]/ Беррис, Д.Л., Экшн, Дж., Сойер, У.Г., Тони, К.Г., Сигел, Р.В., Шадлер, Л.С. // Износ- 2005 – том 258, стр. 1437-1443.
2. Гарсия, М. Исследования нанокомпозитов из нейлона 6/SiO_2, терние и износ. [Текст]/ Рой М., Виннбюст Л, Зил В. Вервей Х. // Журнал прикладной науки о полимерах – (2004) – том 92, стр. 1855-1862.
3. ГОСТ 11012-2017 – Пластмассы. Метод испытания на абразивный износ. 08.2017.
4. ГОСТ 12019 – 2021 – Пластмассы. Изготовление образцов для испытаний из реактопластов. Общие требования. 11.2021.
5. Технический паспорт трибометра МТ 393.
6. Чанг Ли. Влияние наночастиц на трибологические свойства поли (эфиримидных) композитов, армированных коротким углеродным волокном. [Текст]/ Чжан З., Чжан Х., Фридрих К // Журнал прикладной науки о полимерах, – 2005 – том 108, стр. 1675-1679.
7. Композитный мир: электронный журнал https://compositeworld.ru дата обращения (21.11.2012).

Партолин Е.Д., Артюх М.В., Лощёнин Н.А., Калмыков В.О.
студенты
*Научный руководитель**: Нечаев А.С.***
к.т.н., доцент
Самарский государственный технический университет
Россия, Самара

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СВЧ-ИЗДЕЛИЙ

Аннотация. Данная статья посвящена разработке структуры программно-аппаратного комплекса по измерению электрофизических параметров (тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости) сверхвысокочастотных СВЧ изделий. Новизна работы заключается в исполнение нового образца государственного стандарта (ГОСТ) с использованием современного отечественного оборудования.

Ключевые слова: электрофизические параметры; тангенс угла потерь, диэлектрическая проницаемость; СВЧ ферриты; СВЧ диэлектрики.

Partolin E.D., Artyukh M.V., Loshenin N.A., Kalmykov V.O.
Students
Scientific Advisor: ***Nechaev A.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Samara State Technical University
Russia, Samara

DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE OF A SOFTWARE AND HARDWARE COMPLEX FOR MEASURING THE ELECTROPHYSICAL PARAMETERS OF MICROWAVE PRODUCTS

Abstract. This article is devoted to the development of the structure of a software and hardware complex for measuring electrophysical parameters (tangent of the dielectric loss angle and permittivity) of microwave products. The novelty of the work lies in the execution of a new sample of the state standard using modern domestic equipment.

Keywords: Electrophysical parameters; loss angle tangent, dielectric constant; microwave ferrites; microwave dielectrics.

Введение

Производители и потребители изделий из СВЧ-материалов сталкиваются с потребностью измерения таких электрофизических параметров, как диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь.

В ходе выполнения проекта решается проблема получения удобного в использовании и наиболее компактного измерительного комплекса, что приведет к сокращению времени испытаний, снижению рисков при производстве и повысит количество годных СВЧ-изделий на выходе.

Основная часть

Для измерений диэлектрических параметров методами в ГОСТ Р 8.623-2015 применяется анализатор цепей скалярного типа Р2М-18 или не уступающий ему по характеристикам. Схема такой установки использует следующие модули: частотомер, генератор СВЧ, развязывающий вентиль, измерительный аттенюатор, измерительный резонатор, детектор СВЧ, индикатор резонанса с выходом напряжения развертки, вольтметр. Возможно применение векторного анализатора цепей в режиме измерения коэффициента передачи мощности (квадрата модуля комплексного коэффициента передачи).

Для измерений диэлектрических параметров ферритов в СВЧ диапазоне методами в ГОСТ Р 71432-2024 предлагается использование схемы измерительного комплекса, структурная схема которого представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Структурная схема установки по ГОСТ Р 71432-2024

Для реализации методов измерений в настоящей работе предлагается применение анализатора цепей (скалярного (САЦ) или векторного (ВАЦ)) или комбинации двух рефлектометров, функционально реализующих работу ВАЦ. Данное решение позволит уменьшить количество составных элементов общей установки и её габариты, при этом сохранив функциональность комплекса. На рисунке 2 представлена структурная схема установки с использованием векторного анализатора цепей. На рисунке 3 – схема измерительного комплекса с использованием двух векторных рефлектометров, заменяющих функционально ВАЦ.

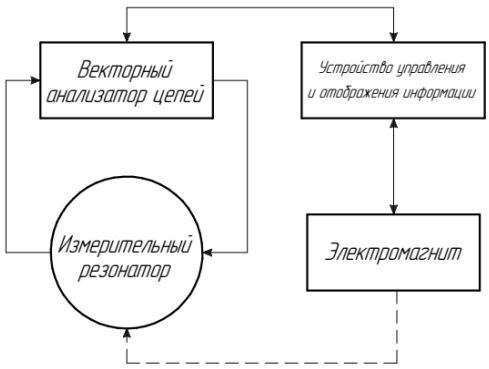


Рис. 2. Структурная схема измерительного комплекса с ВАЦ

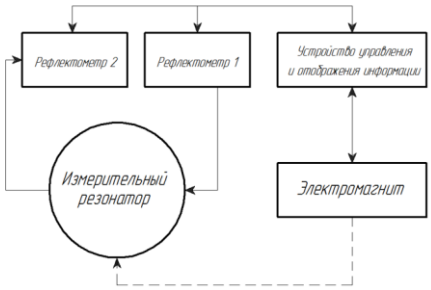


Рис. 3. Структурная схема измерительного комплекса с рефлектометрами

Для использования векторного анализатора цепей или двух рефлектометров необходимо провести сравнительный анализ соответствия оборудования требованиям ГОСТ (таблица). Сравнение произведено на основе оборудования, предоставленного компанией «PLANAR», отечественного разработчика и производителя высокотехнологичного электронного оборудования.

Таблица

Сравнительный анализ соответствия рефлектометров «CABAN R180» требованиям предъявляемым по ГОСТ

Методы по ГОСТ Р 8.623–2015			
№	Требование по ГОСТ	Соответствие	Комментарий
1	*2*	*3*	*4*
1	Методы допускают измерение в частотном диапазоне от 6 до 20 ГГц.	Соответствует	Возможность рефлектометров «CABAN R180» позволяет использовать их до 18ГГц. Использование ВАЦ серии Кобальт (например С4420) с диапазоном рабочих частот от 0,1 МГц до 20 ГГц позволяет перекрыть необходимые требования. Стоит отметить, что использование рефлектометров CABAN R180 допустимо, если необходимо проводить исследования свойств материалов до 18ГГц.
2	Диапазон регулирования выходной мощности от –55 до +13 дБ/мВт	Соответствует	Использование ВАЦ серии Кобальт (например С4420) имеет значение данного параметра от –60 до +10 дБ/мВт, что является допустимым.
3	Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты ($\pm 1*10^{-6}$)	Соответствует с допуском параметров	Погрешности установки частоты ВАЦ серии Кобальт больше, чем необходимо ($\pm 2*10^{-6}$). Однако, данная погрешность не является критической, поскольку ложиться в методику расчета диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь и будет влиять на оцениваемую погрешность измерения параметров, и может быть допустимой для проверки материала.
4	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи $\pm (0,02*\|A\|+0,2)$ дБ	Соответствует	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи рефлектометра CABAN R180 и ВАЦ серии Кобальт ± 1 дБ. Для резонаторов, разработанных для реализации ГОСТ Р 8.623-2015 пики АЧХ на резонансных частотах находятся в пределах от -25 дБ до -42 дБ, что соответствует допускаемой абсолютной погрешности от ± 0,7 дБ до ±1,04 дБ, что является допустимым значением.

Окончание табл.

1	*2*	*3*	*4*
Метод по ГОСТ Р 71432-2024			
№	Требования по ГОСТ	Наличие/соответствие	Комментарий
1	Измерение в частотном диапазоне от 8 до 12 ГГц	Соответствует	Возможность рефлектометров CABAN R180 позволяет использовать их до 18ГГц. Использование ВАЦ серии Кобальт (например С4420) с диапазоном рабочих частот от 0,1 МГц до 20 ГГц позволяет перекрыть необходимые требования. Стоит отметить, что использование рефлектометров CABAN R180 допустимо, если необходимо проводить исследования свойств материалов до 18ГГц.
2	Генератор СВЧ должен соответствовать: – выходная мощность должна быть не менее 3 мВт; – нестабильность частоты не должна быть более $1*10^{-4}$ за 15 мин. работы генератора; – нестабильность уровня выходной мощности не более 0,15дБ за 15 мин. работы генератора	Соответствует	Генератор встроен в ВАЦ/рефлектометр производства ООО «ПЛАНАР» с характеристиками не ниже заявленных.
3	Модулятор СВЧ с коэффициентом амплитудной модуляции мощности СВЧ не менее 80%	Соответствует	ГОСТ Р 71432-2024 подразумевает использование модулятора для создания определенной полосы частот сигнала, что не требуется для рефлектометров CABAN R180 и ВАЦ серии Кобальт.
4	Блок автоматической подстройки частоты (АПЧ) должен обеспечивать смещение частоты генератора СВЧ на величину, равную полосе пропускания измерительного резонатора, при увеличении подаваемой на него мощности СВЧ 3дБ.	Соответствует	Используется программное обеспечение RNVNA с возможностью измерения любого необходимого уровня.

Вывод

На основе приведённой выше таблицы, можно сделать вывод о том, что использование векторного анализатора цепей или рефлектометра компании «PLANAR» соответствует заявленным требованиям, соответственно может

быть использования для дальнейшего проведения измерений в составе программно-аппаратного комплекса. В ходе последующего создания структуры установки используются векторные рефлектометры «CABAN R180» (рисунок 3) российского производства компании «PLANAR» выбранные в силу своих масса-габаритных характеристик. Диапазон измерений векторного рефлектометра больше необходимого по государственному стандарту, что позволяет исследовать характеристики материалов до 18 ГГц включительно.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания (тема № 125040404855-0).

Список литературы

1. ГОСТ 8.623-2015 Государственная система обеспечения единства измерений. Относительная диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрических потерь твердых диэлектриков. Методики измерений в диапазоне сверхвысоких частот: дата введения 2016-10-01 / Федеральное государственное унитарное предприятие »Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ФГУП »ВНИИФТРИ»), Восточно-Сибирский филиал». – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 30 с.

2. ГОСТ Р 71432-2024 Ферриты сверхвысокочастотного диапазона и изделия из них. Методы измерения комплексной относительной диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь: дата введения 2025-03-01 / Акционерное общество «Российский научно-исследовательский институт «Электронстандарт» (АО »РНИИ »Электронстандарт»). – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2024. – 22 с.

3. Данилин, А. А. Измерения в технике СВЧ: учеб. пособие для вузов / А. А. Данилин. – М.: Радиотехника, 2008. – 184 с.

4. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ »АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ». Часть 1. Технические характеристики. / PLANAR, январь 2025. – 123с. URL: https://planarchel.ru/upload/medialibrary/e18/uh2xbafxclyr5cfn97y1gh5gqkmtyrla/Part1_Cobalt_ver_25.1.pdf (дата обращения: 01.02.2025)

5. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ »РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ». Часть 1. Технические характеристики. / PLANAR, октябрь 2024. – 112с. URL: https://planarchel.ru/upload/uf/571/4vi25z4z88x3txuc3wsjzaytkdee3kp0/OM_Rseries_Part1_ver_24.2.1.pdf (дата обращения: 01.02.2025)

6. Тареев Б.М. Физика диэлектрических материалов. М., 1982.

Ушаков Е.А.
студент
РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
Россия, Москва
Осин М.С.
инженер, ведущий инженер по внутрискважинным работам
Научный руководитель: ***Смирнов А.С.***
инженер, руководитель центра управления строительством скважин
ООО «Салым Петролеум Девелопмент»
Россия, Москва

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАКАНЧИВАНИЯ СКВАЖИН: РЕАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МНОГОЗАБОЙНОГО ЗАКАНЧИВАНИЯ «ГИДРА»

Аннотация. Работа посвящена внедрению технологии многозабойного заканчивания скважин FishBone для повышения эффективности разработки месторождений углеводородов. Основная цель проекта – снижение капитальных затрат при сохранении стабильного уровня добычи за счет замены зарубежных аналогов отечественной технологией. Предложенный метод предполагает создание множества боковых каналов малого диаметра, что увеличивает площадь контакта с пластом и минимизирует риски вскрытия нежелательных зон.

Ключевые слова: многозабойное заканчивание; снижение затрат; неоднородные коллекторы; боковые каналы; эффективность разработки месторождений.

Ushakov E.A.
Student,
Gubkin Russian State University of Oil and Gas,
Osin M.S.
Engineer, Leading downhole operations engineer
Scientific Advisor: ***Smirnov A.S.***
Engineer, Head of well construction control center
Salym Petroleum Development LLC
Russia, Moscow

WELL COMPLETION OPTIMIZATION: IMPLEMENTATION OF THE MULTI-LATERAL WELL COMPLETION TECHNOLOGY «HYDRA»

Abstract. The work is dedicated to the implementation of multi-lateral well completion technology FishBone to enhance field development efficiency. The main goal of the project is to reduce capital costs while maintaining stable production levels by replacing foreign analogues with domestic technology. The proposed method involves creating multiple small-diameter lateral channels, which increases reservoir contact area and minimizes the risks of penetrating undesirable zones.

Keywords: multi-lateral completion; cost reduction; heterogeneous reservoirs; lateral channels; field development efficiency.

Актуальность проекта

Современные нефтегазовые месторождения характеризуются высокой неоднородностью коллекторов, наличием подстилающих водных или газовых зон, что осложняет применение традиционных методов заканчивания скважин, таких как многостадийный гидроразрыв пласта (МГРП) или использование фильтр-хвостовиков. Актуальной задачей является разработка технологий, позволяющих снизить капитальные затраты без ущерба для продуктивности скважин, а также обеспечить технологическую независимость за счет развития отечественных проектов.

Особенности технологии многозабойного заканчивания скважин FishBone

Технология FishBone основана на создании большого количества боковых каналов малого диаметра в продуктивном пласте от основного ствола скважины, как правило, горизонтального, что обеспечивает увеличение площади контакта скважины с коллектором.

Технология реализуется с помощью специальной компоновки, которая спускается в скважину на бурильных трубах, как стандартный фильтр-хвостовик. После спуска компоновки следуют операции по активации элементов, а именно подвески компоновки в предыдущей обсадной колонне, якорей в открытом стволе скважины. После установки оборудования в стволе скважины выполняют операцию бурения радиальных каналов (рис. 1). Этот процесс запускается изменением расхода и давления буровых насосов. Сигналами о выполнении перечисленных этапов работ служат перепады давлений, которые фиксируются оборудованием на поверхности.

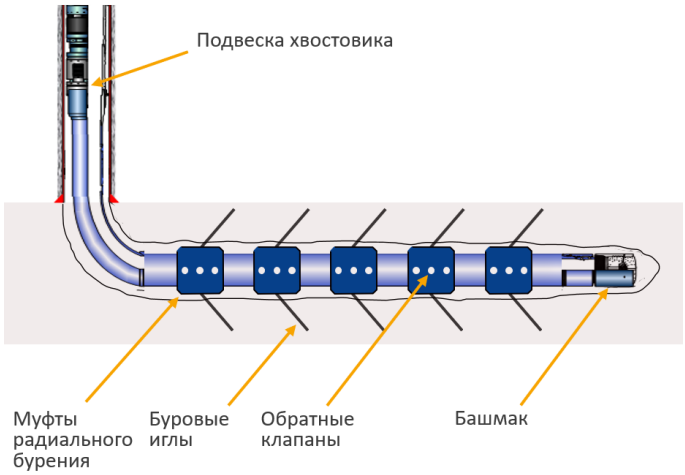


Рис. 1. Схема установки компоновки в стволе скважины и расположения боковых каналов

Конструкция компоновки многозабойного заканчивания включает модули, оснащенные титановыми иглами длиной 12 метров, каждая из которых оборудована долотом и турбиной. Активация игл происходит за счет циркуляции бурового раствора: поток жидкости приводит в движение турбины, передающие крутящий момент на долота, что позволяет формировать каналы под заданным углом. Общий вид модуля для бурения боковых каналов показан на рис. 2.

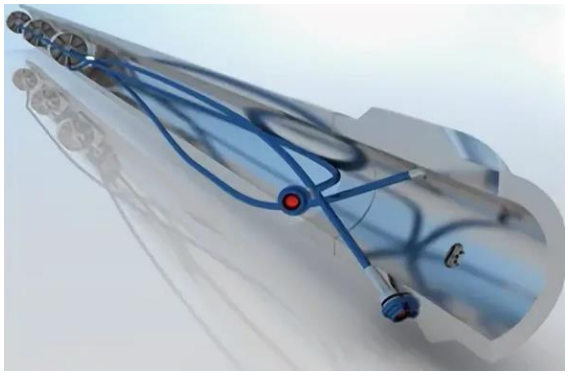


Рис. 2. Общий вид модуля радиального бурения

В отличие от гидроразрыва пласта, FishBone исключает риск вскрытия подстилающей воды или газовой шапки благодаря контролируемой длине боковых каналов и отсутствию протяженных трещин. Технология также не требует использования специализированных жидкостей, что снижает затраты, сложность выполнения работ и уменьшает экологическую нагрузку.

В зарубежной практике технология FishBone имеет успешный опыт применения и является относительно недорогостоящим методом повышения продуктивности скважин и эффективности извлечения запасов углеводородов.

Реализация отечественного проекта «ГИДРА» и оценка потенциальной эффективности

Потенциал технологии многозабойного заканчивания FishBone для повышения эффективности разработки месторождений углеводородов стал ключевым стимулом для отечественных компаний. Это привело к созданию комплекса «ГИДРА» – полностью локализованного решения. В рамках проекта была не только разработана технологическая платформа, но и детально проработана методика ее применения, включая оптимизацию процессов бурения, мониторинга и управления. Результатом стали готовые к внедрению оборудование и стандартизированные процедуры, которые могут быть масштабированы в различных нефтегазовых компаниях, особенно тех, которые работают в регионах с низкопроницаемыми коллекторами.

Для оценки потенциальной эффективности проекта произведено сравнение продуктивностей скважин, законченных по технологии FishBone с

применением зарубежной компоновки и с применением фильтр-хвостовика (рис. 3), а также выполнено моделирование накопленной добычи в зависимости от проницаемости и технологии заканчивания скважины (рис. 4).

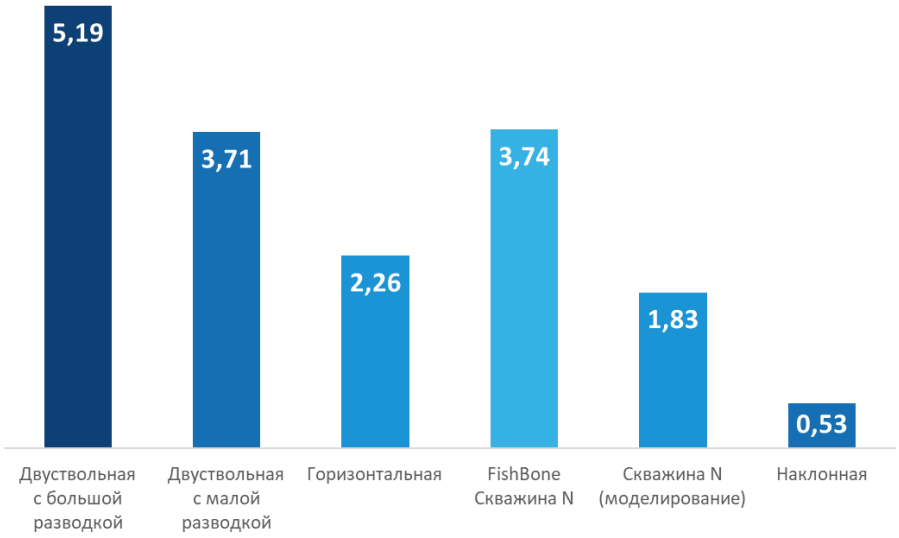


Рис. 3. Сравнение продуктивности скважин (м3/сут/атм) различных



Рис. 4. Накопленная добыча (тыс. м3) за 10 лет в зависимости от проницаемости коллектора и заканчивания скважины

Из рис. 3 следует, что продуктивность скважины, законченной по технологии FishBone сравнима с двуствольной горизонтальной скважиной с малой разводкой и в 1,5 раза превышает продуктивность горизонтальной скважины с фильтр-хвостовиком.

Данные на рис. 4 показывают, что накопленная добыча скважины, законченной по технологии FishBone при проницаемости коллектора 21 мД сравнима с накопленной добычей горизонтальной скважины с многостадийным гидроразрывом пласта.

Список литературы

1. Фаттахов М.М. Исследование и разработка технологии бурения разветвленных многозабойных скважин: дис. канд. тех. наук. Тюмень: Тюменский промышленный университет, 2020. 185 с.
2. Bellarby J. Well Completion Design. Amsterdam: Elsevier, 2009. 318 с. (Developments in Petroleum Science; Vol. 56). ISBN 978-0-444-53210-7.
3. Fishbone. Технологии будущего на Мессояхе // Neftegaz.RU. 2017. № 3. URL: https://magazine.neftegaz.ru/articles/tekhnologii/541043-fishbone-tekhnologii-budushchego-na-messoyakhe/ (дата обращения: 26.03.2025).

Шапиро Я.А.
студент
yasha.shapiro2015@gmail.com
*Научный руководитель**: Васильев И.Ю.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва
iljanaras@ya.ru

РАЗРАБОТКА УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРОВ, НАПОЛНЕННЫХ ШУНГИТОМ, ДЛЯ АКТИВНОЙ ЗАЩИТЫ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Представлено новое экспериментальное исследование, направленное на определение структурных, физико-механических, физико-химических и антимикробных свойств пленочных композиций, предназначенных для упаковочных материалов на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом с разным размером частиц 1-2, 5-10 и более 10 мкм в широком диапазоне смесевых составов, в которых доля шунгита в смесях с полилактидом составляла от 0.1 до 30 мас. %. По результатам проведенных исследований, разработанные пленочные композиции можно рекомендовать в качестве упаковочных.

Ключевые слова: полилактид; шунгит; модификация; экструзия; антимикробная активность; пленочные композиции.

Shapiro Ya.A.
Student
yasha.shapiro2015@gmail.com
*Scientific Advisor: **Vasilyev I.Yu.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
iljanaras@ya.ru

DEVELOPMENT OF PACKAGING MATERIALS BASED ON POLYESTERS DISPERSED-FILLED WITH SHUNGITE FOR ACTIVE PROTECTION OF FOOD PRODUCTS

Abstract. A new experimental study is presented aimed at determining the structural, physical-mechanical, physical-chemical and antimicrobial properties of film compositions intended for packaging materials based on polylactide, dispersed-filled with schungite with different particle size of 1-2, 5-10 and more than 10 μm in a wide range of mixture compositions, in which the proportion of schungite in mixtures with polylactide ranged from 0.1 to 30 wt%. Based on the results of the studies, the developed film compositions can be recommended as packaging.

Keywords: polylactide; schungite; modification; extrusion; antibiotic activity; film compositions.

Введение

Ограниченный срок хранения пищевых продуктов является одной из основных проблем пищевой отрасли. Для возможного его пролонгирования применяют различные подходы, в числе которых использование многослойной упаковки, сочетающей в своем составе различную комбинацию высокобарьерных слоев, например, ПЭ/БОПП/ПЭТ; термическую обработку пищевых продуктов (пастеризация); нанесение на поверхность продуктов питания защитных эмульсий. Однако, наиболее перспективным и практико-ориентированным является модификация полимерных материалов, позиционируемых в качестве упаковочных, наполнителями с функцией антимикробности, что обуславливается высокой технологичностью используемых компонентов и оборудования для создания упаковочных материалов [1-3].

Учитывая высокий спрос на традиционно-используемые в упаковочной индустрии полимеры: полиолефины (полиэтилен, полипропилен), биаксиально-ориентированные пленки, ПЭТ, необходимо создавать предпосылки для возможного расширения ассортимента полимерных упаковочных материалов, среди которых выделяют полилактид (ПЛА) [4]. Преимущества данного материала связано с высокой прозрачностью, прочностными и барьерными свойствами, что позволяет изготавливать не только гибкую полимерную упаковку, но и жесткую тару. Также стоит отметить, что полилактид возможно перерабатывать на традиционно-используемом для изготовления пленочных материалов оборудовании [5].

Наряду с неоспаримыми достоинствами полимерных материалов: прозрачность, легкость, низкая плотность, химическая стойкость, у полимерных материалов имеется существенный недостаток – отсутствие антимикробных свойств [6].

Для придания полимерным материалам функции антимикробности используют наполнители различной химической природы (бетулин, экстракт чайного дерева) нередко и наполнители наноразмерных характеристик – наночастицы серебра. По анализу литературных источников в качестве антимикробного агента применяют и углеродсодержащие соединения – шунгит

[7], который используют в смесях с полиолефинами для создания полимерных композиционных материалов с антимикробными свойствами [8]. Однако замечено, что авторы выдвигают протеворечивые мнения: некоторые утверждают, что шунгит обладает антимикробными свойствами [9], другие наоборот – характеризуется ограниченной антимикробностью [10].

Таким образом, представляет научный интерес оценить антимикробные свойства пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом, что позволит представить новые экспериментальные данные для последующих научных разработок на их основе.

Цель работы заключается в разработке пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом для придания им антимикробных свойств.

В качестве полимерной матрицы в работе использовали полилактид (марка 524, производство КНР). Для придания матрице полилактида функции антимикробности использовали шунгит с разным размером частиц: 1-2, 5-10 и более 10 мкм.

Компаундирование исходных компонентов осуществляли на двухшнековом экструдере фирмы МашПласт (Россия), варьируя содержание наполнителя от 0.1 до 30 мас. % в смесях с полилактидом. На выходе из формующего элемента двухшнекового экструдера получали стренги и экструдат. После этого экструдат загружали в зону питания плоскощелевого экструдера, пластицировали и выходящий из плоскощелевой головки расплав принимали на охлаждаемые валы, после чего формировали в пленочные композиции. Температурные режимы экструзии составляли от 180 ^{o}C (в зоне питания) до 185 ^{o}C (в зоне формующего элемента).

Влияние шунгита на структуру пленочных композиций в смесях с полилактидом определяли с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

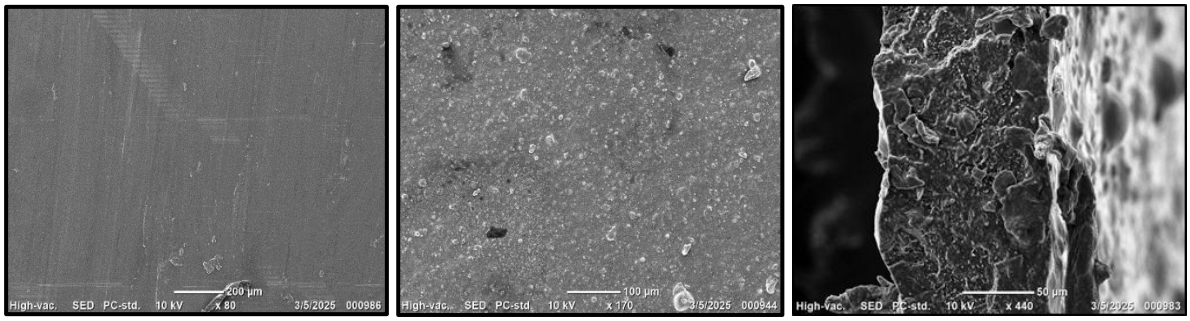
Физико-механические свойства пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом в широком диапазоне смесевых составов определяли определяли с помощью разрывной машины РМ-50 производства компании «МашПласт» (Россия), оснащенной компьютерным интерфейсом с программным обеспечением «StretchTest».

Изучение химического состава и структуры пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом в широком диапазоне смесевых составов осуществляли методом ИК-Фурье спектроскопии на приборе ФСМ-1201 (Россия) с приставкой НПВО с разрешением в 1,0 см$^{-1}$ в диапазоне волновых чисел 375-4000 см$^{-1}$.

Антимикробные свойства пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом в широком диапазоне смесевых составов определяли путем посева грамотрицательных *E.coli* и грамположительных *B.subtilis* тест-культур патогенных микроорганизмов на образцы в чашках Петри.

Результаты

При разработке антимикробных пленочных материалов при переработке через расплав, позиционируемых для упаковки, важно учитывать объемную модификацию матрицы полимера для целенаправленного воздействия анаэробного и/или аэробного воздействия антимикробного агента на пищевой продукт. В качестве примера на рис. 1 представлены СЭМ-изображения исходной полимерной пленки полилактида и пленочной композиции полилактида в смесях с шунгитом при 30 мас. % последнего.

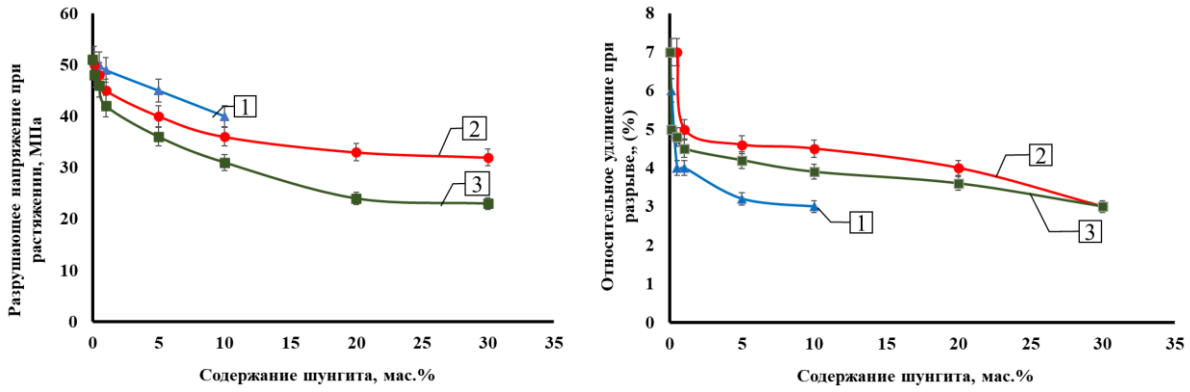


(а) *(б)* *(в)*

Рис. 1. СЭМ-изображения:
а – исходный ПЛА, ПЛА/шунгит-70:30 мас. %: б – пленочная композиция,
в – поперечный срез

Видно, что поверхность полимерной пленки полилактида (рис. 1а) представляет собой бездефектную сплошную монолитную поверхность. На некоторых участках замечены ориентационные тяжи, представляющие собой ориентированную фибриллярную структуру. При формировании пленочных композиций на основе полилактида наполненного шунгитом до 30 мас. % (рис. 1б) структура поверхности заметно изменяется. Замечено более равномерное распределение шунгита в матрице полимера при размере частиц 5-10 мкм. На некоторых участках СЭМ-изображения присутствуют агломерированные частицы шунгита в следствие высокой концентрации наполнителя в матрице полилактида, что, при этом, не вызывает дефектность структуры. На рис. 1, в заметно распределение шунгита и в объеме полимерной матрицы полилактида, что предопределяет улучшение антимикробных свойств.

Позиционируя разрабатываемые пленочные композиции в качестве упаковочных материалов, важно учитывать комплекс их физико-механических свойств, для этого определили разрушающее напряжение при растяжении и относительное удлинение при разрыве. Экспериментальные данные представлены на рис. 2.



(а) *(б)*

Рис. 2. Деформационно (б)-прочностные (а) свойства пленочных композиций ПЛА/шунгит размер частиц, мкм:
1 – 1-2, 2 – 5-10, 3 – более 10

Анализируя экспериментальные данные, представленные на рис. 2 видно, что с увеличением содержания шунгита в смесях с полилактидом разрушающее напряжение при растяжении для пленочных композиций снижается, что обуславливается образованием гетерофазной структуры. Для пленочных композиций, дисперсно-наполненных шунгитом с размером частиц 1-2 мкм максимально-допустимая концентрация составляет 10 мас. %, что обуславливается их высокой удельной поверхностью, в следствие которой частицы шунгита начинают агломерировать и влияют на образование более дефектной структуры, вызванной формированием сквозных отверстий. Для пленочных композиций, дисперсно-наполненных шунгитом с размерами частиц 5-10 и более 10 мкм, максимально-допустимая концентрация составила 30 мас. %, при этом разрушающее напряжение при растяжении снижается в сравнении с исходной пленкой полилактида в среднем на 44 % и составляет 28 МПа, что является допустимым для возможности их использования в качестве упаковочных материалов.

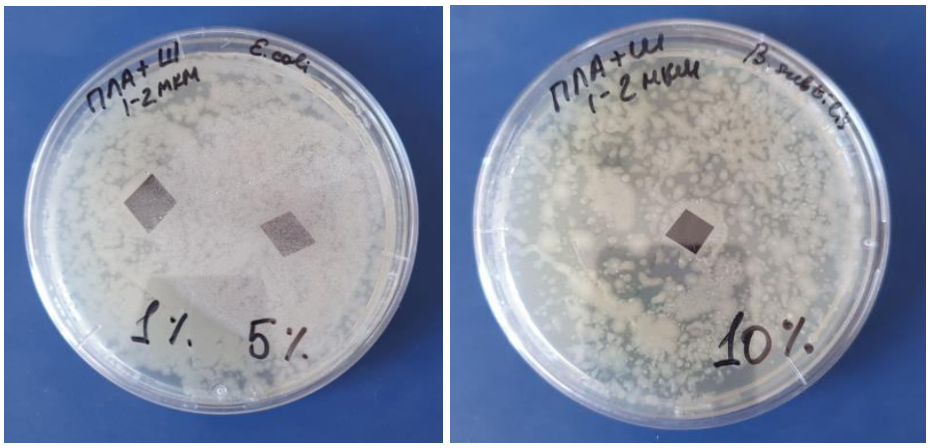
Для дополнительной оценки формирования структуры при изготовлении пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом через расплав использовали ИК-спектроскопию. При этом исследовали пленочные композиции, в составе которых содержание шунгита не превышало 0.1 мас. %. При исследовании пленочных композиций с большим содержанием шунгита оценить химическую структуру пленочных композиций не удалось, так как шунгит полностью поглощает излучение из-за присущему ему природному черному цвету.

Анализируя ИК-спектры, определили, что исходная пленка полилактида и пленочная композиция на основе полилактида в смесях с шунгитом имеют идентичные спектры. Учитывая, что полилактид представляет собой полярный термопластичный полимер, на ИК-спектре присутствует деформационная полоса поглощения в области 1740 $см^{-1}$, характерная для наличия С=О-групп, а также широкая полоса поглощения в области от 1600 до 1400

см$^{-1}$, характерная для деформационных колебаний СООН-групп и 1081 см$^{-1}$, характерных для С-О(Н)-групп. Полоса поглощения в области 2840 см$^{-1}$ свидетельствует о наличие ассиметричной CH_3-группы и полоса поглощения в области 1360 см$^{-1}$ характеризует наличие симетричной метильной CH_3-группы.

Таким образом, при изготовлении пленочных композиций на основе полилактида наполненного шунгитом возникает физическое, а не химическое или другой тип взаимодействия.

Оценили антимикробные свойства пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом. В качестве примера на рис. 3 представлены изображения для пленочных композиций при введении шунгита с размером частиц 1-2 мкм при 1, 5 и 10 мас. % в смесях с полилактидом.



(а) *(б)*

Рис. 3. Петри-тест пленочных композиций ПЛА/шунгит на антимикробные свойства: а – E.coli (кишечная палочка), б – B.subtilis (сенная палочка)

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что пленочные композиции на основе полилактида в смесях с шунгитом не зависимо от концентрации последнего в отношение тест-микроорганизмов грамотрицательных *E.coli* и грамположительных *B.subtilis* не проявляют антимикробные свойства, что предположительно связано с многокомпонентным составом шунгита, в котором отсутствуют или имеются в незначительном количестве, но недостаточным для ингибирования микроорганизмов частицы серебра, ионов серебра или ионов цинка.

Заключение

Провели комплексное исследование, направленное на разработку пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом с разным размером частиц 1-2, 5-10 и более 10 мкм при переработке через расплав.

Максимально-допустимая концентрация шунгита с размером частиц 1-2 мкм в смесях с полилактидом составляет 10 мас. %, для пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом с размером частиц 5-10 и более 10 мкм до 30 мас. %, что обуславливается разной удельной поверхностью при одном и том же массовом их содержании. При увеличении содержания шунгита до 30 мас. % разрушающее напряжение при растяжении снижается в среднем на 44 %, что обуславливается образованием гетерофазной структуры и является допустимым для позиционирования их в качестве упаковочных материалов. При этом химическая структура исходного полилактида при смешении с шунгитом в пленочные композиции не изменяется, в данном случае взаимодействие компонентов при переработке через расплав осуществляется только за счет физического взаимодействия, что подтверждается ИК-спектроскопией.

Установлено, что антимикробная активность в отношении грамположительных *B.subtilis* и грамотрицательных *E.coli* тест-микроорганизмов для пленочных композиций на основе полилактида, дисперсно-наполненных шунгитом отсутствует, что, скорее всего, связано с составом исходного шунгита.

Список литературы

1. Влияние шунгита на эксплуатационные свойства полимерного композиционного материала / Ключникова Н.В. [и др.]., 2020
2. Иванов С.П., Петрова Т.В. Модификация полимерных упаковочных материалов для продления срока хранения продуктов. Учёные записки. 2023. № 4. С. 99-104.
3. Исследование свойств композитов с полимерной фазой поливинилхлорида, лигноцеллюлозными наполнителями и добавками шунгита / Биктимирова О. Е. [и др.]., 2024 С. 41-46.
4. Кобилова Г.И. Антимикробная упаковка для продления срока годности продуктов в пищевой промышленности // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 9(126)
5. Методы изготовления полимерной упаковки для пищевых продуктов / Цветкова Е. А. [и др.]., 2020
6. Обзор основных направлений развития активной упаковки / Ревуцкая Н. М. [и др.]., 2021
7. Рогозина А.Е., Тихонов И.Ю. Перспективы использования полилактида в пищевой упаковке. Пищевая промышленность России. 2023. № 3. С. 45-48.
8. Смирнова Н.К., Павлова Т.А. Множество функций и модификация упаковочных материалов для защиты продуктов питания. Современные технологии упаковки. 2023. № 2. С. 23-30.
9. Сравнительный анализ физико-механических свойств биоразлагаемых и синтетических полимеров / Ершова О. В. [и др.]., 2021 С. 56–63.
10. Тенденции упаковки из многослойных материалов для пролонгации сроков хранения пищевой продукции / И. А. Кирш [и др.]., 2021, 5-12 с.

Секция 10
МАШИНЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ, ТЕХНОЛОГИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Бакулин Р.В.
студент,
Научный руководитель: ***Трутнев Н.С.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ВЫБОР ФИЛЬТРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Аннотация. В работе рассмотрены основные принципы работы вакуумных фильтров, их типы, преимущества и недостатки, проведено их сравнение и даны рекомендации по выбору конструкции фильтра в производстве экстракционной фосфорной кислоты.

Ключевые слова: фильтр; экстракционная фосфорная кислота, суспензия, вакуум-фильтр.

Bakulin R.V.
Student,
Scientific Advisor: ***Trutnev N.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

SELECTION OF FILTRATION EQUIPMENT FOR PHOSPHORIC ACID PRODUCTION

Abstract. The paper considers the basic principles of operation of vacuum filters, their types, advantages and disadvantages, compares them and selects recommendations for using the filter design in the production of extraction phosphoric acid.

Keywords: filter; extraction phosphoric acid, suspension, vacuum filter.

Фильтрующее оборудование занимает важную позицию в химической промышленности, обеспечивая эффективное разделение суспензий. В условиях современных производств, с постоянным ростом требования к качеству и скорости процессов, данное оборудование становится незаменимым инструментом для достижения высоких стандартов очистки и отделения.

Одним из механизмов фильтрования является разделение суспензии под действием вакуума. Вакуумная-фильтрация не только повышает эффективность обработки, но и способствует оптимизации производственных циклов, снижая затраты и время на выполнение операций. Поэтому анализ и выбор оборудования для разделения суспензий в производстве экстракционной фосфорной кислоты является актуальной задачей.

В работе были приняты следующие критерии для анализа и выбора фильтрующего оборудования: постоянный режим работы, возможность реализации промывки осадка, высокая производительность.

Согласно классификации фильтрующего оборудования (рис. 1) первому критерию соответствуют барабанные вакуум-фильтры, ленточные намывные вакуум-фильтры, дисковые вакуум-фильтры, карусельные вакуум-фильтры.

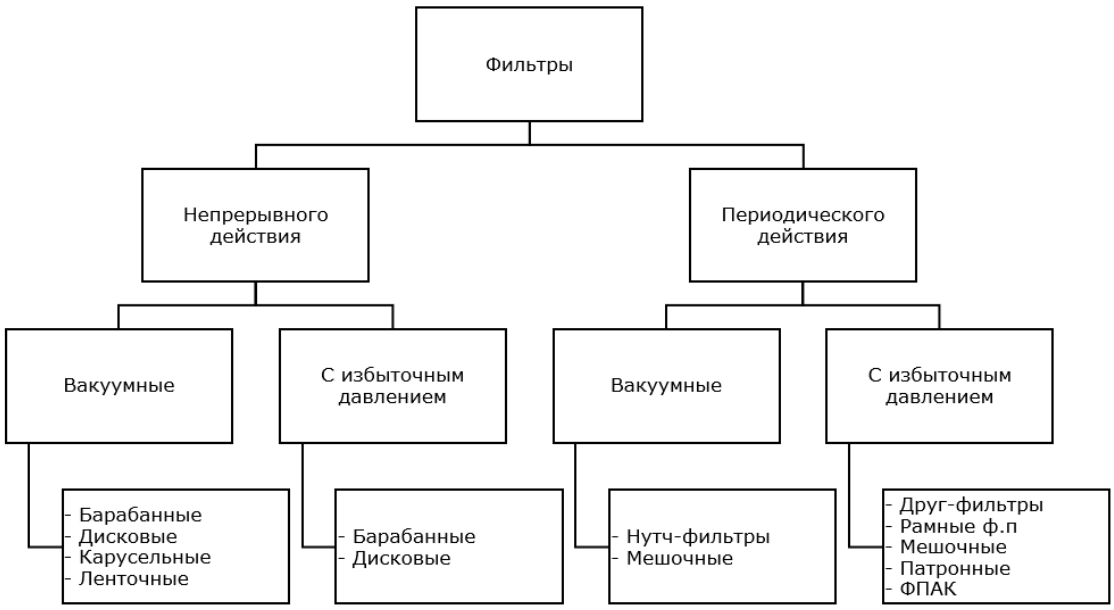


Рис. 1. Классификация фильтрующего оборудования

Барабанные вакуум-фильтры (рис. 2.) конструктивно представляют собой секционный барабан, обтянутый фильтровальной тканью, закреплённый над корытом. Барабан вращается, в секциях посредством распределительной головки поочерёдно обеспечиваются необходимые технологические операции.

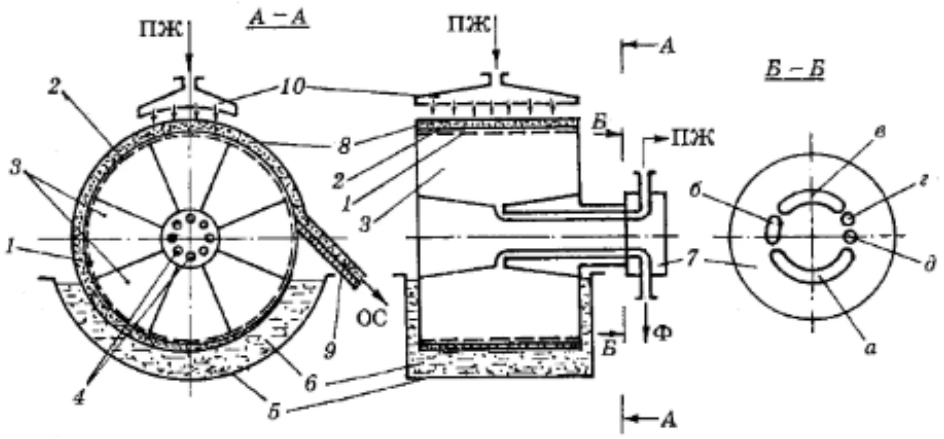


Рис. 2. Схема барабанного вакуум-фильтра непрерывного действия: 1 – секционный барабан с перфорированной цилиндрической поверхностью, 2 – фильтровальпая ткань, 3 – герметично отделенные друг от друга секторы внутри барабана, 4 – выводные каналы из пространства секторов, 5 – корыто для исходной суспензии, 6 – суспензия, 7 – неподвижная часть распределительной головки, 8 – слой осадка, 9 – нож для среза осадка, 10 – диспергатор промывной жидкости (дуршлаг), Ф – фильтрат, ОС – осадок, ПЖ – промывная жидкость; а,б,в,г,д – фигурные отперстия для вывода фильтрата, отсоса жидкой фазы из влажного осадка, вывода промывной жидкости (и поддержания разрежения внутри соответствующих секторов), пропарки и отдувки осадка соответственно

Барабанные вакуум-фильтры эффективно разделяют суспензии, их легко автоматизировать. При том их сложно монтировать, их энергозатраты высоки, а производительность довольно низка.

Ленточные намывные вакуум-фильтры (рис. 3.) состоят из опорной ленты, на которой лежит фильтровальная ткань. Лента вращается на двух барабанах, а ткань, вращаясь на большем количестве роликов, преодолевает более длинный путь до бункера сбора осадка. В верхней части расположен лоток, с него подаётся суспензия, снизу осуществляется подвод вакуума, обеспечивающего фильтрование. Их преимущества в том, что конструкцию можно использовать при обработке больших объёмов материала (высокая производительность), их легко автоматизировать, а также легко перенастраивать для работы с различными материалами. Однако, такие фильтры сложны в эксплуатации, им требуется частая смена ленты, дороги в установке (в частности – установка и настройка вакуумных камер).

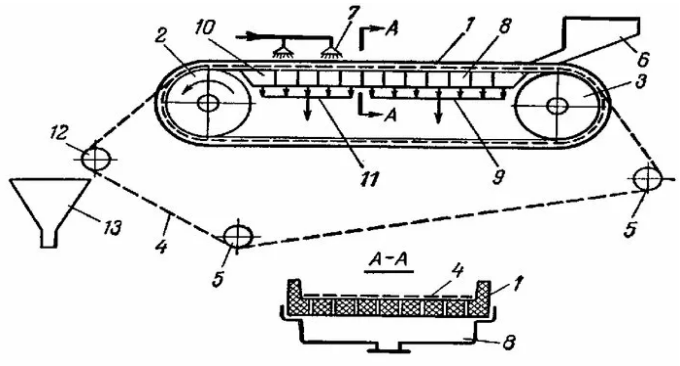


Рис. 3. Схема ленточного вакуум-фильтра:
1 – опорная резиновая лента, 2 – приводной барабан, 3 – натяжной барабан,
4 – фильтровальная ткань, 5 – натяжные ролики, 6 – лоток для подачи суспензии,
7 – форсунки для подачи промывной жидкости, 8 – вакуум-камеры для фильтрата,
9 – коллектор для фильтрата, 10 – вакуум-камеры для промывной жидкости,
11 – коллектор для промывной жидкости, 12 – направляющий ролик,
13 − бункер для осадка

Дисковые вакуум-фильтры (рис. 4.) состоят из дисковых каркасов с фильтрующей тканью, закреплённых на горизонтальном полом валу над ванной с суспензией. Полый вал обеспечивает подвод вакуума. Данная конструкция имеет неплохую производительность, хорошую степень разделения и достаточно компакта. Однако, они достаточно часто засоряются и нуждаются в частой очистке. Кроме того, осуществить промывку осадка в них нельзя.

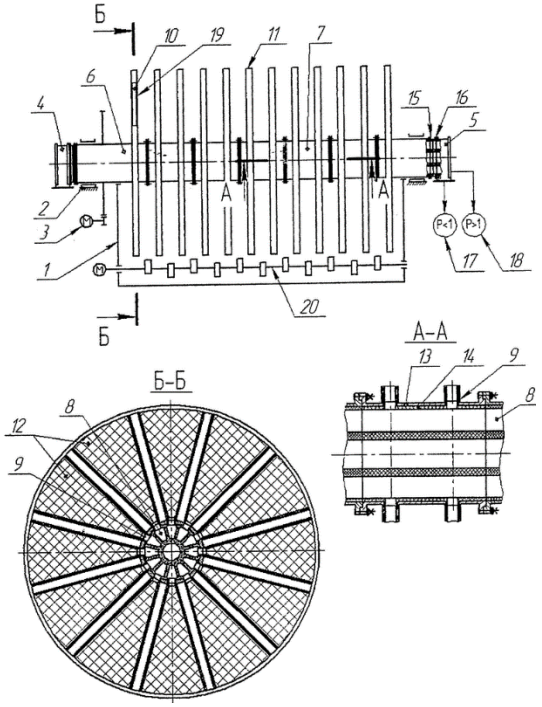


Рис. 4. Схема дискового вакуум-фильтра:
1 – ванна, 2 – подшипник скольжения, 3 – привод, 4,5 – головки, 6, 7 – секции,
8 – сквозные каналы, 9 – разъём, 10 – полость сектора, 11 – диск, 12 – фильтр,
13 – сварной остров, 14 – полиуретан, 15,16 – шайбы, 17 – система вакуумирования,
18 – система отдувки, 19 – слой осадка, 20 – мешалка

Карусельные вакуум-фильтры (рис. 5) конструктивно представляют собой закрепленные на раме ковши трапециевидной формы с фильтрующей тканью на дне. Под ткань подводится патрубок, соединяемый с распределительной головкой, через которую осуществляется подвод вакуума, противоточная промывка и остальные технологические операции. Установка непрерывно вращается, что и обеспечивает последовательность процесса. Привод представляет собой мотор-редуктор и довольно редко используемую в наше время цевочную передачу.

Широко применяются для разделения суспензий, которые быстро расслаиваются и содержат твердые частицы различных размеров. Такие фильтры особенно полезны, когда требуется тщательная промывка отфильтрованного осадка, включая многоступенчатую противоточную промывку. Их преимущества заключаются в высокой производительности, легкости автоматизации и возможности организации регулируемой промывки осадка. Недостатки – сложность в монтаже и обслуживании, большие габариты и высокие энергозатраты, а также метод выгрузки осадка через опрокидывание ковша, что может приводить к уменьшению жесткости конструкции.

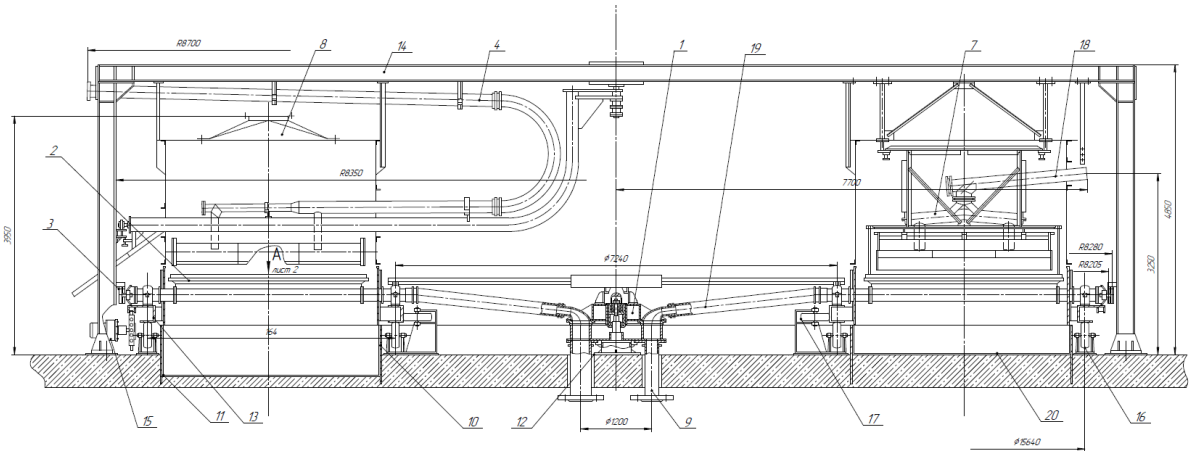


Рис. 5. Карусельный вакуум-фильтр:
1 – головка распределительная, 2 – ковш ,3 – путь переворота ковшей, 4 – устройство промывное, 5 – блок бункеров, 6 – бункер для осадка, 7 – устройство смывное, 8 – зонт, 9 – коммуникации к ресиверам, 10 – ограждение, 11 – ограждение, 12 – опора головки, 13 – рама передвижная, 14 – рама неподвижная, 15 – привод фильтра, 16 – ролик опорный, 17 – ролик распорный, 18 – линия питания фильтра, 19 – рукав, 20 – футеровка

Заключение

Второму и третьему критериям соответствуют конструкции карусельного и ленточного вакуум-фильтров. В карусельном вакуум-фильтре обеспечивается тщательная трёхступенчатая промывка осадка, поэтому рекомендуем в качестве фильтрующего оборудования использовать карусельный вакуум-фильтр. Этот вариант обеспечит многоступенчатую промывку

осадка, что существенно улучшит качество получаемой кислоты, увеличит производительность установки и снизит потери экстрагента.

Список литературы

1. Жужиков В.А. Фильтрование. М.: Химия, 1968. 412 с.
2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973. 753 с.
3. Конструирование и расчёт машин химических производств. / Э.Э. Кольман-Иванов [и др.]. М.: Машиностроение, 1985. 480 с.
4. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. М.: Химия, 1981. 224 с.
5. Малиновская Т.А. Разделение суспензий в промышленности органического синтеза. М.: Химия, 1971. 318 с.
6. Машины химических производств: Атлас конструкций / Э.Э. Кольман-Иванов [и др.]. М.: Машиностроение, 1981. 118 с.

Баскаков А.П., Юшков А.Е.
студенты,
Научный руководитель: ***Божко Г.В.***
д.т.н., профессор
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ВЛИЯНИЕ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТУ ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ С ПОЛИМЕРНОЙ ПРОКЛАДКОЙ

Аннотация. В химической промышленности герметичность оборудования играет ключевую роль в энергосбережении и экологической безопасности. Особое внимание уделяется разъёмным соединениям, таким как фланцевые, обеспечивающим надёжность эксплуатации и возможность быстрой замены. Их герметичность зависит от усилия на прокладке и условий работы, включая давление и температуру. Исследование показывает, что учет температурных изменений, использование материалов с низким коэффициентом термического расширения и инновационные уплотнения снижают риск разгерметизации, повышая безопасность и надёжность оборудования.

Ключевые слова: фланцевое соединение; нагрузка; коэффициент расширения; температура; прокладка; крепежные детали; деформация.

Baskakov A.P., Yushkov A.E.
Students,
Scientific Advisor: ***Bozhko G.V.***
Doctor of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

INFLUENCE OF ELEVATED TEMPERATURE ON THE OPERATION OF FLANGED JOINT WITH POLYMER GASKET

Abstract. In the chemical industry, the tightness of equipment plays a key role in energy saving and environmental safety. Particular attention is paid to split connections, such as flange connections, to ensure reliable operation and quick replacement. Their tightness depends on the gasket force and operating conditions, including pressure and temperature. Research shows that consideration of temperature variations, the use of low thermal expansion materials and innovative seals reduce the risk of leaks, increasing safety and reliability.

Keywords: flange joint; loading; coefficient of thermal expansion; temperature; gasket; fasteners; deformation.

В современной химической промышленности одним из ключевых аспектов энергосбережения, ресурсосбережения и повышения экологической безопасности является обеспечение герметичности оборудования, минимизация количества утечек на производстве.

Особое внимание при этом уделяется узлам, спроектированным специально как для надёжной эксплуатации, так и с возможностью разобрать конструкцию и в относительно в короткие сроки заменить, устранить неисправность. Для этого используют разъёмные соединения, такие как фланцевые соединения, которые должны демонстрировать герметичность при эксплуатации для обеспечения надежности и эффективности оборудования.

Герметичность фланцевых соединений, в значительной степени зависящая от прокладок, играет решающую роль в безаварийной работе оборудования и качестве производимой продукции [4].

Фланцевое соединение (ФС) представляет собой комплекс взаимосвязанных элементов: фланцы, крепежные изделия, такие как болты или шпильки, и прокладка (рис. 1). Эти элементы выполнены из материалов с различными значениями коэффициентов линейного термического расширения (КЛТР). Поэтому, помимо основной термической нагрузки, вызванной расширением деталей из-за повышенной температуры в плотной герметичной среде, возникает дополнительная термическая сила, связанная с тем, что КЛТР прокладки в текущих конструкторских решениях больше, чем у элементов крепежа.

Рабочие характеристики фланцевых соединений рассматривают при сборке соединения и в период эксплуатации. При сборке соединения необходимо нагружать прокладку с большим усилием с помощью крепежных элементов, чем необходимо при эксплуатации соединения, потому что при подаче рабочей среды под давлением наблюдается частичная разгрузка прокладки. Поэтому для обеспечения герметичности на прокладке должна быть удельная нагрузка, обеспечивающая условную герметичность соединения [1].

Однако, чрезмерная нагрузка на прокладку и болты растягивает их за границы упругого удлинения, что приводит к необратимой пластической

деформации и последующему разрушению элементов фланцевого соединения [6].

Расчет фланцевых соединений проводят по ГОСТ 34233.1-2017 [2], в котором указаны общие требования по нормам и методам расчета на прочность сосудов и аппаратов, и по ГОСТ 34233.4-2017 [3], который посвящен расчету на прочность и герметичность фланцевых соединений.

Чтобы обеспечить герметичность фланцевого соединения, расчётное значение усилия на прокладке в рабочих условиях Qп, должно быть больше или равно значению необходимого усилия на прокладке для обеспечения герметичности [Qп]

$$Q\text{п} = Q\text{з} - \alpha Q\text{г} + \Delta Qt - \int V(\tau)d\tau \geq [Q\text{п}], \qquad (1)$$

где Qп – усилие на прокладке в рабочих условиях; Qз – усилие затяжки крепежных элементов; Qг – усилие от давления рабочей среды (газа); ΔQt – изменение нагрузки с изменением температуры; α – коэффициент жесткости соединения; $V(\tau)$ – скорость падения нагрузки.

Рассмотрев уравнение (1) можно сделать вывод о том, что одним из способов увеличения герметичности, является минимизация термической нагрузки, в том числе ее составной части – дополнительной термической силы, связанной с разницей КЛТР материалов болта и прокладки. Избавиться от влияния от повышенной температуры, для общей термической нагрузки и увеличения проницаемости сред с уменьшением плотности, не получится. Таким образом, остается компенсация дополнительной термической силы. Далее рассмотрим, как конструктивно можно снизить или избавиться от этого фактора.

Нами предложена следующая модель фланцевого соединения (рис. 1).

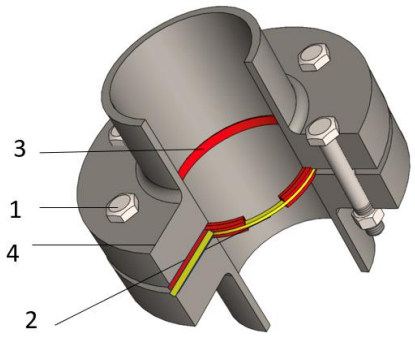


Рис. 1. Условная схема предлагаемого фланцевого соединения:
1 – крепежные элементы, 2 – вставка из материала с КЛТР меньше материала прокладки, 3 – полимерная прокладка, 4- фланец

В данном фланцевом соединении уплотнительный элемент состоит из полимерной прокладки, в которую по внешнему диаметру вставлено кольцо. Материал кольца-вставки должно иметь коэффициент термического

расширения ниже, чем материалы других деталей соединения, например, обычное стекло.

Теоретической основой для данного конструкторского решения являются следующие рассуждения.

Из литературы [5] известен расчет дополнительной термической нагрузки для соединения без вставки:

$$Q_t = \frac{\alpha_{\text{п}} h\,\Delta t - \alpha_{\text{б}} h\,\Delta t}{\lambda_{\text{п}} + \lambda_{\text{б}}}\,, \tag{2}$$

где $h = h_{\text{п}} = h_{\text{б}}$ – высота части болта, равная высоте прокладочного элемента; Δt – разница температур; $\alpha_{\text{п}}$ и $\alpha_{\text{б}}$ – КЛТР прокладочного элемента и болта; $\lambda_{\text{п}} + \lambda_{\text{б}}$ – коэффициент осевой податливости прокладочного элемента и болта.

В уравнении (2), знаменатель $\lambda_{\text{п}} + \lambda_{\text{б}}$ не изменяется с увеличением температуры, а меняется только значение числителя $h\,\Delta t\,(\alpha_{\text{п}} - \alpha_{\text{б}})$.

Если задаться целью минимизации дополнительной термической силы, нужно, чтобы она равнялась нулю. Таким образом выражение (2), можно представить так:

$$h\Delta t(\alpha_{\text{п}} - \alpha_{\text{б}}) = 0, \tag{3}$$

$$h\Delta t\alpha_{\text{п}} = h\Delta t\alpha_{\text{б}}\,, \tag{4}$$

При условии равномерного нагрева до одинаковой температуры прокладки и болта, и при наличии в полимерной прокладке вставки из другого материала:

$$h_{\text{п}}\alpha_{\text{п}} + h_{\text{в}}\alpha_{\text{в}} = (h_{\text{п}} + h_{\text{в}})\alpha_{\text{б,}} \tag{5}$$

$$h_{\text{в}} = \frac{\alpha_{\text{п}} - \alpha_{\text{б}}}{\alpha_{\text{б}} - \alpha_{\text{в}}}, \tag{6}$$

Определив таким образом высоту вставки в прокладку, можно утверждать, что дополнительная термическая нагрузка, вызванная разными значениями коэффициентов термического расширения его деталей, будет стремиться к нулю.

Для практического подтверждения нашего конструкторского решения мы проверили серию изысканий. Известно [5], что существует модель фланцевого соединения для опытов, которая представляет собой фланцевое соединение на один болт (рис. 2). Создание полноразмерной модели фланцевого соединения для проверки гипотез и проведения опытов большего диаметра с большим количеством болтов является экономически невыгодным и нецелесообразным, поэтому используют данную модель для экспериментов.

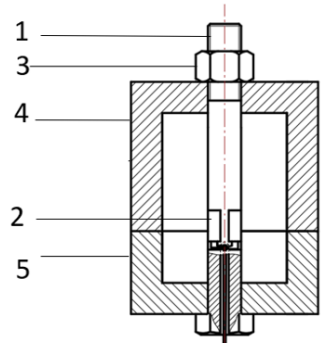


Рис. 2. Схема модели фланцевого соединения:
1 – болт, 2 тензодатчики, 3 – гайка, 4 – верхний стакан, 5 – нижний стакан

Эта модель состоит из двух металлических втулок, имитирующих поведение фланцевого соединения с поверхностью соприкосновения. Соединение стягивается одним болтом. Также на данной модели фланцевого соединения можно протестировать материал прокладки, так как имеется поверхность соприкосновения.

На болте расположены и закреплены три тензодатчика, размещённые по кругу под углом 120° друг к другу на гладкой части стержня болта, которые позволяют зафиксировать приложенные нагрузки к болту и, соответственно, к прокладке. Такой болт, вместе с прикреплёнными тензодатчиками, вместе с проводами принято называть тензоболтом. Тензодатчики подключены проводами к блоку фиксации значений нагрузки (рис. 3), который состоит из преобразователей значений тензодатчиков ZETLAB ZET 7070, которые переводят показания измерения с тензодатчиков в понятный для электронно-вычислительной машины (ЭВМ) сигнал; и ЭВМ, на которую установлено специальное программное обеспечение ZETLAB, которое позволяет с помощью компьютера снять показания тензодатчиков [7].

Далее с помощью программного средства ПО ZETLAB «Постоянный вольтметр» были построены тарировочные графики тензодатчиков для болтов М12, М16 и М20. Для этого тензоболты были надежно зафиксированы в специальном стенде (рис. 3).

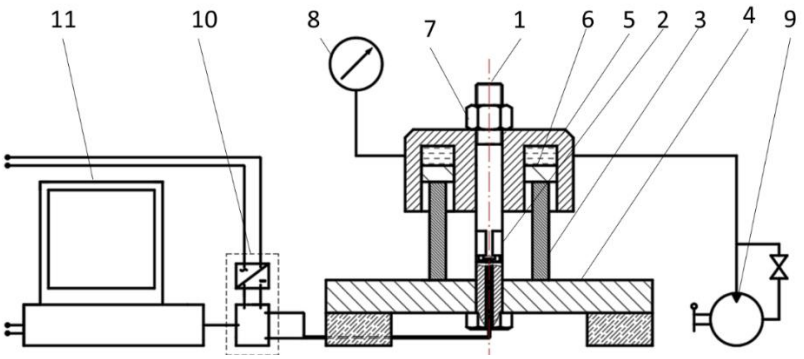


Рис. 3. Схема экспериментальной установки для тарировки тензоболтов:
1 – тензоболт, 2 – тензодатчики, 3- втулка, 4 – стенд, 5 – гидродомкрат,
6 – дисковый поршень, 7 – гайка, 8 – образцевый манометр, 9 – насос,
10 – преобразователи значений тензодатчиков, 11 – ЭВМ

Вокруг болта размещалась специальная втулка, которая также фиксировалась отдельно. Сверху на втулку устанавливался гидродомкрат, опиравшийся поршнем в виде диска на втулку, имеющий отверстие посередине, через которое тензоболт гайкой с проложенными шайбами закреплялся с малым усилием затяжки. Этот гидродомкрат, был соединён общим контуром с образцовым манометром и насосом, который создавал давление в контуре. При подкачке насосом поршень выдвигался, давил на втулку. поднимая корпус гидродомкрата вверх, оказывая давление на гайку закреплённого тензоболта. Таким образом моделировалась нагрузка, аналогичная нагрузке на болт во фланцевом соединении при эксплуатации реального аппарата. При достижении фиксированных значений с определённым шагом давления по манометру, зная неизменную площадь давления масла в контуре, вычислялось действующее усилие:

$$Q\text{б} = P\frac{\pi}{4}(D_2 - \mathrm{d}_2)^2\mu, \qquad (7)$$

где P- давление (показание образцового манометра, который используется для измерения давления в гидроцилиндре и контроля создаваемых механических нагрузок); D и d – внешний и внутренний диаметр поршня соответственно; м, μ – коэффициент, учитывающий потери усилия на трение в уплотнениях поршня.

С помощью блока фиксации показаний тензодатчиков и компьютера с установленным ПО ZETLAB записывались значения в ходе шести серий опытов. На основе полученных данных были построены тарировочные графики для болтов М12, М16, М20, чтобы в дальнейшем легко вычислить какое значение нагрузки приложено к болту, а соответственно к прокладке со вставкой [7].

Следующим этапом было проведение опытов с помощью модели фланцевого соединения (рис. 4) при постепенном увеличении температуры до 150°С вместе с прокладкой, без нее, и вместе со вставкой с высотой, рассчитанной по выражению (6). Для этого была создана экспериментальная установка (рис. 5).

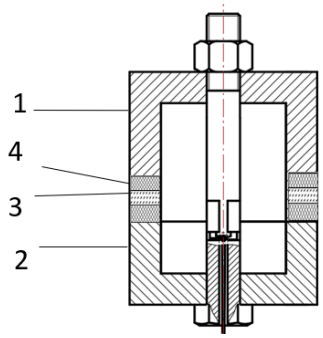


Рис. 4. Модель для исследования:
1 – верхний стакан, 2 – нижний стакан, 3 – термокомпенсирующая вставка из стекла, 4 – прокладка из винипласта

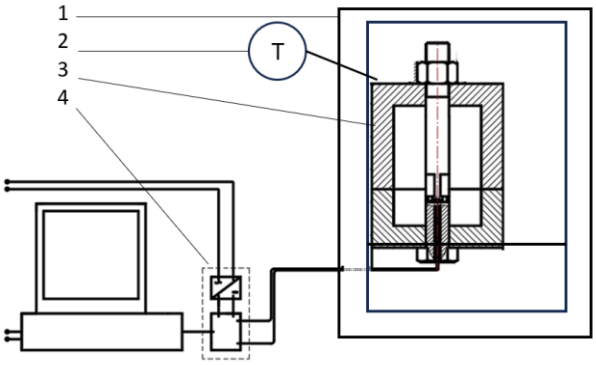


Рис. 5. Схема экспериментальной установки для испытания прокладок: 1 – термошкаф, 2 – контактный теромометр, 3 – модель фланцевого соединения (без прокладки), 4 – комплекс снятия значений

В термошкаф, состоящий из термоизолированного корпуса, закрытой камеры, нагревательных элементов, теплоизоляции и системы управления, помещали собранную модель фланцевого соединения с тензоболтом по отдельности с прокладкой, без нее, и с прокладкой вместе со вставкой. Затем соединяли тензоболт с комплексом снятия значений и компьютером, где по мере постепенного увеличения температуры, измеренной контактным термометром, получали значения возникающей нагрузки с помощью компьютера и тарировочного графика.

Прокладка была выбрана из винипласта, потому что он имеет минимальный КЛТР относительно других используемых в промышленности материалов прокладок, например, КЛТР фторопласт-4 равен около $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ 1/°C и $6{,}7 \cdot 10^{-5}$ 1/°C у винипласта, и соответственно меньше требуется высота вставки для проведения экспериментальной проверки.

Результат экспериментов представлены на рис. 6.

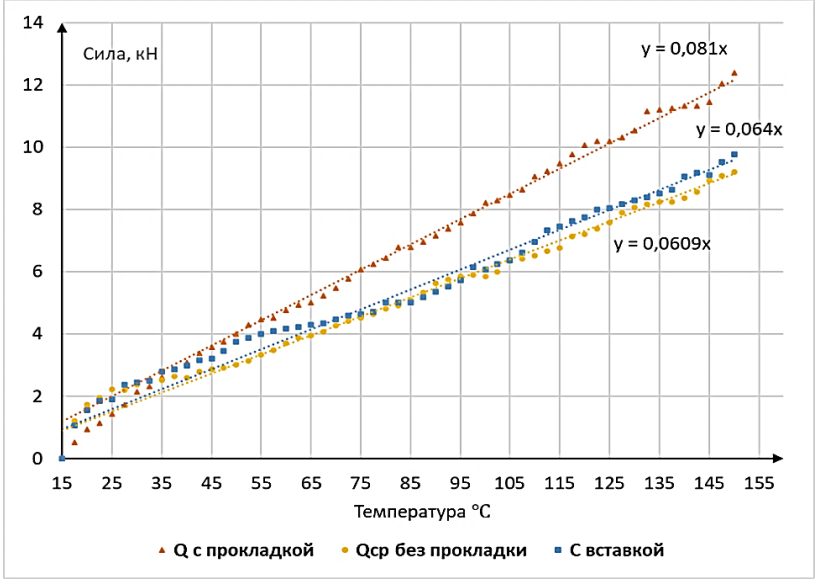


Рис. 6. Результаты экспериментов

Выводы

Из проведенного анализа и результатов экспериментов можно отметить следующие выводы.

1. Результаты эксперимента показывают, что нагрузка в соединении с прокладкой в 1,26 раза выше, чем в соединении без неё. Это значительно больше, что показывает необходимость учёта влияния дополнительной термической силы.

2. Использование вставки позволило практически полностью компенсировать дополнительную термическую силу. В частности, соединение со вставкой и прокладкой продемонстрировало увеличение нагрузки всего на 5% по сравнению с беспрокладочной конструкцией, что можно объяснить погрешностью измерения.

3. Наблюдается, что при более высоких температурах абсолютная разница нагрузок значительно возрастает, что подтверждает необходимость компенсации термических напряжений в таких условиях.

4. Для термокомпенсации возможно использование обычного стекла, недорогого, доступного и имеющего возможность быть вторичным ресурсом, в качестве компенсирующей вставки, поскольку его коэффициент термического расширения ниже, чем у материалов, традиционно применяемых в прокладках, таких как винипласт или фторопласт.

5. Стекло показало способность выдерживать усилия затяжки болтов в диапазоне от 10 до 50 Н·м. Несмотря на риск растрескивания при нагрузке, его размещение в зонах без непосредственного контакта с рабочей средой делает этот вариант достаточно надёжным для оперативного улучшения свойств фланцевых соединений.

6. В целом, для обеспечения герметичности и компенсации дополнительной термической нагрузки необходимо использовать материалы, сочетающие свойства материалов прокладок с их пластичностью и малым коэффициентом термического расширения как у стекла, обеспечивающего снижение нагрузки в соединении.

Список литературы

1. Божко Г.В. Разъемные герметичные соединения // Вестник ТГТУ, Том 16. № 2. 2010. С. 404-420.

2. ГОСТ 34233.1-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2017 г. № 1989-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 34233.1−2017 в качестве национального стандарта Российской Федерации: дата введения 2019-08-01. URL: https://meganorm.ru/Data/662/66253.pdf (дата обращения: 26.03.2025).

3. ГОСТ 34233.4-2017 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2017 г. № 1992-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 34233.4−2017 в качестве национального стандарта Российской Федерации: дата введения 2019-08-01. URL: https://meganorm.ru/Data/662/66252.pdf (дата обращения: 26.03.2025).

4. Продан В.Д. Герметичность разъемных соединений оборудования, эксплуатируемого под давлением рабочей среды: учебное пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. 280 с.
5. Продан В.Д., Божко Г.В. Герметичность оборудования. Учебное пособие. М.: Университет машиностроения, 2014. 109 с.
6. Фалько А.Л. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств. Конспект лекций. Керчь: Изд-во ФГБОУ ВО КГМТУ, 2019. С. 156
7. Экспериментальное определение осевой силы в крепежных деталях, возникающей при их моментной затяжке / Фокина М. С. [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета, 2024. Т. 30. №. 1. С. 170-177.

Власова А.М.
студент,
Научный руководитель: ***Таран Ю.А.***
д.т.н., доцент
РТУ МИРЭА,
Россия, Москва

РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В АГРОНОМИИ: ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО СЕРНОГО ПОКРЫТИЯ УДОБРЕНИЙ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ДЕЙСТВИЯ

Аннотация. В статье рассматривается модификация серного покрытия удобрений пролонгированного действия как эффективный инструмент ресурсосбережения в современном сельском хозяйстве. Анализируются результаты исследований, подтверждающие целесообразность применения пролонгированных удобрений для достижения целей устойчивого развития и оптимального использования ресурсов.

Ключевые слова: капсулирование; покрытие; удобрение пролонгированного действия; сера; модификация серного покрытия; ресурсосбережение.

Vlasova A.M.
Student,
Scientific Advisor: ***Taran Yu.A.***
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
RTU MIREA,
Russia, Moscow

RESOURCE CONSERVATION IN AGRONOMY: ADVANTAGES OF USING MODIFIED SULFUR COATING FOR CONTROLLED-RELEASE FERTILIZERS

Abstract. The article examines the modification of sulfur coating for controlled-release fertilizers as an effective tool for resource conservation in modern agriculture. It analyzes

research findings that confirm the feasibility of using controlled-release fertilizers to achieve sustainable development goals and optimal resource utilization.

Keywords: encapsulation; coating; slow release fertilizer (SRF); sulphur; sulfur coating modification; resource conservation.

Современное сельское хозяйство обращается к использованию удобрений по многим причинам. В основном это связано с рядом проблем, связанных с обеспечением устойчивого роста сельскохозяйственных культур и рациональным использованием ресурсов.

Минеральные азотосодержащие удобрения активно применяются в сельском хозяйстве в качестве дешевого и доступного источника питательных веществ для сельскохозяйственных культур. Использование таких удобрений значительно повышает урожайность и позволяет достичь высокой продуктивности почв.

Скорость растворения минеральных азотсодержащих удобрений достаточно высока. Питательные компоненты не успевают поглощаться корневой системой растений и по большей части вымываются из почвы. Это вынуждает фермерские хозяйства вносить все большее количество традиционных удобрений для восполнения недостатка необходимых химических элементов и, соответственно, улучшения урожайности культур. Последствия таких действий имеют отрицательный характер. Возникает целый ряд масштабных экологических проблем: заболачивание водоемов, эрозия почв и разрушение озонового слоя [5].

Минимизация потерь и уход от избыточного внесения удобрений является ключом к эффективному и рациональному использованию ресурсов в данной области, что особенно важно в условиях глобальных изменений климата, истощения природных ресурсов, ежегодного прироста численности населения и усложнения ситуации с продовольствием.

На данный момент перспективным методом решения проблемы быстрого растворения и низкой эффективности потребления питательных компонентов агрокультурами является применение удобрений пролонгированного действия – ядер традиционных удобрений с оболочками из органических или неорганических материалов, мало растворимых в воде.

Пролонгированный эффект достигается за счет медленного высвобождения питательных веществ в результате диффузии воды к питательному центру через появляющиеся из-за механических и физических воздействий поры и трещины внешней защитной оболочки. Подобная разработка может замедлить растворение питательных веществ в течение как небольших сроков (1–2 недели), так и длительного периода времени (от полугода до года). Это обеспечивает более равномерное и продолжительное питание растений. Соответственно, снижается частота внесения удобрений (в два-три раза по сравнении с традиционными), что оптимизирует как материальные, так и трудовые ресурсы фермеров, повышает эффективность производства, а

также минимизирует риск множественного высвобождения минеральных веществ в окружающую среду.

Сера является одним из первых материалов, выбранных в качестве капсулирующего покрытия. Известно достаточное количество методик, описывающих получение удобрений пролонгированного действия только с серным покрытием. Все они основаны на понимании и применении кинетики кристаллизации серы на поверхности гранулы и изучении влияния температурных режимов процесса нанесения серного покрытия.

На кафедре процессов и аппаратов химических технологий имени Гельперина Н.И. было проведено комплексное исследование условий проведения процесса капсулирования гранулированных минеральных удобрений серной оболочкой.

Было выявлено, что серное покрытие склонно к растрескиванию и пылимости, что негативно влияет на пролонгированный эффект и увеличивает скорость процесса растворения.

Данную проблему успешно решают с помощью использования добавок или даже полноценных покрытий из материалов, способствующих улучшению свойств серного покрытия за счет заполнения пор и трещин для увеличения пролонгированного эффекта.

В настоящей работе и в контексте разработки решений, обеспечивающих ресурсосбережение, мы обратимся к модификации серного покрытия.

К удобрению пролонгированного действия, содержащему ядро – гранулу минерального удобрения и нанесённый на него слой серного покрытия в количестве 40 – 45 % от массы гранул, предлагается добавка в виде второго слоя покрытия, состоящего из раствора битума в органическом растворителе в количестве 0,01 – 0,04 % от массы гранул [1].

Ход эксперимента

Исследования по получению удобрения с модифицированным серным покрытием проводились на лабораторном тарельчатом грануляторе (рис. 1) [4].

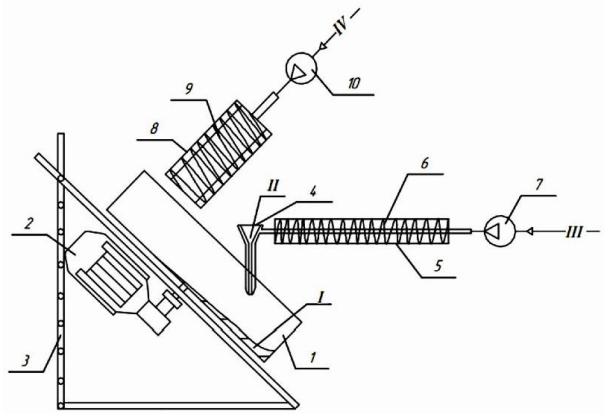


Рис. 1. Лабораторная установка:
1 – тарельчатый гранулятор; 2 – мотор; 3 – регулировка угла наклона;
4 – диспергирующее устройство; 5 – воздуховод; 6, 9 – ТЭНы; 7, 10 – компрессор;
8 – тепловая пушка. I – сырье, II – покрытие, III, IV – воздух

На движущийся слой нагретых гранул минерального удобрения (карбамида) с серным покрытием I, находящегося на тарелке 1, через диспергирующее устройство 4 наносился раствор битума в органическом растворителе II.

3D-модель получаемых гранул представлен на рисунке 2.

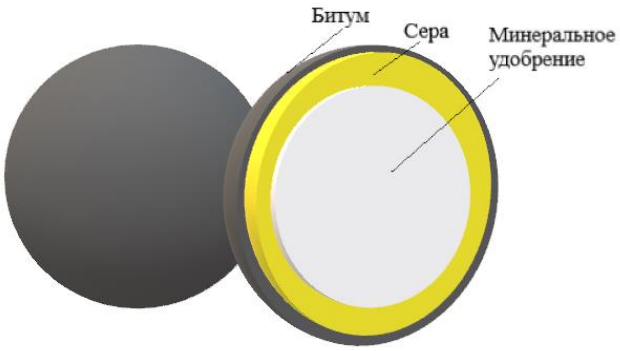


Рис. 2. Схема получаемого минерального удобрения пролонгированного действия

Состав исходной фракции карбамида составлял 4,0 – 5,0 мм, массовая доля серного покрытия – 44% [2, 3].

Результаты экспериментов и их обсуждение

Был проведен ряд экспериментов для определения оптимальной массовой доли второго слоя покрытия. Варьирование проводилось в диапазоне от 0,01 до 0,04% от массы гранулированного полупродукта. В качестве аналитического инструмента для оценки эффективности и качества получаемого покрытия использованы кривые растворимости (рис. 3).

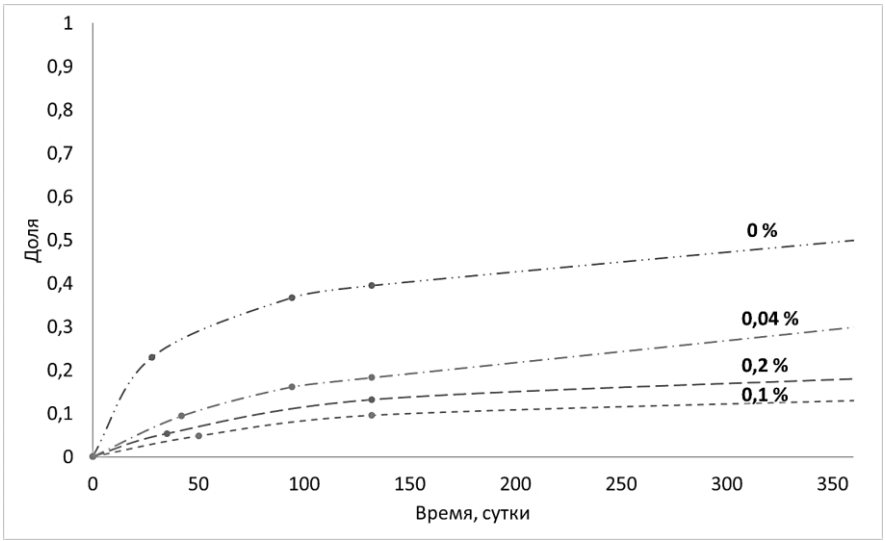


Рис. 3. Кривые растворимости для удобрений, покрытых серным покрытием (44% масс.) и герметиком с содержанием последнего: 0; 0,04; 0,1; 0,2% масс.

Доля высвободившегося удобрения для гранул с нанесенным вторым слоем значительно меньше, чем для однослойного продукта за тот же период времени. Также видно, что лучший результат показывает содержание битума в количестве 0,1% масс.

На рисунке 4 представлен вид гранул с наиболее эффективным вариантом покрытия, полученных экспериментально на лабораторном тарельчатом грануляторе.

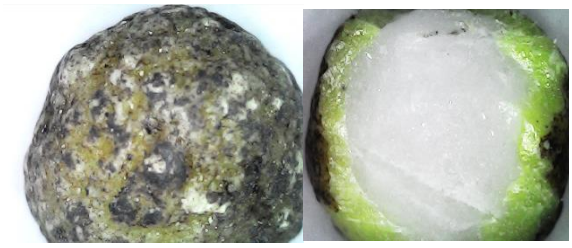


Рис. 4. Карбамид пролонгированного действия с покрытием на основе серы с добавлением модификатора в количестве 0,1% масс.

Интерес представило исследование по изучению влияния степени растворения битума в органическом растворителе на растворимость рассматриваемых двухслойных гранул.

В ходе проведенного эксперимента соотношение битум:растворитель варьировалось в пределах 1:27 и менее. Кривые растворимости продуктов представлены на рисунке 5.

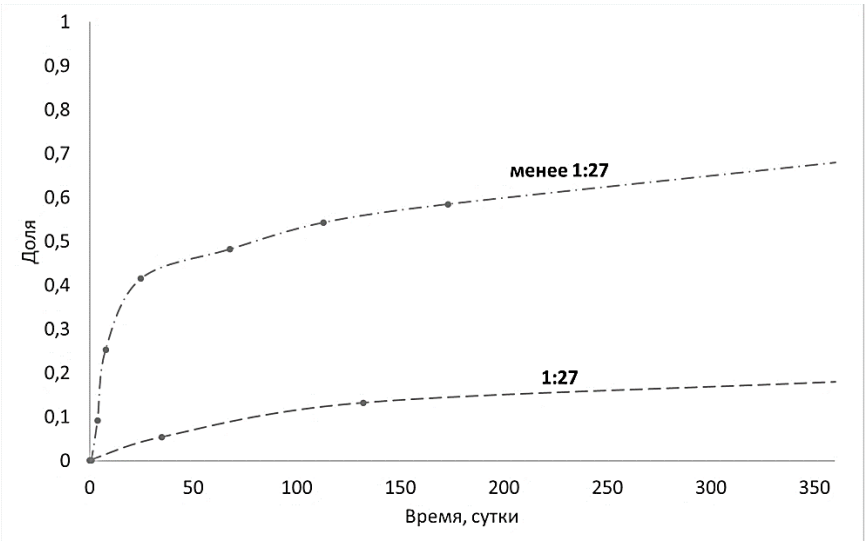


Рис. 5. Кривые растворимости для удобрений, покрытых серным покрытием (44% масс.) и герметиком с соотношением битум:растворитель: 1:27; менее 1:27

На основе графического отображения экспериментальных данных по растворимости можно сделать вывод, что соотношение битум:растворитель менее 1:27 недостаточно запечатывает серное покрытие, что приводит к

раннему высвобождению питательных веществ и растворению гранул. Соответственно, достаточным разбавлением битума принимается 1:27.

Выводы

В работе рассмотрена модификация серного покрытия удобрения пролонгированного действия как один из аспектов повышения эффективности производства, устойчивости агроэкосистем и решения вопросов энерго- и ресурсосбережения.

Получаемый слой компенсирует недостатки серного покрытия, что обеспечивает более длительный период растворения капсулированного удобрения. Наилучшие результаты показали продукты с оболочкой с содержанием битума 0,1%. Отмечено, что раствор битума наносят в соотношении битум:растворитель не менее 1:27.

Список литературы

1. Многослойное удобрение пролонгированного действия с покрытиями на основе серы и битума и способ его получения: пат. 2824519 Рос. Федерация: МПК C05G 5/30, C05D 9/02, C05C 9/00, C05C 1/00, C05G 1/00, C05G 3/00 / Таран Ю.А., Фуфаева В.М., Стрельникова В.О.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет». № 2023118161; заявл. 10.07.2023; опубл. 08.08.2024, Бюл. № 22. 14 с.

2. Способ получения медленнодействующего удобрения с оболочкой на основе серы: пат. 2821043 Рос. Федерация: МПК C05G 3/40, C05G 5/30 / Таран Ю.А., Фуфаева В.М., Стрельникова В.О.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет». № 2023124656; заявл. 26.09.2023; опубл. 17.06.2024, Бюл. № 17. 15 с.

3. Фуфаева В.М., Таран Ю.А. Схема промышленного получения карбамида с контролируемым высвобождением питательных веществ // Промышленные процессы и технологии. 2024. Т. 4. № 2 (12). С. 23-31.

4. Taran Yu.A., Fufaeva V.M. Production of encapsulated controlled-release fertilizers based on prilled and granular urea // Chemical and Petroleum Engineering. 2022. V. 58. № 5-6. P. 499-504.

5. Xia L., Yan X. How to feed the world while reducing nitrogen pollution // Nature. 2023. V. 613. P. 34-35.

Игноватова А.О., Чикалова А.А.
студенты,
Научный руководитель: ***Гречухина М.С.***
к.т.н., доцент
Самарский государственный технический университет,
Россия, Самара

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОГО СОСТАВА КУМУЛЯТИВНЫХ ОБЛИЦОВОК

Аннотация. В статье рассмотрена работа кумулятивного перфоратора, применяемого для добычи нефти и газа. Приведено решение проблемы по улучшению показателей пробития продуктивных пластов породы. Сформированы кумулятивные облицовки с реакционным составом с помощью технологий прессования и детонационного напыления. Проведены испытания по определению эффективности изделия. В результате работы выявлено, что оптимальной технологией изготовления кумулятивных облицовок с реакционноспособным составом является детонационное напыление.

Ключевые слова: кумулятивная облицовка, реакционноспособные материалы, детонационное напыление, прессование.

Ignovatova A.O., Chikalova A.A.
Students,
Scientific Advisor: ***Grechukhina M.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Samara State Technical University,
Russia, Samara

SELECTION OF THE OPTIMAL MANUFACTURING TECHNOLOGY FOR THE REACTIVE COMPOSITION OF CUMULATIVE LININGS

Abstract. The article examines the operation of a cumulative perforator used for oil and gas production. A solution to the problem of improving the penetration of productive rock layers is given. Cumulative linings with a reactive composition have been formed using pressing and detonation spraying technologies. Tests have been carried out to determine the effectiveness of the product. As a result of the work, it was revealed that detonation spraying is the optimal technology for manufacturing cumulative linings with a reactive composition.

Keywords: cumulative cladding, reactive materials, detonation spraying, pressing.

Введение

На сегодняшний день неотъемлемой часть гражданской промышленности является нефтедобыча. Для получения полезного ископаемого применяют кумулятивные перфораторы. Их опускают в заранее пробуренную скважину на геофизическом кабеле и приводят в действие с помощью импульса тока. Основная часть конструкции перфоратора – кумулятивный за-

ряд. Он состоит из корпуса, заряда и кумулятивной облицовки. За счет действия заряда происходит изменение механических свойств облицовки и формирование из нее струи, которая пробивает продуктивный пласт породы [2].

На сегодняшний день актуальной задачей в народном хозяйстве является повышение показателей объема добытой нефти. Это возможно достигнуть путем влияния на состав и технологию изготовления кумулятивной облицовки.

Ранее был выявлен перспективный реакционноспособный состав Al-Ni-Cu, который позволяет улучшить показатели пробития [1]. В связи с этим целью работы является подбор оптимальной технологии изготовления состава Al-Ni-Cu кумулятивной облицовки.

Методика

Для определения наиболее подходящей технологии формирования изделий был проведен патентный поиск, в ходе которого выявлено, что перспективными методами изготовления реакционноспособных компонентов является прессование и детонационное напыление [3]. Параметры изготовленных, по приведенным технологиям, макетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики изготовленных макетов кумулятивных облицовок

№	Характеристика кумулятивной облицовки			
	Состав	Масса, г	Плотность, г/см^3	Толщина покрытия, мм
1	Штатная порошковая	36	7,52	-
2	Смесь Al-Ni-Cu	24,8	4,92	-
3	Штатная цельнотянутая	18,1	-	0
4	Медная цельнотянутая с покрытием Al-Ni	21,7	-	0,4

Внешний вид изготовленных макетов представлен на рисунке 1.



а) *б)* *в)* *г)*

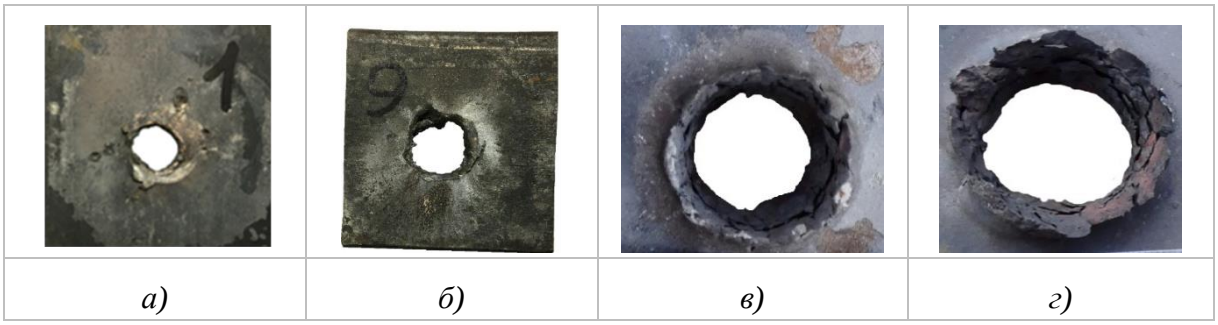
Рис. 1. Внешний вид обливок:
а – макета №1; б – макета №2; в – макета №3; г – макета №4.

Формирование макетов кумулятивных зарядов с изготовленными облицовками производилось с помощью операции прессования элемента в корпус изделия.

Для определения оптимальной технологии изготовления облицовок были проведены испытания макетов на учебно – производственной базе ФГБОУ ВО СамГТУ в соответствии с методикой API-19B. Предварительно были изготовлены фокусная и пластиковая подставки, мишунная установка, наполненная смесью бетона с песком в соотношении 1:2.

Результаты и обсуждение

Внешний вид 10-мм пластин после проведения испытания представлены на рисунке 2.



а) *б)* *в)* *г)*

Рис. 2. Внешний вид 10-мм пластин после испытаний зарядов с облицовкой: а – штатного состава; б – состава Al-Ni-Cu; в – цельнотянутой штатной; г – напыленного состава Al-Ni.

Полученные характеристики перфорационного канала представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры пробития в результате испытаний макетов кумулятивных зарядов

Состав кумулятивной облицовки	Характеристика перфорационного канала		
	Входной диаметр, мм	Конечный диаметр, мм	Объем перфорационного канала, $см^3$
Штатная порошковая	15	4	39,4
Смесь Al-Ni-Cu	18	5	21,94
Штатная цельнотянутая	20,6	3	45
Медная цельнотянутая с покрытием Al-Ni	38,5	7	115

По итогам испытаний выявлено, что наибольшие показатели пробития мишенной установки имеет состав №4, который представлял собой облицовку с цельнотянутой медной основой, на которую нанесен слой толщиной

0,4 мм реакционноспособного материала Al-Ni. Такой явный прирост показателей наблюдается вследствие того, что цельнотянутая основа способна сформировать канал большей длинны, ввиду наименьшей потери энергетики при образовании кумулятивной струи. Реакционные материалы формируют наибольший диаметр за счет их оптимальной толщины покрытия и правильного распределения частиц смеси.

В результате работы выявлено, что оптимальной технологией изготовления реакционных составов кумулятивной облицовки является детонационное напыление.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания (тема № 125040404855-0).

Список литературы

1. Игноватова А. О., Воронцова В. А., Гречухина М. С. Разработка эффективного состава облицовки кумулятивного перфоратора // Инновационные материалы и технологии: материалы. 2024. С. 163.
2. Мордвинов А.А., Морозюк О.А. Основы нефтегазопромыслового дела: учеб. пособие. Ухта: УГТУ, 2015. 161 с.
3. Технология изготовления облицовок кумулятивных зарядов, обладающих повышенной пробивной способностью / В. В. Калашников [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. №. 1-2. С. 373-376.

Игонин В.В.
студент,
Научный руководитель: ***Журавлева Е.С.***
старший преподаватель
Самарский государственный технический университет,
Россия, Самара

СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ФТОРПОЛИМЕРНОГО ПОКРЫТИЯ

Аннотация. В статье предлагается способ формирования фторполимерного покрытия методом микрокапсулирования на поверхность частиц реакционноспособных материалов. В качестве исследуемого материала использовался мелкодисперсный порошок вольфрама. Получено, что сформированное покрытие обладает однородностью и занимает (3 – 5) % от общего объёма порошкового материала.

Ключевые слова: микрокапсулирование; фторполимер; покрытие; реакционные материалы; металлический порошок; технология.

Igonin V.V.
Student,
Scientific Advisor: ***Zhuravleva E.S.***

Senior Lecturer
Samara State Technical University,
Russia, Samara

THE METHOD OF APPLYING A FLUOROPOLYMER COATING

Abstract. The article proposes a method for the formation of a fluoropolymer coating by microcapsulation on the surface of particles of reactive materials. Finely dispersed tungsten powder was used as the test material. It was found that the formed coating has uniformity and occupies (3 – 5) % of the total volume of the powder material.

Keywords: microcapsulation; fluoropolymer; coating; reaction materials; metal powder.

Использование реакционноспособных материалов (РСМ) имеет ряд преимуществ, которые делают их привлекательными для применения как в гражданских изделиях, так и для изделий военного назначения. Вот несколько ключевых причин, почему такие материалы перспективны к использованию [2]:

1. Увеличение поражающей способности. Реакционноспособные материалы способны выделять большое количество энергии при определенных условиях, что способствует значительному увеличению разрушительного воздействия взрывчатых веществ.
2. Экономичность и компактность. Замена части традиционного взрывчатого вещества на РСМ позволяет уменьшить общий вес боеприпаса, сохраняя или даже увеличивая его мощность.
3. Многофункциональность. Многие РСМ обладают некоторыми видами поражающего действия, такими как фугасное, зажигательное и термобарическое, что делает их универсальными для решения разнообразных задач на поле боя.

В связи с чем актуальным направлением исследований является формирование структуры и поиск различных компонентных составов РСМ. В качестве одного из способов формирования структуры РСМ интересно рассмотреть методы получения структурообразующих фторполимерных покрытий на поверхности частиц РСМ.

Применение фторполимера в качестве покрытий обуславливается следующими преимуществами [3]:

- высокая химическая стойкость;
- высокая термостойкость;
- высокая механическая прочность;
- высокая адгезионная прочность;
- диэлектрические свойства;
- низкий коэффициент трения;
- антикоррозийная защита;
- экологичность;
- гидрофобность.

Для получения структурообразующих фторполимерных покрытий перспективно использовать методы микрокапсулирования. Микрокапсулирование – это процесс заключения материала (твёрдого, жидкого или газообразного) в оболочку, которая частично защищает капсулируемое вещество от внешних воздействий и помогает достичь таких эффектов как: увеличение срока хранения нестабильных веществ, снижение токсичности материалов и летучести и т.д. [5].

На сегодняшний день микрокапсулирование широко применяется в медицине для производства таблеток, в сельском хозяйстве для удобрений, в пищевой промышленности для производства консервантов, в химической промышленности для модификации катализаторов и реагентов, в энергетике для получения из жидкого топлива в твёрдое и т.д. [5].

Существует несколько методов микрокапсулирования [5]:

– Физический. Основан на способах формирования оболочек с применением механических подходов.

– Химический. В основе метода лежат химические превращения, создающие плёнку.

– Физико-химический. К данному методу относятся способы, основанные на образовании новой фазы при использовании дисперсных систем с жидкой средой, а также способы, осуществляемые в жидких средах без химического превращения компонентов плёнкообразующего материала.

Из представленных способов, наиболее привлекательным является физико-химический метод, так как обладает рядом преимуществ: простота оборудования, низкая трудоемкость процесса, простая масштабируемость [2].

Таким образом, микрокапсулирование является важным технологическим решением, которое способствует повышению эффективности и безопасности использования реакционноспособных материалов в продукции гражданского и военного назначения.

В рамках представленной статьи проведено исследование по формированию фторполимерных покрытий на поверхности частиц металлического порошка – вольфрама марки ПВ2 методом микрокапсулирования.

Технология микрокапсулирования состоит из следующих стадий:

1. Приготовление матричного раствора, которое заключается в растворении в среде ацетона порошкообразного фторопласта. Матричный раствор содержал концентрацию фторопласта, равную 5%.

2. Модификация компонентов. Заключается в осаждении фторопласта на частицы металлического порошка, за счёт добавления осадителя в раствор.

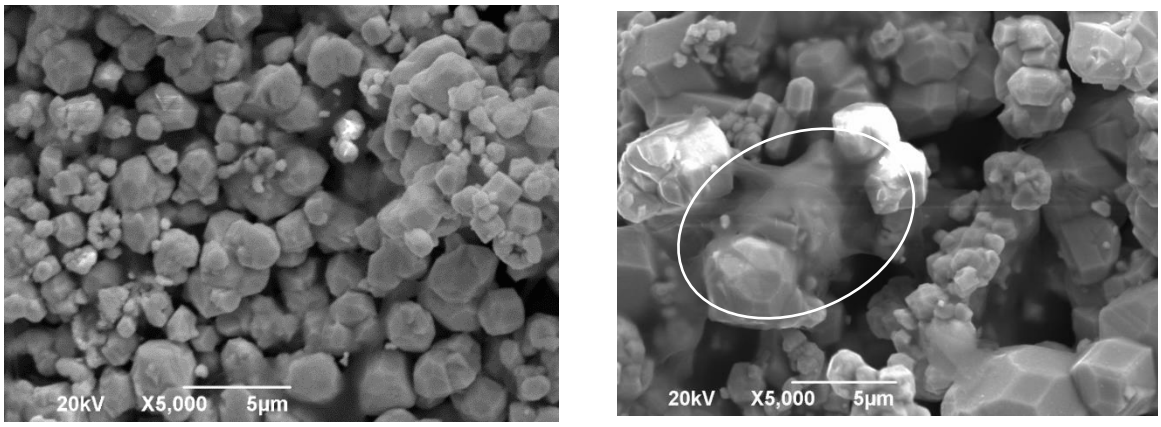
3. Вакуумная фильтрация. Заключается в разделении модифицированных частиц от водноацетонового раствора.

4. Сушка готовой продукции.

Общий процесс микрокапсулирования порошковой композиции занимает 2 часа. Для приготовления матричного раствора используется ацетон,

который выступает в роли растворителя фторполимерного порошка. На следующем этапе выполняется непосредственно модификация компонентов, где осадителем является дистиллированная вода, которая постепенно прикапывается в раствор, тем самым «заставляя» фторопласт оседать на частицах. После, полученную суспензию фильтруют и сушат в сушильном шкафу при температуре 55 °С.

По окончании технологического процесса и получения продукта микрокапсулирования, выполнялся микрорентгеноспектральный анализ для оценки качества и количества нанесённого покрытия. На рисунке представлен порошок вольфрама до и после процесса микрокапсулирования.



а) *б)*

Рис. Микрорентгеноспектральный анализ:
а – чистого порошка вольфрама; б – модифицированного порошка вольфрама

Как видно из рисунка, между частичками вольфрамового порошка обнаружено ультрадисперсное связующее, которое представляет собой фторполимерную пленку.

В таблице представлены результаты химического анализа, выполненные при помощи сканирующего электронного микроскопа (СЭМ).

Таблица

Результаты химического анализа модифицированного вольфрама

Химический состав, масс %		
F	*Cl*	*W*
4,86	3,66	91,48

Из таблицы 1 видно, что на частице вольфрама присутствует фторопласт, об этом говорит содержание фтора в размере 4,86 %, содержание хлора обуславливается химической структурой используемого фторполимерного порошка.

Обобщая результаты проведенного экспериментально исследования, можно сказать, что технология микрокапсулирования позволяет получать

однородные покрытия с количеством нанесенного фторопласта (3…5) % масс. Результаты микрорентгеноспектрального анализа показали однородное нанесение фторполимерного покрытия, а также наличие межчастичного связующего. Таким образом, предложенный способ формирования структуры РСМ путем нанесения фторполимерных покрытий возможно реализовывать при получении новых видов высокоэнергетических невзрывчатых материалов.

Список литературы

1. Келбалиев Г.И., Расулов С.Ф., Валиев Н.Г. Математическое моделирование процессов осаждения и всплытия твердых частиц, капель и пузырей в изотропном турбулентном потоке // Известия Уральского государственного горного университета. 2020. Вып. 4 (60). С. 123–145.
2. Микрокапсулирование: обзор концепций, методов и перспектива использования в процессах нефтегазовой и химической отрасли / А.Л. Максимов [и др.]. // Бурение и нефть. 2013. №1. С. 1–24.
3. Паншин Ю.А., Малкевич С.Г., Дунаевская Ц.С. Фторопласты. Л.: Химия, 1978. 232 с.
4. Параметры взрыва зарядов из тротила, содержащих блоки из высокоплотных металлофторопластовых композиций / В.Б. Яшин [и др.]. // Наука и инновации. 2013. №7. С. 83–95.
5. Солодовник В.Д. Микрокапсулирование. М.: Химия, 1980. 216 с.
6. Bader M. Microencapsulated Paraffin in Polyethylene for Thermal Energy Storage. Department of Chemical & Material Engineering, School of Engineering, The University of Auckland, New Zealand. 2002. p. 78.

Комиссарова М.С.
студент,
Научный руководитель: ***Деморецкий Д.А.***
д.т.н., профессор
Самарский государственный технический университет
Россия, Самара

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ БОЕВЫХ ЧАСТЕЙ К ТЕПЛОВЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

*Аннотация. Р*азработано теплозащитное покрытие для боеприпасов, обеспечивающее повышение стойкости к тепловым воздействиям. Для оценки эффективности действия проведены испытания с моделированием ситуации в условиях приближенным к пожару.

Ключевые слова: теплозащитное покрытие; методика испытаний; вооружение; эндотермический материал.

Komissarova M.S.
Student,

Scientific Advisor: ***Demoretsky D.A.***
Doctor of Technical Sciences, Professor
Samara State Technical University
Russia, Samara

INCREASING THE RESISTANCE OF WAR UNITS TO THERMAL EFFECTS

Abstract. A heat-protective coating has been developed fammunition, providing increased resistance to thermal effects. To assess the effectiveness of the actions, tests were conducted with the modelling of situations in conditions close to a fire.

Keywords: heat-protective coating; testing methods; armament; endothermic material.

Торпедные оружия ВМФ и другие виды вооружения испытывают различные воздействия в процессе транспортировки, обслуживания, хранения, применения и утилизация. Эти воздействия относятся к опасным, если их энергия или сила способны к прямым или косвенным способам вызвать взрыв. Пожар на складе в хранилище или загорание топлива, полов и стен железнодорожных вагонов характеризуется как быстрый нагрев. Средняя температура пламени составляет от 550 до 850°С. Температура 550°С достигается в течение 30 секунд в результате воспламенения. Вследствие того, что от воздействия огня взрывчатые вещества (ВВ) не взрываются мгновенно, то взрыв ВВ может произойти только после того, как температура в заряде поднимется до критической для ВВ. В условиях быстрого нагрева боеприпасов (БП) не должны взорваться в течение времени, достаточного для ликвидации источника интенсивного тепла [1, 3].

Одним из перспективных направлений повышения безопасности торпедного вооружения от высоких температур является использование теплозащитного материала.

Эндотермический материал – это материал из связующих волокон и эндотермических, то есть поглощающих тепло, добавок, благодаря которым обеспечивается огнезащитные свойства. Таким образом эндотермический материал работает не только как теплоизолирующий, но и как поглощающий тепло материал.

Большинство существующих теплозащитных материалов обладают недостаточной конструкционной жесткостью, рассчитаны на более или менее жесткие условия эксплуатации, сохраняют работоспособность при гораздо больших толщинах. Эндотермически активные вещества позволяют повысить теплоемкость теплозащитного покрытия, так как помимо тепла, необходимого для нагрева вещества, требуется также тепловая энергия для самого разложения компонента, которое характеризуется эндотермическим пиком.

Для изготовления матрицы теплозащитного покрытия использовались следующие компоненты, указанные в таблице.

Таблица

Материалы, используемые для изготовления матрицы теплозащитного покрытия

Наименование	Обозначение нормативного документа
Полиуретановый пластик «Силагерм 4010» (компонент А и Б)	ТУ 2253-013-01296014-2015
Углеродный наноструктурный материал «Таунит-М»	ТУ 2166-001-77074291-2012
Эндотермический материал	-

Жидкий литьевой полиуретан – это двухкомпонентная система, которая состоит из полиола и изоцианата. После контакта и смешивания состава происходит процесс полимеризации [2].

Углеродная нанотрубка – это аллотропная модификация углерода, представляющая собой полую цилиндрическую структуру диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров (при этом существуют технологии, позволяющие сплетать их в нити неограниченной длины), состоящие из одной или нескольких свёрнутых в трубку графеновых плоскостей [4].

Процесс изготовления заключается в заливке перемешанных до однородного состояния компонентов, в технологическую оснастку. Заливка производиться на вибростоле средней частоты (40…60) Гц и амплитудой вибрации (0,1…0,5) мм. После полного затвердевания материал свободно извлекается из оснастки.

Для оценки эффективности теплозащитного покрытия проведено испытание образцов теплозащитного покрытия (ТЗП) в условиях аварийных ситуаций, вызванных пожаром при хранении, транспортировке и эксплуатации [5, 6].

Определяемая характеристика – время, за которое в зоне между образцом ТЗП и имитатором ВВ температура достигнет критического значения – 180°С.

На поверхность имитатора внешней оболочки подается пламя горелки при температуре 800°С. Во время процесса теплового воздействия с помощью установленных термопар на границах разделов элементов макета происходит фиксация изменения температур. Окончанию эксперимента соответствует достижение критической температуры в зоне между образцом ТЗП и имитатором ВВ. Схема испытательного стенда представлена на рисунке 1.

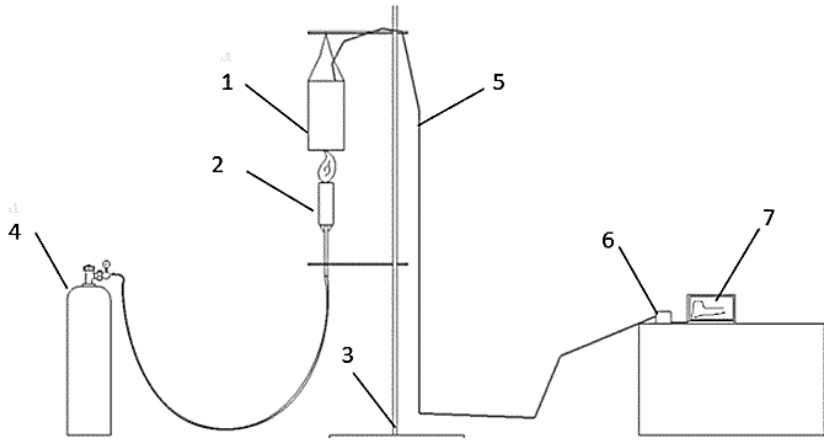


Рис. 1. Схема постановки экспериментов:
1 – испытуемый макет, 2 – газовая горелка, 3 – штатив, 4 – газовый баллон,
5 – жгут термопар, 6 – аналогово-цифровой преобразователь, 7 – компьютер

Схема макета представлена рисунке 2.

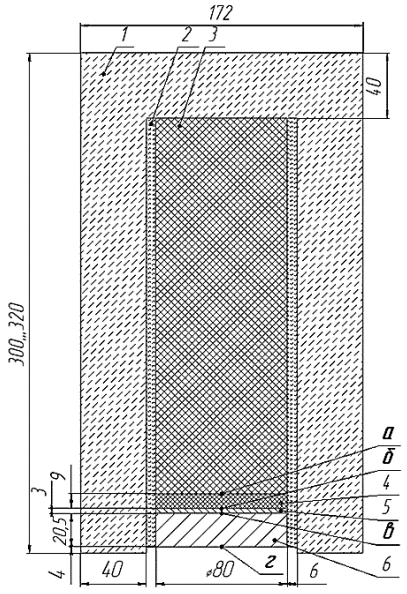


Рис. 2. Схема макета, моделирующего сечение боевого отделения торпеды:
1 – базальто-волокнистая теплоизоляция, 2 – асбестовая ткань, 3 – имитатор ВС,
4 – образец ТЗП, 5 – имитатор стального корпуса БЧ, 6 – имитатор алюминиевого корпуса отсека; а, б, в, г, – термопары

Вдоль продольной оси макета на каждой границе раздела сред были установлены термопары. Для этого в деталях макета были сделаны специальные проточки. Все элементы макета устанавливались вплотную друг к другу для обеспечения теплопередачи из одной среды в другую (рис. 3).



а) *б)* *в)*

Рис. 3. Сборка макета:
а – установка термопар; б – оборачивание макета в асбест;
в – оборачивание макета в базальто-волокнистую теплоизоляционную вату

Нагрев макетов, производили пламенем газовой горелки при средней температуре воздействия 800°С до момента достижения в зоне между ТЗП и имитатором ВВ температуры 180°С.

В процессе проведения испытания формируется диаграмма изменения температуры на границах раздела материалов (элементов) макета (рис. 4).

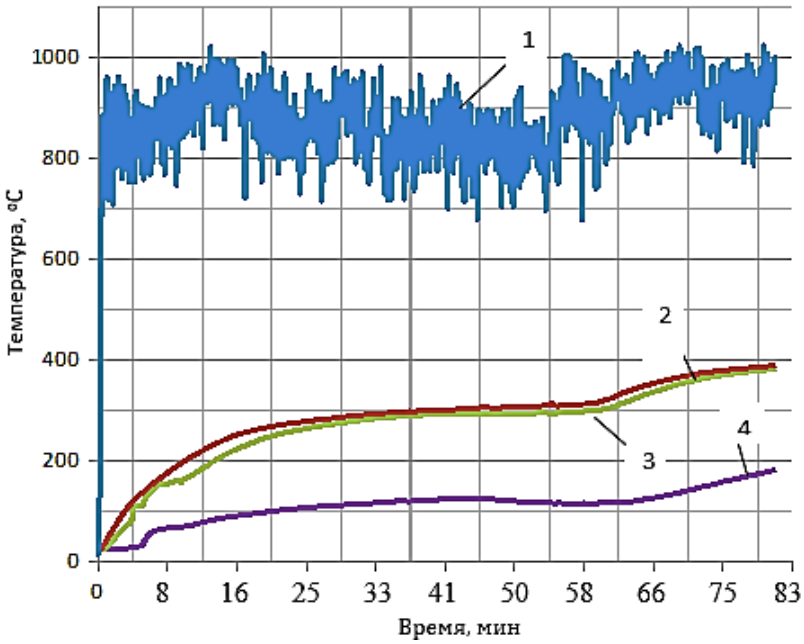


Рис. 4. Временная диаграмма изменения температур в контролируемых зонах макета с образцами ТЗП:
1 – график изменения температуры в зоне нагрева; 2 – график изменения температуры в зоне между имитаторами отсека и корпуса БЧ;
3 – график изменения температуры между имитатором корпуса БЧ и образцом ТЗП;
4 – график изменения температуры между образцом ТЗП и имитатором ВВ

Испытания макетов с образцом из рецептуры показали более значительный интервал времени (78,6 мин), в течение которого образцы прогрелись до критической температуры.

Вторая часть экспериментального исследования – это испытание образцов макетов БЧ торпедного вооружения, в условиях приближенным к пожару. Цель эксперимента определить время, за которое в зоне между образцом ТЗП и имитатором ВВ температура достигнет критического значения – 180°С. Характерный внешний вид макета в процессе проведения эксперимента представлен на рисунке 5.



Рис. 5. Внешний вид макета в процессе проведения эксперимента

Представленный график с результатами измерений температур в макетах с образцами ТЗП на рисунке 6, на котором видно, что предлагаемое теплозащитное покрытие прошло полный цикл испытаний, не достигая критической температуры.

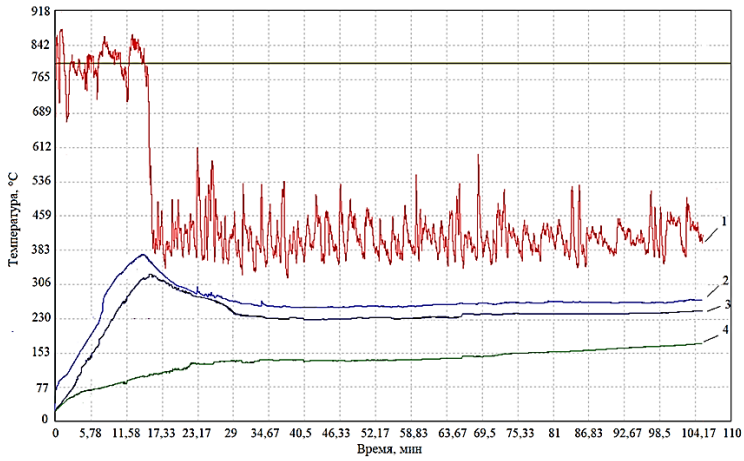


Рис. 6. Временная диаграмма изменения температур в контролируемых зонах макета с образцами ТЗП:
1 – график изменения температуры в зоне нагрева, 2 – график изменения температуры в зоне между имитаторами отсека и корпуса БЧ, 3 – график изменения температуры между имитатором корпуса БЧ и образцом ТЗП,
4 – график изменения температуры между образцом ТЗП и имитатором ВВ

По результатам экспериментальных исследований, время прогрева разработанного теплозащитного покрытия до критической температуры составляет 78,6 минут, что является наибольшим временем стойкости к тепловым воздействиям. С этим составом выполнены экспериментальные исследования на макетах, моделирующих сечение БП диаметром 400 мм. Экспериментально установлено, что за весь цикл испытаний температура между имитатором ВВ и ТЗП не превысила 170°С. Исследуемый материал решает проблему защиты боевой части от воздействия высоких температур.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания (тема № 125040404855-0).

Список литературы

1. Боеприпасы повышенной стойкости к опасным внешним воздействиям: особенности конструирования, испытаний и эксплуатации / Б.В. Мацеевич [и др.]. Красноармейск: ОАО «КНИИМ», 2014. 168 с.
2. Литьевой полиуретан: свойства, применение и технология заливки [Электронный ресурс]. 2024. URL: https://himtrust.ru/company/ articles/litevoy-poliuretan-svoystva-i-oblasti-primeneniya (дата обращения: 01.04.2025).
3. Торпедное оружие: метод. указ. / составители Косарев В.В., Садовников В.Н. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2000. 48 с.
4. Углеродные нанотрубки //Большая российская энциклопедия /URL: https://bigenc.ru/c/uglerodnye-nanotrubki-8b1fb1 (дата обращения: 01.04.2025).
5. STANAG 4382. Slow Heating Survey and Historical Review. In-sensitive Munitions and Energetic Materials Technology Symposium
6. STANAG 4240 Liquid Fuel External Fire, Munition Test Procedure

Куцепалова А.В.
студент,
Научный руководитель: ***Гречухина М.С.***
к.т.н., доцент
Самарский государственный технический университет
Россия, Самара

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КУМУЛЯТИВНЫХ ЗАРЯДОВ ДЛЯ ПЕРФОРАЦИИ СКВАЖИН

Аннотация. В данной работе представлен метод усовершенствования кумулятивных зарядов, применяемых для перфорации скважин, с использованием комбинированного покрытия, основанного на реакционных материалах и электрохимически осажденном никеле. Рассмотрена методика получения многослойного покрытия. Использование данного покрытия на кумулятивных облицовках, повышает эффективность добычи нефти, за счёт повышения диаметра входного отверстия.

Ключевые слова: кумулятивные перфоратор; кумулятивная облицовка; добыча нефтепродуктов; многослойное покрытие; электрохимия.

Kutsepalova A.V.
Student,
Scientific Advisor: ***Grechukhina M.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Samara State Technical University
Russia, Samara

IMPROVEMENT OF SHAPED CHARGES FOR WELL PERFORATION

Abstract. This paper presents a method of improving shaped charges used for well perforation using a combined coating based on reactive materials and electrochemically deposited nickel. The technique of obtaining a multilayer coating is considered. The use of this coating on shaped charge liners increases the efficiency of oil production by increasing the diameter of the entrance hole.

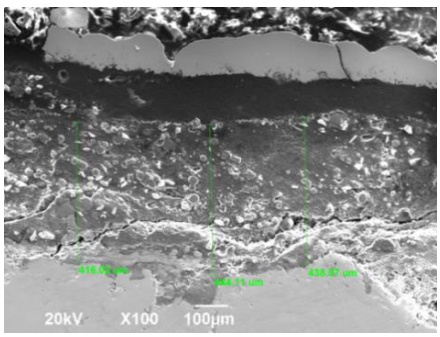
Keywords: cumulative perforators; cumulative cladding; oil production; multilayer coating; electrochemistry.

Одним из наиболее значимых параметров, оказывающих влияние на результативность перфорации, является размер пробиваемого отверстия. Увеличение этого диаметра при применении кумулятивных зарядов представляет собой перспективное направление в сфере повышения эффективности перфорации и коэффициента извлечения углеводородов. Научные исследования в этой области традиционно сосредоточены на следующих аспектах: улучшении энергетических характеристик взрывчатых веществ, совершенствовании физико-механических свойств различных материалов, а также достижении необходимых геометрических параметров кумулятивных облицовок [1, 2, 5].

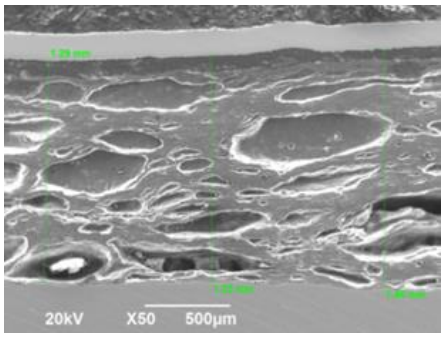
Для создания эффективных многослойных покрытий на кумулятивных облицовках были отобраны реакционные материалы, основанные на алюминии и боре, которые обладают высокой теплотой реакции (Q, кал/см³) [4]. В частности, взаимодействие алюминия с бором (реакция Al + 2B) приводит к выделению тепла Q = 1940 кал/см³. Процесс прессования реакционных материалов Al-B осуществлялся на поверхность кумулятивных облицовок при различных давлениях: 1000 кг/см² и 100 кг/см². Затем, с применением электрохимического осаждения металла на всю поверхность облицовки, происходило капсулирование запрессованного реакционного материала. Для получения этого металлического покрытия был выбран никель, это обусловлено его способностью реагировать с алюминием [3]. Данный процесс иллюстрируется реакцией Al + Ni, при которой выделяется тепло Q = 1710 кал/см³.

Одним из отличающихся факторов созданных многослойных покрытий, помимо величины давления, являлся размер частиц алюминия, который

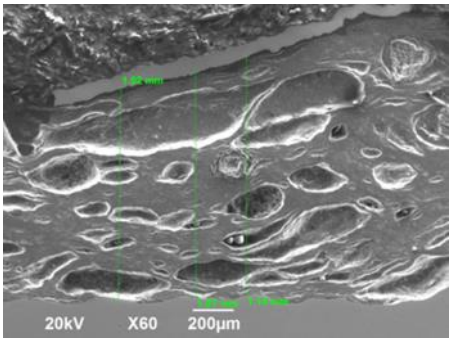
соответствовал 0,5 мкм и 30 мкм. Полученные покрытия представлены на рисунке.



а)



б)



в)

Рис. Многослойные покрытия на кумулятивных облицовках: а) Al (30 мкм.) + B + Ni (давление 1000 кг/см^2); б) B + Al (0,5 мкм) + Ni (давление 1000 кг/см^2); в) B + Al (0,5 мкм.) + Ni (давление 100 кг/см^2)

Была проведена серия испытаний на величину пробиваемого отверстия, по результатам которой было установлено, что наиболее эффективным образцом является кумулятивный заряд, на облицовке которого использовано многослойное покрытие, состоящее из бора, алюминия с размером частиц 0,5 мкм, которые запрессовывались на облицовку под давлением 1000 кг/см^2, и никеля, осажденного электрохимией. Использование кумулятивного заряда с таким покрытием, подтверждает повышение эффективности вследствие большего диаметра пробиваемого отверстия, составляющего 3,79 см, в отличие от заряда с облицовкой без покрытия – 2,09 см.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания (тема № 1024100900026-5-1.4.2, 1.4.6).

Список литературы

1. Взрывные устройства для перфорации нефте- и газодобывающих скважин, обладающие повышенной пробивной способностью / В. В. Калашников [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. №. 1-2. С. 366-369.

2. Гриф Е. М., Милевский К. Е. Перспективы развития кумулятивных зарядов с повышенным диаметром пробития // Наука. Технологии. Инновации. 2018. С. 92.

3. Игноватова А. О., Воронцова В. А. Влияние компонентного состава AL-NI на работу порошковых облицовок // Новые технологии – нефтегазовому региону. 2024. С. 93-96.

4. Игноватова А. О., Воронцова В. А. Исследование влияния добавки Al-B к медной порошковой облицовке // Опыт, актуальные проблемы и перспективы развития нефтегазового комплекса. 2024. С. 188-190.

5. Исследование энергонасыщенных материалов, применяемых в технологии комплексной перфорации скважин / Д. М. Гагаркин [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. №. 24. С. 122.

Морозов Н.А.
Студент,
Научный руководитель: ***Зубов Д.В.***
к.т.н., доцент
РТУ МИРЭА
Россия, Москва

АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ОЗОНИРОВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Аннотация. Рассмотрена задача построения экспериментальной модели процесса озонирования воды на станции водоподготовки, предложена уточнённая структура модели и проведена идентификация её параметров с учётом разделения экспериментальных данных на два кластера.

Ключевые слова: водоподготовка; озонирование; кластерный анализ.

Morozov N.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Zubov D.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
RTU MIREA
Russia, Moscow

ANALYZING THE OPERATION OF THE DRINKING WATER OZONIZATION UNIT

Abstract. The problem of building an experimental model of the process of ozonization of water at the water treatment plant is considered, the refined structure of the model is proposed and the identification of its parameters is carried out taking into account the division of experimental data into two clusters.

Keywords: water treatment; ozonation; cluster analysis.

Для обеспечения населённых пунктов питьевой водой из поверхностных источников часто используется процесс озонирования, позволяющий

добиться обеззараживания воды и удаления из воды ряда органических примесей. Наиболее современным методом получения озона является синтез из воздуха непосредственно перед его добавление в воду с помощью специальных установок генерации озона [1].

Озон – аллотропная модификация кислорода, которая легко распадается на обычную двухатомную молекулу кислорода и атомарный кислород, в связи с чем озон является мощным окислителем. Озон можно получать из воздуха при помощи озонаторов – специальных аппаратов, в которых под действием сильным разрядов электрического тока двухатомный кислород частично превращается в трёхатомный озон.

Генерация озона – достаточно энергоёмкий процесс, причём хранение озона не имеет смысла, т.к. он хотя и не так опасен для человека, как хлор и другие используемые для обеззараживания воды вещества, но всё-таки контакт с ним нежелателен, озон нестоек и при хранении переходит в более устойчивую двухатомную форму кислорода, поэтому нужно генерировать именно столько озона, сколько необходимо в данный момент, при текущем расходе и уровне загрязнения воды. Потребление воды и уровень загрязнённости исходной воды характеризуется значительными колебаниями, что вынуждает изменять расход подаваемого озона и приводит к задаче управления генерацией озона, для чего нужно иметь производственную характеристику имеющихся установок по генерации озона.

Ранее были получены экспериментальные данные базе массива с Западной станции водоподготовки Мосводоканала г. Москвы [2], в частности, на рисеyrt представлена зависимость производительности озона генератором озона $N_{оз}$ (кг/ч) от мощности источника питания генератора озона N (кВт) [3].

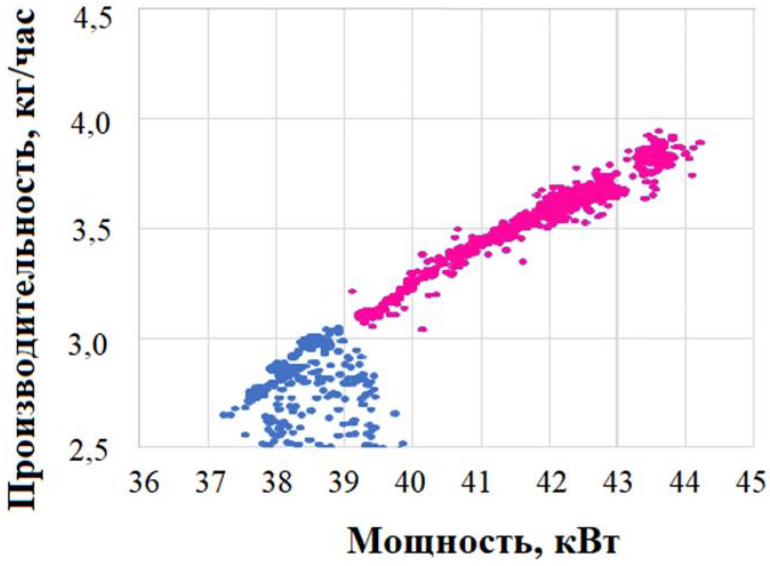


Рис. Зависимость производительности по озону от мощности, подаваемой на озонатор

При анализе полученных данных было замечено, что они разбиваются на два кластера, которые характеризуют работу в разных режимах – при низкой и при высокой производительности, и сложно построить модель, которая хорошо бы описывала оба этих кластера одновременно. Методом k-средних нами выделены центры этих кластеров и проведена сегментация исходных данных по кластерам, после чего в каждом кластере была проведена структурная и параметрическая идентификация модели синтеза озона.

В нижнем кластере наблюдается очень широкая вариативность производительности по озону, которая свидетельствует о неустойчивом режиме работы озонатора, что приводит к необходимости подавать озон в избыточном количестве, чтобы гарантированно обезвредить органические примеси. Для повышения качества очистки воды нами предложено подавать озон не одним потоком, как ранее, а двумя. Второй поток озона подаётся на пути движения воды с таким расчётом, чтобы к тому времени первая порция озона в основном уже успела раствориться и прореагировать с органическими загрязнениями. При этом концентрация озона и атомарного кислорода в воде становится более стабильной в течении процесса окисления загрязнений, снижаются потери озона, который превращался в обычный кислород, а не реагировал с загрязнениями, и лучше происходит процесс обезвреживания сравнительно крупных частиц органики, которые только частично прореагировали при первой подаче озона. Благодаря предложенному изменению алгоритма работы можно снизить затраты электричества на синтез озона.

Дальнейшее улучшение работы станций озонирования может быть связано с управлением долей озона направляемой на первый ввод, что позволит более гибко учитывать характер загрязнений в воде в данный момент.

Выводы: проведён анализ данных работы станции водоподготовки, выявлены недостатки существующей конструкции и метода дозирования озона, разработана структура математической модели синтеза озона и процесса озонирования воды, выделены два кластера в экспериментальных данных, предложен улучшенный метод использования синтезируемого озона, снижающего затраты электроэнергии при сохранении качества очистки воды.

Список литературы

1. Использование озона при очистке поверхностных вод для водоснабжения небольших населенных пунктов / Л. П. Алексеева [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. 2017. № 3. С. 10-17.

2. Морозов, Н. А., Плетнев Д. Б. Построение экспериментальной модели процесса озонирования воды // СНК-2024: материалы LXXIV международной студенческой научной конференции Московского Политеха, Москва, 01–26 апреля 2024 года. М.: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет», 2024. С. 332-334.

3. Увеличение эффективности использования электроэнергии при озонировании сточных вод / Н.А. Морозов [и др.] // Eurasia Science: Сборник статей LIX международной научно-практической конференции, Москва, 15 февраля 2024 года. Москва: ООО АКТУАЛЬНОСТЬ.РФ, 2024. С. 100-107.

Петров М.К., Чанаканов А.Ч.
студенты,
Научный руководитель: ***Егоров Ю.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ НАПОЛНЕНИЯ ЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования отходов полимерсодержащих изделий, полученных методом механического рециклинга. Приводятся результаты исследования применения этих отходов для наполнения цементно-песочных растворов.

Ключевые слова: полимерсодержащие отходы, рециклинг, утилизация, наполнение, испытания, цементно-песочный раствор.

Petrov M.K., Chanakanov A.Ch.
Students,
Scientific Advisor: ***Egorov Yu.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

THE USE OF WASTE POLYMER-CONTAINING PRODUCTS FOR FILLING CEMENT MORTAR

Abstract. The article considers the possibility of using waste polymer-containing products obtained by mechanical recycling. The results of a study of the use of these wastes for filling cement-sand mortars are presented.

Keywords: Polymer-containing waste, recycling, disposal, filling, testing, cement-sand mortar.

Потребление основных видов полимеров на душу населения в России достигнет 42 кг на человека в 2030 году и 48 кг на человека в 2035 году, следовательно, количество отходов будет расти [1]. На данный момент в России перерабатывается не более 12-15% отходов, остальное утилизируется примитивными методами по типу захоронения на полигонах.

Проблеме применения отходов вторичной переработки полиэтилентерафтолата (ПЭТ) при наполнении бетонных растворов посвящен ряд работ. К ним можно отнести исследования в университетах Италии и Мальты, Варшавского технологического университета и университета Баба Гулам Ша Бадша (Индия) [2]. Результаты их исследований показывают, что механическая прочность изделий не ухудшается, а в некоторых случаях даже возрастает. При этом все отмечают, что теплопроводность и морозостойкость увеличиваются.

Данная работа ставит целью изучить применение полимерных отходов при наполнении цементных-песочных растворов. Для проведения исследований использовали отходы, полученные из: бутылок ПЭТ с крышками и этикетками (ПЭТ, ПЭНД, ПЭВД), пакетов тетрапак (20% полиэтилен низкого и высокого давления) и отходы ДСП мебельного производства (8% сухая смола).

Первоначально были выбраны следующие процентные отношения отходов в цементном растворе в зависимости от объёма изделия – 10%, 20%, 30%. В соответствии с ранее отработанной технологией [3] были изготовлены плитки в 10 раз меньше стандартных тротуарных плиток ГОСТ17608-2017 для проведения испытаний на сжатие. В ходе эксперимента было выявлено, что отходы ДСП мебельного производства невозможно использовать в качестве наполнения цементной плитки, так как даже с использованием пластифицирующих добавок и гашеной извести образцы не выдерживали прикладываемой нагрузки (на диаграмме рис.1 не показаны), поэтому далее работа продолжилась с отходами ПЭТ и тетрапака. Было выявлено, что удовлетворительными процентными отношениями отходов для ПЭТ является – до 20%, для тетрапака – до 10% (рис. 1).

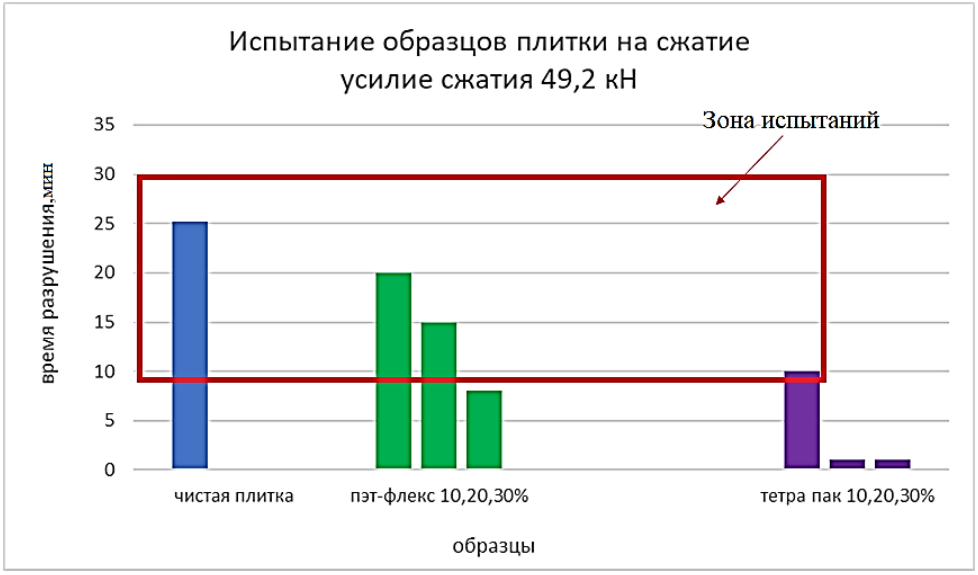


Рис. 1. Испытание образцов плитки на сжатие

Далее, в соответствии с ГОСТ Р58277-2018, были изготовлены бруски из ненаполненного цементно-песочного раствора и наполненного отходами ПЭТ и тетрапака с размерами 40х40х160 (мм), которые проходили испытание на предел прочности при сжатии (Rсж), предел прочности на растяжение при изгибе (Rизг) и морозостойкость (ГОСТ 10060-2012). Добавление полимеров приводит к частичному восстановлению прочности после 150 циклов замораживания-оттаивания [5].

В ходе экспериментов было установлено, что испытание на изгиб все образцы проходят примерно с одними показателями, также все образцы хорошо проходили испытание на морозостойкость (на рис. 2 значения обозначены звездочкой), поэтому было решено принять испытание на сжатие определяющим.

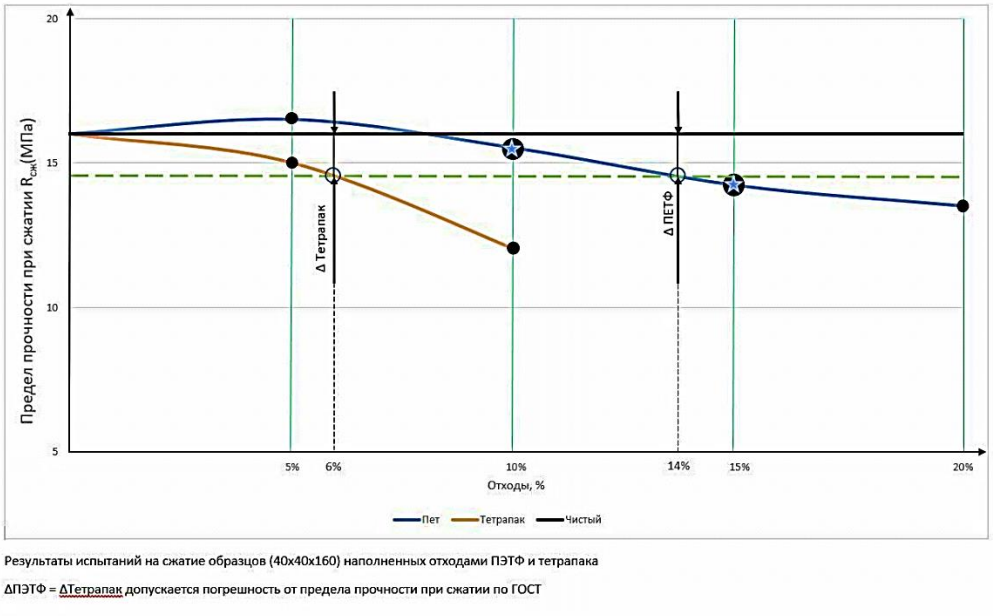


Рис. 2. Испытание брусков на сжатие

Проведенные исследования показали, что при добавлении в цементно-песочный раствор отходов ПЭТ (до 14%) и тетрапака (до 6%) их прочностные характеристики (рис. 2) остаются в частности на уровне норм, предъявляемых к тротуарной плитке в соответствии с ГОСТ 17608-2017.

Анализ темпов роста изделий из бетона и цементно-песочных растворов показывает постоянный рост примерно на 17% в год [4]. Применение отходов ПЭТ и тетрапак позволит сократить использование природного ресурса – песка. С другой стороны, уменьшится количество неперерабатываемых отходов ПЭТ и тетрапак, которое в настоящее время составляет (85-88)%.

Список литературы

1. К 2035 году потребление полимеров в РФ достигнет уровня развитых стран // OILCAPITAL.RU: Нефть капитал. 2024. URL: https://oilcapital.ru/news/2024-11-29/k-2035-godu-potreblenie-polimerov-v-rf-dostignet-urovnya-razvityh-stran-5262248 (дата обращения: 01.04.2025).
2. Киянец А.В. Эффективность применения продуктов вторичной переработки полиэтилентерефталата в бетонах // IVDON.RU: Инженерный вестник Дона. 2022. URL: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7487 (дата обращения: 01.04.2025).
3. Петров М.К., Нконди Ж.Д., Егоров Ю.В. Исследование применения отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ) // Экологическая безопасность и устойчивость социального развития. Москва, 2024. С. 140-144.
4. Рынок бетонных изделий, в том числе тротуарной плитки, бортового и стенового камня // AFKRUKON.RU: РУКОН АФК. 2021. URL: https://afkrukon.ru/analitika/post-1604/ (дата обращения: 01.04.2025).
5. Ahmed Abdel-Mohti, Eslam Soliman & Hui Shen Thermal Stability of Latex Modified Mortars Containing CNTs International Journal of Concrete Structures and Materials volume 12, Article number: 40.2018.

Сафу Д., Конопкин М.А., Алёшин М.А.
студенты,
Научный руководитель: ***Зубов Д.В.***
к.т.н., доцент,
Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева
Россия, Москва

ПОСТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРЕДАВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Аннотация. Рассмотрена задача получения датасета для обучения нейронной сети, помогающей оперативно обнаруживать предаварийные ситуации. Предложено использовать сравнительно точную численную модель для получения упрощенной линейной модели, адекватной только вблизи нормального технологического режима, но более простой с вычислительной точки зрения. Упрощенная модель используется для быстрого моделирования большого количества возможных регламентных и предаварийных ситуаций, которые составляют датасет, используемый для обучения нейронной сети, распознающей предаварийные ситуации.

Ключевые слова: линейные модели, авария, имитационное моделирование.

Safou D., Konopkig M.A., Aleshin M.A.
Students,
Scientific Advisor: ***Zubov D.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Mendeleev University of Chemical Technology of Russia
Russia, Moscow

GENERATION OF LINEAR MODELS OF CHEMICAL-TECHNOLOGICAL PROCESSES FOR THE PURPOSES OF IDENTIFICATION OF PRE-EMERGENCIES

Abstract. The problem of obtaining a dataset for training a neural network that helps to promptly detect pre-emergency situations is considered. It is proposed to use a relatively accurate numerical model to obtain a simplified linear model, adequate only near the normal process mode, but more simple from the computational point of view. The simplified model is used for rapid simulation of a large number of possible routine and pre-emergency situations, which constitute a dataset used for training a neural network that recognizes pre-emergency situations.

Keywords: linear model, accident, simulation modeling.

Проектирование систем управления технологическими процессами начинается с обследования объекта, если он существует и доступен для изучения, и создания его описания – некоторой модели, описывающей существенные, с точки зрения управления объектом, его свойства [5]. Модели могут быть различного вида и точности, например, одной из моделей объекта является потоковая схема – отражающая структуру материальных и энергетических потоков в технологическом процессе и взаимосвязи между аппаратами, трубопроводами и прочим технологическим оборудованием [1].

Одним из наиболее важных видов моделей являются математические модели – совокупность уравнений (как правило – дифференциальных уравнений), исходными данными для решения которых (начальными и граничными условиями для дифференциальных уравнений), являются входные переменные (влияющие на процесс), а решение этих уравнений даёт выходные переменные (переменные состояния, характеризующие текущее состояние объекта).

С практической точки зрения использование математических моделей обычно происходит при помощи компьютерных имитационных моделей, их использование позволяет построить виртуальный аналог технологической цепочки, провести моделирование работы системы взаимосвязанных аппаратов в динамическом и статическом режимах. С помощью полученных моделей, которые с достаточной точностью соответствуют реальным аппаратам и протекающим в них процессам, можно проверить различные технологические решения, исследовать что произойдёт при тех или иных нарушениях технологического процесса.

Задача создания математических моделей естественным образом распадается на две подзадачи – структурную идентификацию и параметрическую идентификацию. Структурная идентификация − это процесс определения структуры модели, описывающей существенные в рамках данного рассмотрения, взаимосвязи между переменными. Параметрическая идентификация – процесс определения параметров модели, постоянных величин, не изменяющихся в ходе моделирования [4].

Структурная идентификация может быть проведена различными способами, однако обычно имеет смысл использовать подход, основанный на применении аппарата теории управления линейными системами, который хорошо себя показывает в большинстве случаев, и применять иные подходы имеет смысл только если традиционный подход оказывается неприемлемым.

В целом математическая модель может строиться на основе балансовых уравнений (материальные балансы, энергетические балансы, балансы по энтропии, при необходимости – балансы по электрическому заряду, импульсу и т.д.), законов переноса и химической кинетики (аналитическая/теоретическая модель); на основе анализа экспериментальных данных (экспериментальная модель) и на основе экспериментальных данных, но с использованием балансовых уравнений (экспериментально-аналитическая модель). В случае экспериментально-аналитической модели структура модели (вид уравнений модели) строится на основании балансовых уравнений, законов переноса и химической кинетики, а их параметры (время запаздывания, коэффициент усиления, постоянная времени и т.д.) – на основе обработки экспериментальных данных.

Сложность аналитических моделей затрудняет их применение в системах оперативного управления – с их помощью можно проводить моделирование в реальном времени, но практически невозможно для сколько-нибудь сложной системы взаимосвязанных объектов проводить оперативный анализ всех возможных аварий. Нами предлагается использовать аналитическую модель (с практической точки зрения точно описывающую технологический процесс, но медленную) для построения упрощенной линейной модели, адекватно описывающей технологический процесс только вблизи регламентного режима, но намного более простой с вычислительной точки зрения.

Предлагается следующая методика построения интеллектуальной системы распознавания предаварийных ситуаций:

1. построение сложной аналитической модели, адекватной в широком диапазоне изменения технологических переменных;

2. на основе аналитической модели проводится структурная и параметрическая идентификация линейных моделей отдельных аппаратов;

3. из полученных линейных моделей аппаратов собирается линейная модель технологической линии в целом;

4. на базе полученной линейной модели проводится моделирование возможных предаварийных ситуаций [3];

5. полученный набор данных – причины и последствия развития нештатных ситуаций используются как датасет для обучения нейронной сети распознавания предаварийных ситуаций [2].

Полученная нейронная сеть интегрируется в SCADA-систему и служит источником выдачи оператору предупреждений о нештатных ситуациях и их вероятных причинах.

Выводы: Создана методика генерации обучающих данных для интеллектуальной системы распознавания предаварийных ситуаций.

Список литературы

1. Глебов М.Б., Кафаров В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств: Учебное пособие – 2-е изд., пер. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2020. 403 с.
2. Зубов Д.В., Лебедев Д.А. Диагностика отказов технологического оборудования химических производств с помощью искусственного интеллекта // Программные системы и вычислительные методы. 2024. № 2. С. 30-40.
3. Имитация аварий оборудования в системах моделирования химико-технологических процессов / Д.В. Зубов [и др.]. // Математические методы в технологиях и технике. 2022. № 6. С. 31-35.
4. Математическое моделирование технологических процессов. Учебное пособие / Под ред. В.С. Балакирева. – 2-е изд., перераб. Ярославль: Издательский дом Н.П. Пастухова, 2020. 262 с.
5. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: проектирование и разработка. Комплект в двух томах. Том 1. Учебно-практическое пособие [Электронный ресурс]: Учеб. пособие. Электрон. дан. Вологда: «Инфра-Инженерия», 2016. 448 с. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/80330. Загл. с экрана.

Хаиров Р.Р.
студент,
Научный руководитель: ***Трутнев Н.С.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

МЕТОД РАСЧЕТА ПОЛЕЙ СКОРОСТЕЙ В КРИОГРАНУЛЯТОРЕ

Аннотация. В данной работе рассмотрены основные методы решения задач по расчёту полей скоростей, предложен новый подход расчёта с использованием вихревых нитей. Показаны вихревые нити на фотографии рабочей области криогранулятора.

Ключевые слова: гидромеханика, аналитические решения, криогранулятор.

Khairov R.R.
Student,
Scientific Advisor: ***Trutnev N.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

METHOD FOR CALCULATING VELOCITY FIELDS IN A CRYOGRANULATION

Abstract. In this paper, the main methods for solving problems in calculating velocity fields are considered and a new approach using vortex filaments is proposed. The vortex filaments are shown in the photo of the cryogranulator working area.

Keywords: hydromechanics, analytical solutions, cryogranulator, cryochemistry.

Наноматериалы широко используются в различных областях промышленности, в частности для получения композиционных материалов (газогенерирующие составы для подушек безопасности, мембраны для выделения водорода и др.).

Одной из технологий получения наноматериалов является криохимическая технология. Главной фазой этой технологии является образование монодисперсных криогранул, поэтому для конструирования и расчёта технологического оборудования получения криогранул необходимы более точные методы расчёта поля скоростей, которые получают из решения уравнения Навье-Стокса. Поиск методов расчётов поля скоростей является актуальной задачей.

Решение уравнения Навье-Стокса (1) в общем виде – открытая проблема в области математической физики. Поэтому аналитические методы не дают решения поставленных задач.

В данной работе рассмотрены основные методы решения задач по расчёту полей скоростей и предложен новый подход, с использованием вихревых нитей.

К известным методам решения задач по поиску полей скоростей в жидкости относятся численные и критериальные методы.

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = -\left(\vec{V} * \nabla\right)\vec{V} + \mu\Delta\vec{V} - \frac{1}{\rho}\nabla p \tag{1}$$

$$div\left(\vec{V}\right) = 0 \tag{2}$$

где V – вектор скорости, t – время, ∇ – оператор Набла, μ – динамическая вязкость, Δ – оператор Лапласа, ρ – плотность, p – давление

Численные методы

Решение задач численными методами возможно двумя вариантами:

1.1. Метод конечных разностей [3]:

Метод основан на возможности дискретизации производных их разностными аналогами по выражению

$$\frac{\partial V(x,t)}{\partial t} = \frac{V_i^{n+1} - V_i^n}{\Delta\tau} \tag{3}$$

где n – обозначение шага по времени, i – обозначение шага по пространству.

В качестве примера рассмотрим уравнение движения несжимаемой жидкости в одномерном пространстве:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V\frac{\partial V}{\partial x} = -\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} + \mu\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} \quad (4)$$

Тогда замена производных их аналогами с использованием выражения (2) даёт следующее уравнение, из которого можно выразить значение V_i^{n+1}:

$$\frac{V_i^{n+1} - V_i^n}{\Delta t} + V_i^n \cdot \frac{V_i^n - V_{i-1}^n}{\Delta x} = -\frac{1}{\rho} \cdot \frac{p_i^n - p_{i-1}^n}{\Delta x} + \mu \cdot \frac{V_{i+1}^n - 2V_i^n + V_{i-1}^n}{(\Delta x)^2} \quad (5)$$

$$V_i^{n+1} = V_i^n - \Delta t \cdot V_i^n * \frac{V_i^n - V_{i-1}^n}{\Delta x} - \frac{\Delta t}{\rho} \cdot \frac{p_i^n - p_{i-1}^n}{\Delta x} + \mu \cdot \frac{V_{i+1}^n - 2V_i^n + V_{i-1}^n}{(\Delta x)^2} \quad (6)$$

Затем заполняются значения на границах в сетке (рис.). Зелёными точками отмечены известные значения, красными – вычисляемые, с использованием которых можно вычислить новый слой по выражению (6).

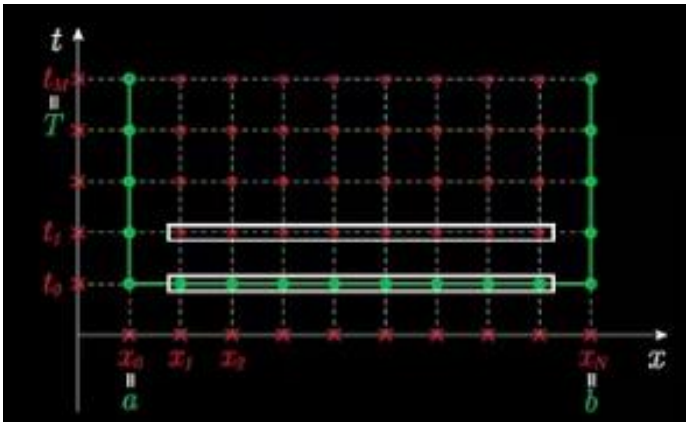


Рис. Матрица значений функции

После вычисления слоя с номером i, переходим к слою с номером i+1. Так мы получаем матрицу значений функции.

1.2. Метод конечных объёмов [3]:

Этот метод основан на законах сохранения, мы так же разбиваем область на сетку, в ячейках которой будут вычисляться физические величины. Затем выражаем закон сохранения массы и импульса в интегральной форме (7). По теореме Гаусса переходим к поверхностным интегралам через границы объёмов. Следующим шагом составляем разностную схему и решаем численно систему уравнений.

$$\frac{\partial}{\partial t}\int\limits_{V*}\rho dV + \int\limits_{S}\rho * ndS \qquad (7)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\int\limits_{V*}\rho V dV * + \int\limits_{S}\rho V * ndS = -\int\limits_{S}\rho ndS + \int\limits_{S}\tau * ndS + \int\limits_{V*} f dV *$$

где V* – объём, S – поверхность

Численные методы имеют ряд преимуществ (простая реализация, существуют уже готовые методы решения) и недостатков. Основной недостаток – отсутствие возможности рассчитывать турбулентный поток жидкости.

Критериальные методы

В практике рассматриваются уравнения в критериях, которые позволяют не решать дифференциальных уравнений. Вместо этого анализируются комплексы, необходимые для решения задачи с помощью теории подобия.

Хоть метод анализа размерностей и переход к уравнениям в критериях часто используется, но в [1] отмечено, что аппарат теории подобия может использоваться в случае единственности решения у уравнения. Доказательство этого факта для уравнения Навье-Стокса является очень сложной задачей.

Метод поиска поля скоростей с использованием вихревых нитей

Идея использования вихревых нитей была активно использована Н.Е. Жуковским, достоверность расчётов подтверждалась экспериментами и способствовало создании теории подъёмного крыла и аэромеханики в целом.

Подтверждение расчётов Жуковского экспериментальными данными, а также совпадение уравнения движения в аэромеханике и гидромеханике позволяют предположить применимость метода с использованием вихревых нитей.

В работе [4] применяется способ расчёта безвихревого поля течения используя уравнения Эйлера. Чтобы компенсировать силы вязкостного трения, в расчётах поля скоростей учитывается циркуляция вихревых нитей, которыми порождаются винтовое движение жидкости в криогрануляторе.

Метод основывается на рассмотрении безвихревого поля, в котором порождаются вихревые нити. Они пронизывают всё пространство в криогрануляторе, тем самым заставляя перемещаться частицы.

Для начала представим поле скоростей в виде суперпозиции потенциального и вихревых полей:

$$\vec{V} = \overrightarrow{V_1} + \overrightarrow{V_1} \tag{8}$$

где V_1 – потенциальное поле, V_2 – вихревое поле,

Система уравнений Навье-Стокса содержит условие неразрывности потока (2). Перепишем это уравнение в виде:

$$rot\left(rot\left(\overrightarrow{V_2}\right)\right) = 0, \tag{9}$$

Тогда слагаемое $\mu\Delta\vec{V}$ пропадает, и мы получаем уравнение Эйлера. Само поле скоростей будет порождаться вихревыми нитями и будет выражаться как:

$$\vec{\omega} = rot\left(\overrightarrow{V_2}\right) \tag{10}$$

Тогда $\overrightarrow{V_2}$ – векторный потенциал поля $\vec{\omega}$.

Применим формулу Стокса к $\vec{\omega}$:

$$\iint\limits_S rot(\vec{\omega})\overrightarrow{ds} = \oint_L \overrightarrow{\omega dl} = \iint\limits_S rot\left(rot\left(\overrightarrow{V_2}\right)\right)\overrightarrow{ds} = \oint_L rot\left(\overrightarrow{V_2}\right)\overrightarrow{dl} \tag{11}$$

Получаем, что поток $rot(\vec{\omega})$ через поверхность S равен циркуляции $\vec{\omega}$ по контуру L, на который опирается поверхность S.

Значит, внутри вихревой трубки, из которой получена вихревая нить, $rot(\vec{\omega}) \neq 0$, а всюду за её пределами равна нулю и не содержит слагаемого $\mu\Delta\vec{V}$, и действует поток $\vec{\omega} = rot\left(\overrightarrow{V_2}\right) \neq 0$. Тогда получаем уравнение Эйлера.

Пусть задана бесконечно тонкая круговая вихревая нить вида r = a, z = 0. С циркуляцией $\Gamma = \oint_L \overrightarrow{V_1 dl}$ в поле V_1 и $\Gamma_\omega = \oint_L rot\left(\overrightarrow{V_2}\right)\overrightarrow{dl}$ в поле $\vec{\omega} = rot\left(\overrightarrow{V_2}\right)$. Поскольку в криогрануляторе векторный потенциал $\overline{A} = \{0, A_\phi, 0\}$ в цилиндрической системе координат имеет всего одну ненулевую составляющую, то вектор $\overrightarrow{V_2}$ имеет координаты $\overrightarrow{V_2} = \{0, V_{2\phi}, 0\}$. Значение угловой составляющей определяется из следующего выражения:

$$V_{2\phi} = \frac{a \cdot \Gamma_\omega}{4\pi} \int\limits_0^{2\pi} \frac{cos(\alpha)}{\sqrt{z^2 + r^2 + a^2 - 2ra \cdot cos(\alpha)}} \mathrm{d}\alpha \tag{12}$$

Известны выражения для осевой и радиальной составляющих скоростей поля V_1, а именно:

$$V_{1\rho} = \frac{\partial A_\phi}{\partial z},\ V_{1z} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial \rho A_\phi}{\partial \rho} \tag{13}$$

Как показано в работе [2], выражение для векторного потенциала поля в точке M для двух круговых вихревых нитей с циркуляциями Γ_a и Γ_b и радиусами a и b соответственно имеет вид:

$$A_{\varphi}(M) = \frac{1}{4\pi}\int_0^{2\pi}\left(\frac{a\Gamma_a}{M_aM} - \frac{b\Gamma_b}{M_bM}\right)\cdot cos(\phi)\mathrm{d}\phi \qquad (14)$$

Что позволяет найти скорости для поля V_1. Используя суперпозицию двух полей, мы получаем общий вид поля V.

Заключение

Рассмотренные классические методы не позволяют решать задачи гидромеханики с необходимой точностью с учётом турбулентных течений.

Перспективным методом является метод суперпозиции двух полей (потенциального и вихревого).

Недостатком метода является более сложная математика в методе решения.

Список литературы

1. Гухман А.А., Зайцев А.А. Обобщенный анализ. М.: Факториал, 1998. 304 с.
2. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе И.В. Теоретическая гидродинамика. М.: Гостехиздат, 1955, 560 с.
3. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1983. 616 с
4. Соловьев А.В., Карлов С. П., Шкарин Н. Ю. Случаи превращения уравнений движения несжимаемой вязкой жидкости в уравнения Эйлера // Теоретические основы химической технологии, 2023. Т. 57. № 2. С. 238-244.

Шаговская В.С.
студент,
Научный руководитель: ***Гречухин А.В.***
старший преподаватель
Самарский государственный технический университет,
Россия, Самара

РАЗРАБОТКА ПОЛИРОВАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ПОВЫШЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ СТЕКОЛ

Аннотация. В настоящее время полировка стеклянных поверхностей осуществляется при помощи суспензий, основным недостатком которых является большой расход полирующих порошков. Решение данной проблемы заключается в применении связанного абразива. В ходе работы были разработаны составы абразивного материала, изготовлены

опытные образцы и проведены их триботехнические испытания. На основании результатов испытаний был определен состав, обладающий наилучшей полировальной способностью.

Ключевые слова: абразивный материал; полировка; сверхтвердый материал; двуокись церия; фенолформальдегидная смола; эпоксидная смола.

Shagovskaya V.S.
Student,
Scientific Advisor: ***Grechukhin A.V.***
Senior Lecturer
Samara State Technical University,
Russia, Samara

DEVELOPMENT OF A HIGH-PERFORMANCE POLISHING MATERIAL FOR PROCESSING HARD GLASSES

Abstract. Currently, glass surfaces are polished using suspensions, the main drawback of which is the high consumption of polishing powders. The solution to this problem is to use a bonded abrasive. In the course of the work, abrasive material compositions were developed, prototypes were made and tribotechnical tests were carried out. Based on the test results, a composition with the best polishing ability was determined.

Keywords: abrasive material; polishing; superhard material; cerium dioxide; phenol formaldehyde resin; epoxy resin.

Оптические детали изготавливаются из материалов, ключевыми параметрами которых являются их оптические свойства. Немаловажными являются чистота и точность поверхности изготавливаемой детали. Основными методами обработки поверхностей оптических деталей являются шлифовка и полирование с помощью абразивных порошков. В настоящее время для полировки стекла используются суспензии, недостатком которых является большой расход полирующих порошков, связанный с тем, что абразивные зерна находятся в свободном виде и, как следствие, высокая стоимость обработки.

Цель работы заключается в разработке материала с высокой полировальной способностью для обработки твердых стекол на основе полимерной композиции.

Разрабатываемый материал представляет собой полимер-абразивный композит. В качестве матрицы были выбраны фенолформальдегидная смола и эпоксидная смола, а в качестве наполнителя – сверхтвердый материал (СТМ) фракции 14/10 и двуокись церия. Разработанные составы представлены в таблице 1.

Таблица 1

Состав образцов абразивного материала

№ образца	Матрица		Наполнитель	
1	Фенолформальдегидная смола	50 %	СТМ фракции 14/10	50 %
2			СТМ фракции 14/10	40 %
			Двуокись церия	10 %
3			СТМ фракции 14/10	30 %
			Двуокись церия	20 %
4			СТМ фракции 14/10	20 %
			Двуокись церия	30 %
5			СТМ фракции 14/10	10 %
			Двуокись церия	40 %
6			Двуокись церия	50 %
7	Эпоксидная смола	50 %	СТМ фракции 14/10	50 %
8			СТМ фракции 14/10	40 %
			Двуокись церия	10 %
9			СТМ фракции 14/10	30 %
			Двуокись церия	20 %
10			СТМ фракции 14/10	20 %
			Двуокись церия	30 %
11			СТМ фракции 14/10	10 %
			Двуокись церия	40 %
12			Двуокись церия	50 %

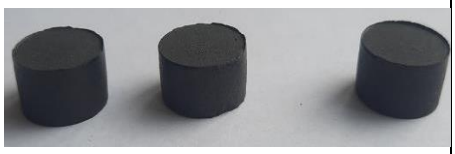
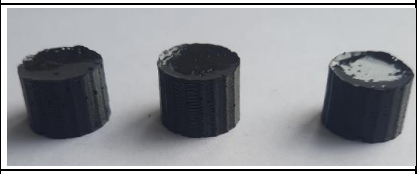
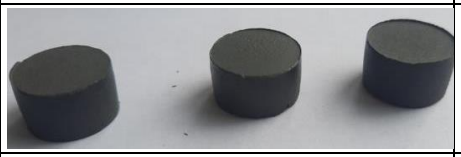
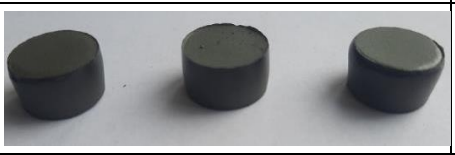
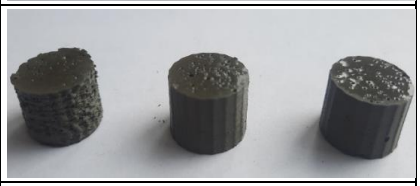
Изготовление образцов для испытаний на основе фенолформальдегидной смолы осуществляется методом горячего прессования с условием соблюдения специальных режимов нагревания и выдержки.

Для изготовления образцов на основе эпоксидной смолы был выбран метод холодного отверждения, при котором образцы выдерживались при комнатной температуре в течение 24 часов.

Внешний вид полученных образцов для испытаний представлен в таблице 2.

Таблица 2

Внешний вид образцов для испытаний

№ образца	Внешний вид	№ образца	Внешний вид
1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5		11	
6		12	

Испытания образцов осуществлялись на установке для проведения триботехнических испытаний методом мокрого трения с последующим определением весового износа контр-образцов при трении об испытуемые образцы (рис.).



Рис. Установка для триботехнических испытаний

Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов

№ образца	Весовой износ, г		№ образца	Весовой износ, г	
	образца	стеклянной пластины		образца	стеклянной пластины
1	0,0080	0,0093	7	0,0047	0,0044
2	0,0083	0,0074	8	0,0064	0,0069
3	0,0092	0,0106	9	0,0049	0,0051
4	0,0074	0,0081	10	0,0027	0,0018
5	0,0052	0,0047	11	0,0038	0,0039
6	0,0071	0,0077	12	0,0017	0,0003

При полировке отмечается износ поверхности испытуемых образцов, следовательно, происходит обновление их верхнего слоя. В то же время наблюдается изменение массы контр-образца. По результатам испытаний можно сделать вывод, что все образцы на основе разработанных составов обладают полировальной способностью.

Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что по результатам триботехнических испытаний наилучшей полировальной способностью обладает состав на основе фенолформальдегидной смолы с добавлением двуокиси церия в количестве 20 % и сверхтвердого материала фракции 14/10 в количестве 30 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания (тема № 125040404855-0).

Список литературы

1. Качалов Н.Н. Технология шлифовки и полировки стекла. Л.: изд-во АН СССР, 1953. 382 с.
2. Кащеев В.Н. Абразивное разрушение твердых тел. М.: Наука, 1970. 270 с.

Секция 11
МЕХАНИКА МАШИН, МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ В ТЕХНИКЕ

Shuai Sun, Jian-hui Wang
Students
*Scientific Advisior**: Huan-yu Dong***
Associate Professor, Ph.D
Liaoning University of Technology
China, Jinzhou

COMPARATIVE STUDY ON THE FAULT DIAGNOSIS ACCURACY OF BEARING OUTER RING BASED ON VIBRATION AND ACOUSTIC EMISSION SENSOR METHOD

Abstract. In this study, the bearing fault signals collected by vibration sensor and AE sensor were extracted by short-time Fourier transform and AE feature extraction method, and used convolution neural network to compare the accuracy of the two methods in detecting the bearing outer ring fault, and finally summarized the advantages and disadvantages of the two methods in bearing fault diagnosis.

Keywords: short-time Fourier transform; AE feature extraction method; vibration; acoustic emission; bearing; and convolutional neural network.

Introduction

As the core component of mechanical transmission system, bearing is widely used in all kinds of mechanical equipment and construction machinery. Its main function is to carry load, reduce friction, transfer movement and power, and ensure the smooth operation of equipment 0. Therefore, the fault diagnosis of rolling bearings occupies a crucial position in the maintenance and management of modern mechanical equipment. Fault diagnosis methods based on vibration analysis, acoustic detection, infrared imaging, oil monitoring and other technologies have become an important research direction in the field of rolling bearing fault diagnosis 0. In particular, through the combination of sensor and data acquisition system, the application of modern data processing and analysis technology, such as signal processing, machine learning, convolutional neural network and artificial intelligence 0, can realize the real-time monitoring of rolling bearing state and accurate fault warning. The purpose of this study is to deeply explore the relevant techniques and methods of rolling bearing fault diagnosis, and analyze different types of fault characteristics and their diagnostic means, in order to improve the accuracy and efficiency of rolling bearing fault diagnosis.

1. Method of extraction of bearing fault features

1.1. AE signal feature parameter extraction method

For the data collected by the AE sensor, the four eigenvalues of root mean square (RMS) 0, energy rate, maximum value and skewness are extracted by the AE signal feature parameter extraction method. The RMS value can reflect the energy size of the signal or the intensity of the vibration. Assuming that the collected AE signal data sequence is x (n), n=1,2,, N, N are the number of data points, the calculation formula is:

$$\mathrm{RMS} = \sqrt{\frac{1}{\mathrm{N}}\sum_{\mathrm{n}=1}^{\mathrm{N}} \mathrm{x}\,(\mathrm{n})^2} \tag{1}$$

When detecting the fault of the bearing outer ring, the fault defect will increase the energy and the energy rate will rise. It can keenly indicate that the maximum value is the maximum value in the signal sequence. For the signal sequence x (n), n=1,2, N, the maximum value Max is:

$$\mathrm{Max} = \max_{\mathrm{n}-1}^{\mathrm{N}}\{|\mathrm{x}(\mathrm{n})|\} \tag{2}$$

Skewness reflects the bias of data distribution on both sides of the mean. For the detection of bearing outer ring defects and lubrication status, the signal distribution is relatively symmetrical when normal .

$$\mathrm{Skewness} = \frac{\mathrm{N}}{(\mathrm{N}-1)(\mathrm{N}-2)}\sum_{\mathrm{n}=1}^{\mathrm{N}}\left(\frac{\mathrm{x}(\mathrm{n})-\bar{\mathrm{x}}}{\mathrm{s}}\right)^3 \tag{3}$$

Among them， $\bar{\mathrm{x}}$ is the signal mean， s is the standard deviation of the signal.

After extracting the above parameter features of the acoustic emission signal, four corresponding feature parameters can be obtained in each segment. Based on the extracted feature parameters, a method of transform the feature parameters of bearing into RGB images is visualized the obtained feature parameters.

1.2. Short-time Fourier transform feature extraction method

Short-time Fourier transform, synchronously mapping the time-domain waveforms of non-stationary signals into two-dimensional images by time-frequency joint analysis. It visually represents the amplitude distribution of different frequency components with color order intensity, forming the time-frequency feature with both time axis and frequency axis Figure 0. The principle of short-time Fourier transform is the window function. In this experiment, when performing the short-time Fourier transform, the Hanning window of length 256 is selected, and the overlapping sample of each paragraph is 50%. The mathematical operation expression is given as follows.

$$\mathrm{STFT_S}(\mathrm{t},\mathrm{w}) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(\tau)h(\tau - t)e^{-iwt}d\tau \tag{4}$$

In the formula: h (t) – window function, t is the position parameter of the window function; s (t) – source signal; τ – time period.

1.3. Convolutional neural network model VGGNet

After extracting features by two methods, VGG 19 model is used in bearing fault diagnosis. The experimental steps are as follows: First, the pre-trained model is obtained, and the parameters are fixed, only the pre-trained model is used as a feature extractor; second, to meet the research requirements, delete the full connection layer and the softmax classification layer after the Flatten layer and flatten the Flatten layer; finally, the support vector machine is connected after the Flatten layer as the classifier to complete the model construction and adjustment. Fig 1 illustrates the training flow of the network structure using a pre-trained model.

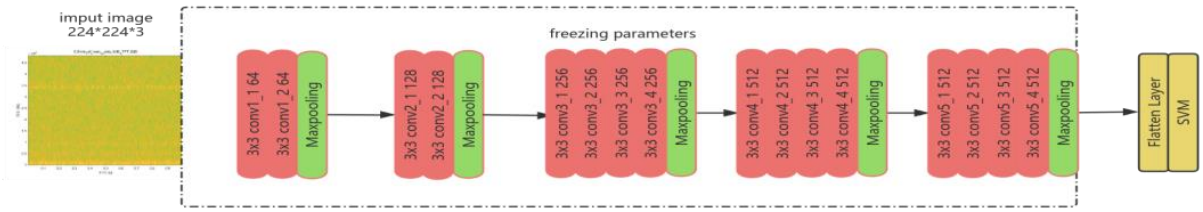


Fig. 1. Flowchart of the VGG 19 training network based on transfer learning

2. Experimental design and testing

In order to detect the defects of the target bearing, this paper designed the bearing simulation fault test bench, which consists of drive motor, power supply and speed controller, coupling, shaft, support bearing and test bearing as shown in Fig. 2.

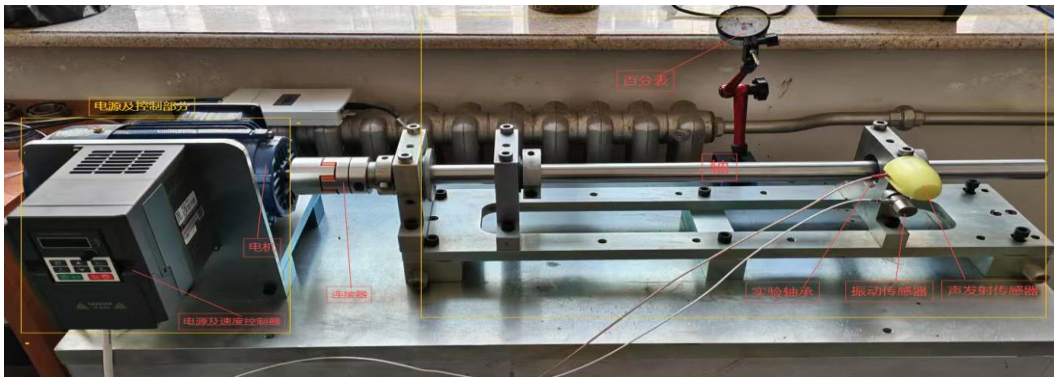


Fig. 2. Bearing fault simulation test bench

The speed of the test table shaft is controlled by the M-2R2G-4-B mini frequency converter with speed regulation function, and the motor speed ranges from 1 r/min to 2830 r/min. In this experiment, the LYC30206-type conical roller bearing was selected as the test bearing, and its detailed parameters are shown in Table 1.

Table 1

LYC30206 Structural parameters of the cone roller bearing

Rolling body diameter	Inner circle diameter	pitch diameter	Outer circle diameter	Number of scrolling bodies	contact angle
7.3mm	30mm	46mm	62mm	17mm	14.036°mm

In this experiment, wire cutting technology was used to test the artificial prefabricated trench defects of the bearing outer ring to simulate the fault, which runs through the width direction of the inner wall of the outer ring. In Fig 3, left machining groove defect size is 0.1mm×0.5mm (width and depth); Figure 3 right groove defect size is 0.5mm×0.5mm (width and depth).

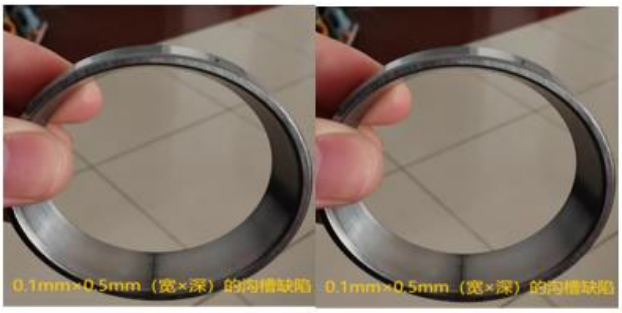
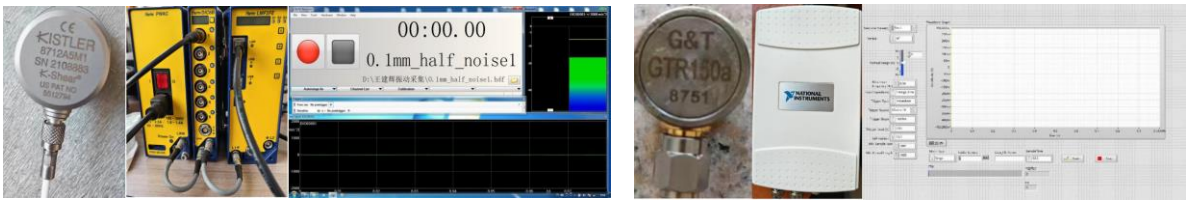


Fig. 3. Defective bearing

Bearing fault diagnosis acquisition system is mainly used for bearing fault signal acquisition. This acquisition equipment consists of four parts: vibration sensor, DataRec4 acquisition card and Head Recorder acquisition software, see Fig 4 (a); acoustic emission sensor data acquisition system consists of GTR150a acoustic emission sensor, NI USB-5132 acquisition card and data collection program, as shown in Figure 4 (b).



a *b*

Fig. 4. A – Vibration signal acquisition; b – AE signal acquisition

3. Experimental results and analysis

3.1 Results analysis of the AE feature extraction method

AE feature parameter extraction and visualization are shown in Fig 5, cyan circles represent the feature distribution of 0.1mm, and squares in other colours represent the feature distribution of 0.5mm.

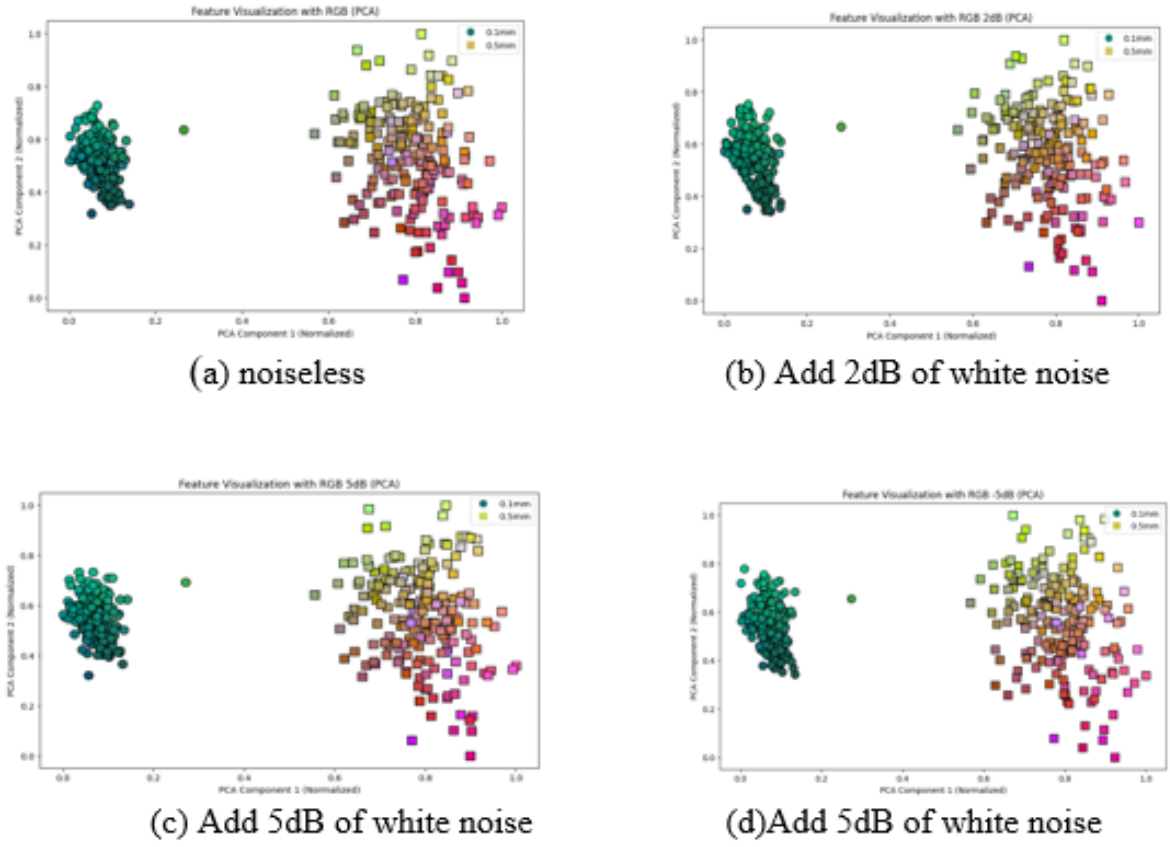


Fig. 5. Feature Visualization with RGB

It can be seen that the characteristics of 0.1mm fault defects are clustered on the left side of the figure while the characteristics of 0.5mm fault defects are more extensive on the right side, indicating that the characteristics of 0.1mm fault defects are more similar, and the characteristic distribution of the principal components of 0.5mm fault defect sample is more diverse.

3.2 Short-time Fourier transform feature extraction method

The time-frequency feature map obtained after processing the signals collected by the vibration sensor using the short-time Fourier transform, as shown in Fig. 6.

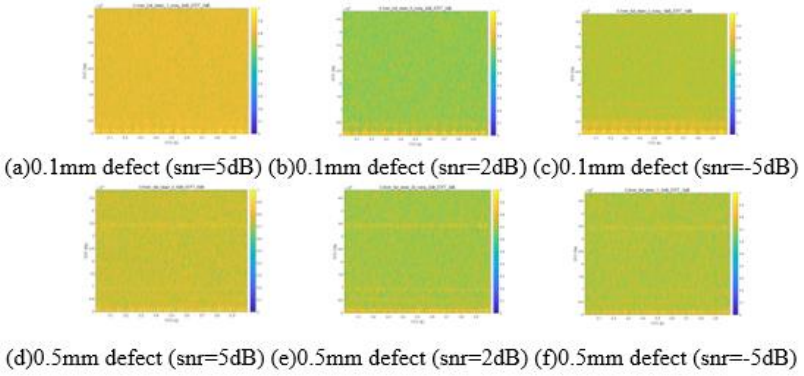


Fig. 6. Time and frequency diagram of the vibration sensor STFT

Comparing the 0.5mm defect plot, the energy distribution in some frequency bands is more concentrated than the 0.1mm defect map. This may indicate that the increase of the defect size will increase the energy of the specific frequency components in the vibration signal. As reflected in the figure, the color of the corresponding frequency segment is more warm color (energy strong). Regarding different noise interference, comparing 2dB noise and 5dB and noise, we can find that the overall color distribution of 5dB noise is more chaotic and more frequent than that of 2dB noise.

3.3 Bearing running state identification based on convolutional neural network

In this study, we only considered the fault status of the bearing outer ring, and collected 200 pieces for each state category, totaling 1200 feature maps. According to the principle of random sampling, the data set is divided into training set and test set in the proportion of 8:2, each can get the corresponding running state of 160 training set and 40 test set classification, then the extracted characteristic data into VGG 19 convolutional neural network for training and identification classification, two methods to identify fault accuracy as shown in Table 2.

Table 2

Recognition accuracy of the two sensors

	0.1mm+5 dB	**0.1mm+2 dB**	**0.1mm+(-5)dB**	**0.5mm+5 dB**	**0.5mm+2dB**	**0.5mm+(-5dB)**
Vibration sensor	100%	97.5%	100%	100%	100%	87.5%
AE sensor	100%	100%	100%	100%	100%	100%

The experimental results show that the features extracted by the vibration sensor combined with the short-time Fourier transform (STFT) have good recognition accuracy in most conditions, with the average accuracy maintained at 97.5% and poor performance in some conditions. In contrast, the AE sensor showed 100% recognition accuracy in all tested states, indicating that the AE sensor provides higher stability and accuracy when extracting fault features.

Conclusion

In this paper, through the bearing vibration test bench, the bearing fault processing, and design specific experiment scheme, using two types of sensor data collection, according to the characteristics of different types of sensor data, through feature extraction and visual processing, finally combined with convolution neural network to achieve the purpose of bearing fault diagnosis. According to the final experimental results show that under the condition of noise interference, acoustic emission sensor compared with vibration sensor diagnosis

performance is better, accuracy can reach 100%, vibration sensor performance moderate, recognition accuracy under the condition of noise average 97.5%, subsequent can also do data fusion between other sensors, to improve the final fault classification accuracy.

References

1. He Xiang. Research on the fault mechanism and intelligent monitoring technology of rolling bearing [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2017.

2. Zhao Lei, Zhang Yongxiang, Zhu Danchen. Research review on fault diagnosis and prediction methods of rolling bearings for complex equipment [J]. China Test, 2020,46 (3): 17-25.

3. Chen Zhihao. Research on the fault diagnosis method of rotating machinery based on deep migration convolutional neural network [D]: [master's thesis]. Guangzhou: Guangdong Technical Normal University, 2021.

4. Wen-yu sun. Study on the identification method of damaged acoustic emission of low-speed overloading rolling bearing [D]. Northeastern Petroleum University, 2023.

5. Zhang Xining, Liu Shuyu, Li Lin, et al. Multiscale holospectrum convolutional neural network-based fault diagnosis of rolling bearings with variable operating conditions[J]. Measurement Science and Technology, 2021, 32(10): 105027.

Zhenlong Zhang, Xiaokun Ma
Students
*Scientific Advisior**: Kun Gao***
Associate Professor, Ph.D
Liaoning University of Technology
China, Jinzhou

EFFECT OF MICROSTRUCTURAL CHANGES BY FRICTION STIR PROCESSING ON THE CLAD-TO-CORE INTERFACIAL STRENGTH OF THIN ALUMINUM-CLAD ALUMINUM SHEETS

Abstract. This study applies friction stir processing (FSP) to AA4343-clad AA3003 sheets, achieving interface strengthening via microstructural homogenization. EBSD analysis shows FSP reduces grain size disparity between layers through continuous dynamic recrystallization. Tensile strength increases ~45% due to combined effects of refined grains and Si-induced precipitates. SEM reveals elimination of interfacial delamination in FSP-treated samples compared to base material, demonstrating improved bonding integrity.

Keywords: friction stir processing, AA4343-clad AA3003, Interface delamination, microstructure, mechanical properties.

Introduction

Al clad materials can provide distinct characteristics in which two different materials are combined and function as a single material system without losing

the individual properties of the clad and core [1]. However, regardless of the material combinations, the heterogeneous microstructure (different grain sizes) resulting from different materials and processing conditions can influence the formability and mechanical properties of the resultant system [2].

Most of the FSP research for Al alloys and AMCs is generally performed on their microstructural and mechanical properties, limited attention has been given to the impact of FSP on the interfacial strengthening of a clad materials system [3]. A significant challenge of using clad material systems is the structural separation at the interface between the clad and core under structural deformation, further limiting their overall strength, formability, and potential applications for modern industries [4].

Thus, the present study investigated a unique approach of FSP (surface engineering) to address the structural integrity of AA4343-clad AA3003 bi-layer sheets while preventing delamination between the clad and core under tensile loading. This research also studied the effect of FSP on the strengthening mechanism by achieving microstructural homogenization near the clad-core interface of Al-clad Al sheets.

Materials and experimental set-up

A roll-cladded Al-clad sheet, made of Al alloy 3003 (AA3003, Al-Mn series) and Al alloy 4343 (AA4343, Al-Si series), was employed as the base material (BM) in this study. The total thickness of the clad sheet was 1.5 mm, consisting of a 1.3 mm thick AA3003 core and a 0.2 mm thick AA4343 clad layer. The chemical compositions of the Al alloys used for the core and the clad layer are presented in Table 1.

Table 1

Chemical compositions of BM (Clad sheet, in wt.%)

Materials	Al	Mg	Si	Cu	Mn	Fe	Zn	Ti
AA 4343 (clad)	Bal.	--	7.23	--	--	0.33	-	0.02
AA3003 (core)	Bal.	0.01	0.33	0.14	1.11	0.54	0.10	--

Bal. → *Balance*

Before the FSP, the BM was machined into a 150 mm long and 100 mm wide rectangular plate and cleaned with ethanol to remove surface dirt. The clad sheet was fixed on the workbench by placing the core (AA3003) at the top. The details of the FSP tool and processing parameters are given in Table 2. The parameters were chosen based on the results of a series of preliminary FSP practices followed by the tensile test along the tool travel direction (i.e., FSP direction).

Table 2

FSP tool geometry and process parameters

Tool	Shouldediameter	Shoulder type	Probe length	Pindiameter
	10 mm	Concave	1.18 mm	3 mm
Parameters	Tool rotation	Transverse speed	Penetrationdepth	Tilt angle
	800 rpm	200 mm/min	1.20 mm	1.5°

After processing, microstructural observations were performed on the cross-sections (perpendicular to the FSP direction) of the FSPed sample. The interface of the AA4343-clad AA3003 sheets within the stir zone (SZ) was analyzed by optical microscopy (DM2700 M, Leica Corp., Germany). A scanning electron microscope (JSM7600F, JEOL Ltd., Japan) attached with an energy dispersive spectrometer (X-Max50, Horiba, Japan) and electron backscatter diffraction system (EDAX-TSL Hikari, USA) was further employed for a detailed microstructural investigation. Fig. 1.

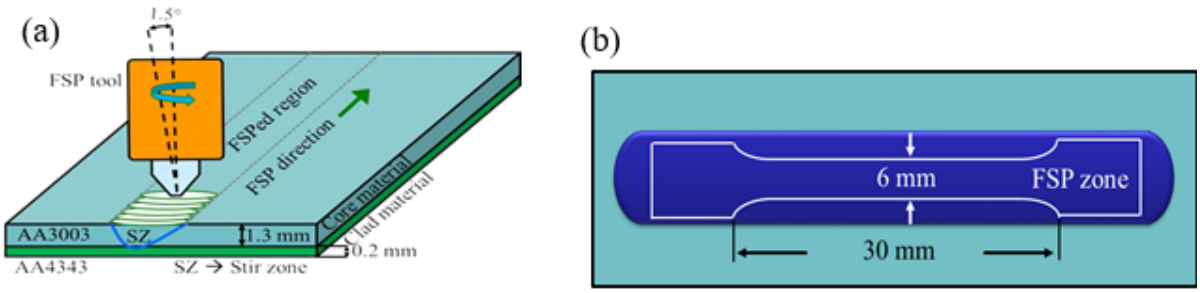


Fig. 1. A – friction stir processing of AA4343-clad AA3003 sheet; b – tensile specimen design

The mechanical properties of the FSPed region were studied using uniaxial tensile testing. The tensile specimens were fabricated within the SZ (Fig. 1(b)) along the FSP direction. The similarly designed tensile specimens of the BM (rolling direction) were also machined for comparison. The tensile tests were carried out using a universal testing machine (5900, Instron, USA) with a displacement speed of 2 mm/min. After the tensile test, the clad/core interfaces (for both cases) on the fracture surface of the tested specimen were analyzed using SEM.

Results and discussion

The optical micrograph (Fig. 2(a)) of the FSPed cross-section of the Al-clad sheet shows a layered structure within the SZ, consisting of a stirred AA3003 core (gray color) and AA4343 clad layer (white color). Magnified images (Figs. 2(a) and (b)) from the marked locations (as indicated by the red dashed line rectangles in Fig. 2(a)) confirm the non-existence of any macroscopic defects near the

interface between the core and clad layer. The fact that the core/clad layer interface was still clearly visible after FSP suggests that the three-dimensional material flow (material stirring by the tool) was limited in the core during the FSP. Otherwise, the core/clad layer interface would have disappeared, or at least become blurred, due to the material mixing between the individuals. After FSP, the clad layer within the SZ showed a slightly deformed shape due to the compressive and shear loading generated by the tool [5].

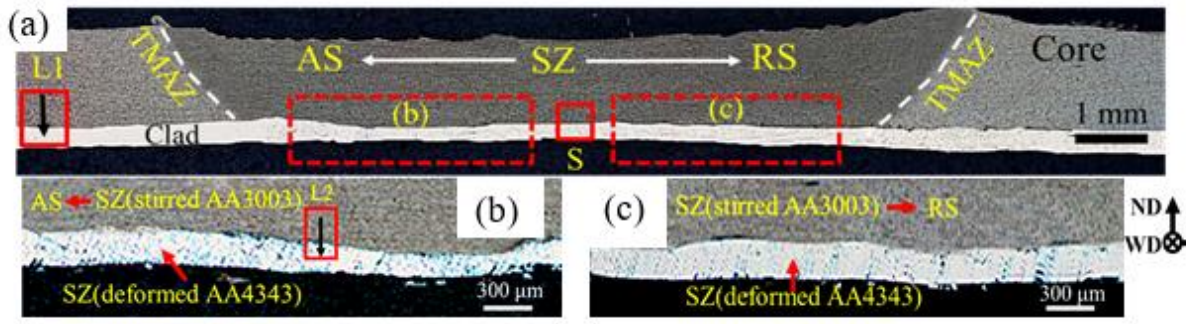


Fig. 2. Optical microscopy:
a – The FSPed cross-section of the Al-clad Al sheet; b, c – Magnified images of the marked locations (red dashed rectangles) in Fig. 2(a)

The EBSD-generated inverse pole figure (IPF) map of BM (Fig. 3(a)) exhibits a heterogeneous microstructure with a combination of equiaxed coarse (AA3003 core, 42.5 ± 2.7 μm) and relatively fine (AA4343 clad, 13.9 ± 1.5 μm) grains. The difference in their grain sizes clearly confirms the clad/core interface of the BM. After the FSP, microstructural change within the SZ reveals (Fig. 3(b)) a significant grain refinement, especially in the core (6.8 ± 0.54 μm), which is found to be close to that of the clad layer (8.5 ± 0.86 μm). Compared to the BM, significant grain structure change suggests that both the core and clad layer experienced dynamic recrystallization (DRX)

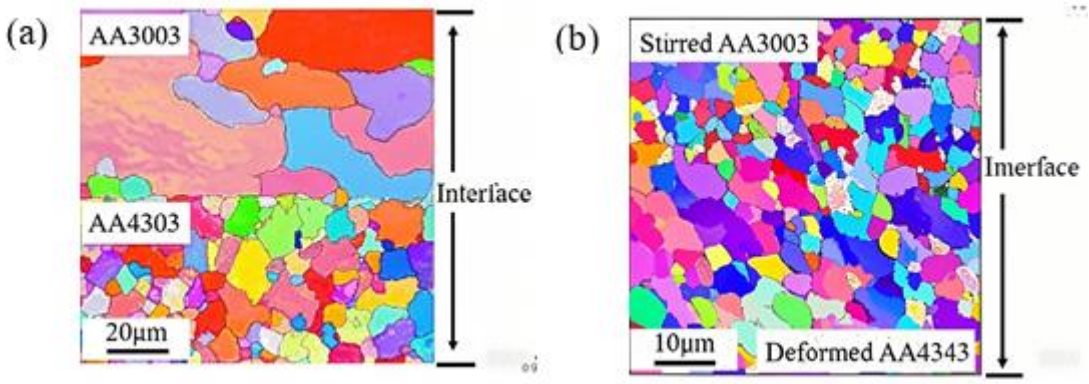


Fig. 3. Microstructural analysis using EBSD generated IPF and GOS maps of (a) Al-clad Al base material, and (b) FSPed Al-clad Al SZ.

The tensile properties (Fig. 4) of the BM and the FSPed condition are summarized in Table 3. After FSP, the yield strength (62.4±1.0 MPa) and ultimate tensile strength (90.4±2.2 MPa) of BM increased to 88.2±1.3 MPa and 130.9±2.5 MPa, respectively, as expected by the refined microstructure and increased microhardness within the SZ. The microstructural homogenization to a fine-grained structure (Fig. 3) strengthens the FSPed clad sheet compared to its initial condition [6]. Thus, the elongation of the FSPed sample (44±1.3%) was slightly decreased compared to that of the BM (48±1.5%) condition.

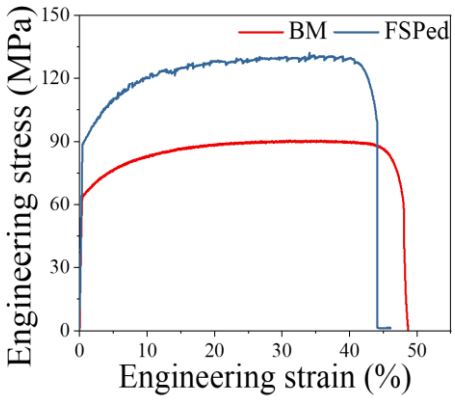


Fig. 4. Engineering stress-strain curves of BM and FSPed samples

Table 3

Mechanical properties of BM (Al-clad Al) and FSPed conditions

Conditions	Yield strength (MPa)	Ultimate tensile strength (MPa)	Elongation (%)
BM	62.4±1.0	90.4±2.2	48±1.5
FSPed	88.2±1.3	130.9±2.5	44±1.3

Figures 5 and 6 show the SEM images of the tensile fracture surface of the BM and FSPed samples. The void at the interface amid the clad and core (yellow dashed region in Fig.5(a)) alloys was found inside the tensile fracture surface of BM, further confirmed by the Si element scanning on a similar location (yellow arrow in Fig.5(a)) at the interface. The disappearance of the intensity (Fig.5(b)) of the Si elemental scanning indicates that the interface of the BM was delaminated, losing structural integrity during deformation under tensile loading. In contrast, no significant defect (Figs.6(a, b)) at the interface of the core and clad layer was perceived on the tensile fracture surface of the FSPed sample, maintaining the overall structure integrity of the clad material system. This phenomenon explains the overall mechanical properties improvement of the bi-layer clad sheet by reducing the difference in individual mechanical properties of the core and clad layer with the help of microstructural homogenization during

FSP. The appearance of dimples on the fracture surfaces of both FSPed and BM conditions confirms the occurrence of ductile fractures.

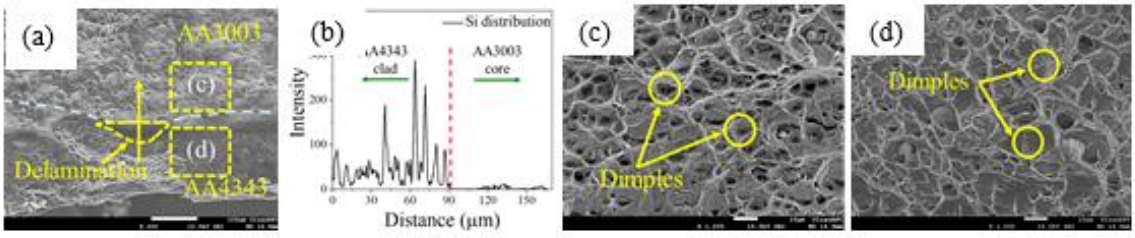


Fig. 5. A – SEM image of the fracture surface of Al-clad Al; b – EDS line scan (yellow arrow) in Fig. 5(a); c, d – Magnified SEM images of the fracture surface of the core and clad, as marked in yellow dashed rectangles in Fig. 5(a)

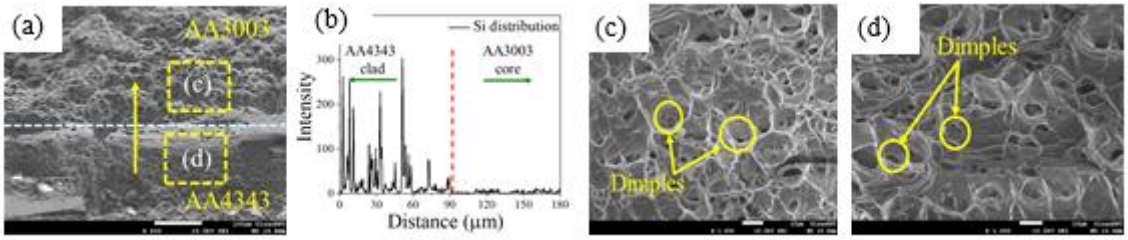


Fig. 6. A – SEM image of FSPed Al-clad Al fracture surface; b – EDS line scan(yellow arrow) in Fig. 6(a); c, d – Magnified SEM images of the fracture surface of the core and clad, as marked in yellow dashed rectangles in Fig. 6(a)

Conclusion

This article presented an experimental investigation of FSP to prevent delamination between the clad and core materials of bi-layer Al-clad Al thin sheets. The optical microscopy on the FSPed cross-section showed that the core-clad layer interface was preserved (no mechanical intermixing between the core and clad layer) within the SZ. The tensile strength of the FSPed Al-clad sheet was measured at ~130.9 MPa compared to the base material (~90.4 MPa) condition without significantly losing the ductility (8%). The fracture surfaces of the BM and FSPed conditions under tensile loading showed that the FSP could limit the clad material separation from the core under tensile deformation by reducing the difference in their individual mechanical properties via microstructural homogenization.

References

1.S. Basak, M. Mondal, K. Gao, S.T. Hong, S.Y. Anaman, H.H. Cho, Friction stir butt-welding of roll cladded aluminum thin sheets: effect of microstructural and texture changes on mechanical properties. *Material Science and Engineering A*, 832 (2022),142490.

2.Robin LG, Raghukandan K, Saravanan S (2020) Studies on wire-mesh and silicon carbide particle reinforcements in explosive cladding of Al 1100-Al 5052 sheets. *Journal of Manufacturing Process* 56:887–897.

3. H. Zhang,B. Zhang,Q. Gao, J. Song, G. Han, A review on microstructures and properties of graphene-reinforced aluminum matrix composites fabricated by friction stir processing. *Journal of Manufacturing Process* 68(2021):126-135.

4. T.A. Nguyet Nguyen, S. Basak, S.W. Zhang, et al,Electrically assisted pressure joining of thin bi-layer aluminum-clad aluminum sheets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*121(2022),4713–4723.

5. K. Gao, S. Basak, M. Mondal, S. Zhang, S.T. Hong, S.Y. Boakye, H.H. Cho, Friction stir welding of AA3003-clad AA6013 thin sheets: Microstructural changes related to tensile properties and fatigue failure mechanism. *Journal of Materials Research and Technology* 17(2022):3221-3233.

6. Y. Sato, M. Urata, H. Kokawa, K. Ikeda , Hall–Petch relationship in friction stir welds of equal channel angular-pressed aluminum alloys. *Material Science and Engineering A* 354(1-2) (2003):298–305.

Hao Xu
Student
*Scientific Advisior**: Huan-yu Dong***
Associate Professor, Ph.D
Liaoning University of Technology
China, Jinzhou

RESEARCH ON CYLINDER HEAD DEFECT DETECTION METHOD BASED ON VIBRATION EXCITATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract. This study utilizes excitation methods to generate signals, combining acoustic/vibration sensors with Short-Time Fourier Transform/Continuous Wavelet Transform for feature extraction, while employing neural networks for cylinder head defect identification. Experimental results indicate that Short-Time Fourier Transform is more suitable for microphone signals, whereas Continuous Wavelet Transform demonstrates superior performance with vibration sensor data.

Keywords: hammer impact, method;neural, network;Short-Time, Fourier Transform (STFT); Continuous Wavelet Transform (CWT).

Introduction

The cylinder head, as a core engine component, directly impacts engine performance and safety through its structural integrity. However, manufacturing defects such as cracks and porosity may occur due to process control, material issues, or mold design flaws. These defects not only degrade mechanical properties but also risk engine failure, posing significant safety hazards.0.Conventional non-destructive testing (NDT) methods – including visual inspection and ultrasonic testing−suffer from low efficiency, high costs, and heavy reliance on operator experience, making them inadequate for modern

manufacturing demands that prioritize high-speed, low-cost, and intelligent defect detection 0. To address these challenges, integrating sensor-based data acquisition systems with advanced data processing techniques (e.g., signal processing, machine learning, convolutional neural networks (CNNs), and artificial intelligence (AI)) has shown promising potential in improving detection accuracy and automation 0.

This study develops a cylinder head defect detection method by combining excitation techniques with artificial intelligence. Acoustic and vibration signals are collected and analyzed using STFT and CWT for feature extraction. A neural network model is constructed to achieve automatic identification, aiming to improve detection efficiency and accuracy while reducing manual dependency, thereby providing technical support for cylinder head inspection.

1.Feature Extraction Methods for Cylinder Head Defects

1.1. Feature Extraction Using Short-Time Fourier Transform (STFT)

The Short-Time Fourier Transform (STFT) is a classical time-frequency analysis method used to extract localized time-frequency features from non-stationary signals. Its fundamental principle involves sliding a finite-length window function over the signal to segment it into multiple short-time intervals, followed by performing Fourier transform on each windowed segment to obtain a joint time-frequency representation of the signal.

$$STFT\text{t}, f = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau) \bullet \omega(\tau - t) \bullet e^{-j2\pi f\tau} d\tau \tag{1}$$

Where $x(\tau)$is the original signal, and $\omega\tau - t$ is the window function, which is used to intercept local segments of the signal.0

1.2. Feature Extraction Based on Wavelet Transform

The feature extraction based on Wavelet Transform is established on its mathematical framework of time-frequency localization analysis and multi-resolution decomposition. This method constructs a family of scalable and translatable basis functions by selecting a mother wavelet function with compact support characteristics, where the scale factor controls the frequency analysis range while the translation factor achieves time localization, thereby forming an adaptive time-frequency analysis capability for signals.

Essentially, this approach projects the signal onto a function space spanned by wavelet bases. Through the Mallat algorithm, the original signal is decomposed into approximation coefficients and detail coefficients at different scales, which collectively constitute a multi-level time-frequency representation of the signal. The mathematical expression is given by:

$$\mathrm{CWT}\text{\textdiamond}a,b\text{\textdiamond}=\frac{1}{\sqrt{a}}\int_{-\infty}^{\infty}x(t)\psi^{*}(\frac{t-b}{a})dt \quad (2)$$

Where a is the scale parameter, b is the translation parameter, and $\psi\text{\textdiamond}t\text{\textdiamond}$ is the wavelet basis function.0

1.3. Convolutional Network Construction

In this experiment, VGG19 was selected as the training model. To improve the accuracy of VGG19 in complex sample environments, we adopted the VGG19 network architecture model pre-trained on the ImageNet dataset. The experimental procedure was as follows: First, we obtained the pre-trained model and set various parameters, using the pre-trained model solely as a feature extractor. Second, to adapt to the research requirements, we removed the fully connected layers and softmax classification layer after the Flatten Layer, while maintaining the Flatten Layer to output flattened features. Finally, we connected a support vector machine (SVM) as the classifier after the Flatten Layer, thereby completing the model construction and adjustment.

1.4. Experimental Flowchart Fig. 1.

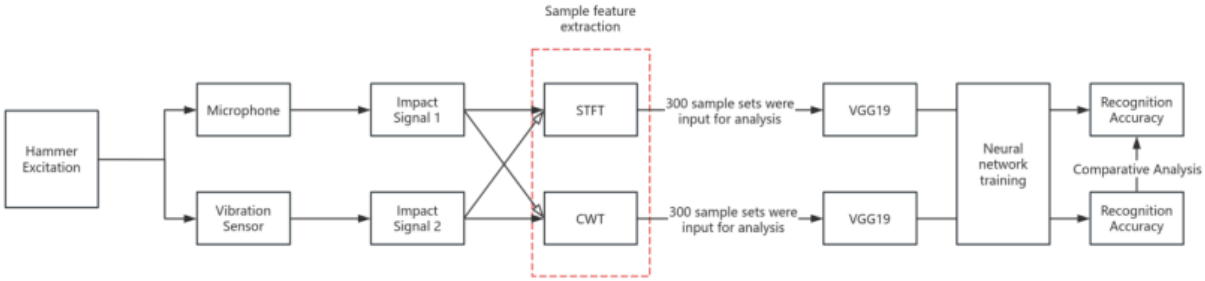


Fig. 1. Experimental Flowchart

2. Experimental Instrumentation and Design

To collect experimental test samples, data acquisition was performed on cylinder heads. The experimental setup is shown in Figure 2. The experiment utilized three normal cylinder heads and one with surface mold defects, all placed steadily on acoustic foam to minimize ground vibration interference during impact testing. The marked measurement point in the figure represents the closest position to the defect location, ensuring the transmission path optimally passes through the defect area to the sensors. Therefore, only this specific point was selected as the test location.

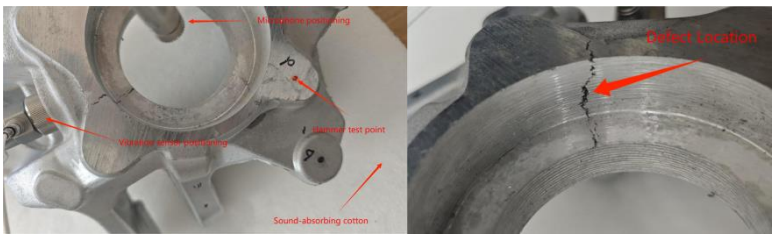


Fig. 2. Schematic Diagram of test specimens and defect locations



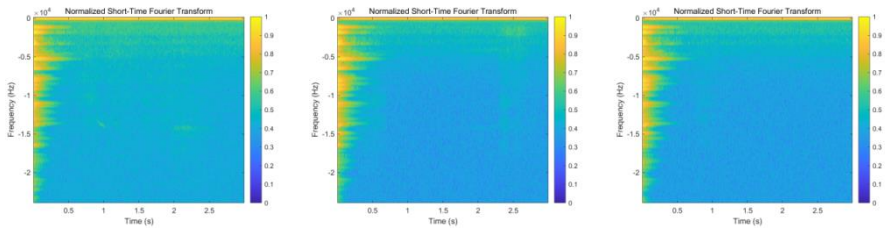
(1) Excitation hammer *(2) Data acquisition card* *(3) Microphone* *(4) Vibration sensor*

Fig. 3. Experimental Equipment

3. Spectrogram Analysis

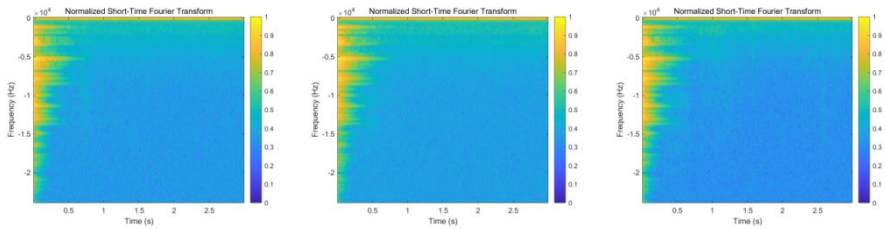
3.1. Short-Time Fourier Transform Spectrogram analysis

In this experiment, when performing the Short-Time Fourier Transform (STFT), a Hanning window with a length of 256 was finally selected, and the overlapping samples for each segment were set to 50%. By using the Short-Time Fourier Transform, the original signal can be transformed into a time-frequency diagram with fault characteristics, which is convenient for being used as the input of the convolutional neural network later. As shown in the figures, after feature extraction of the samples from the vibration sensor and the microphone, the characteristic time-frequency diagrams are obtained (as shown in Fig. 4 and 5).



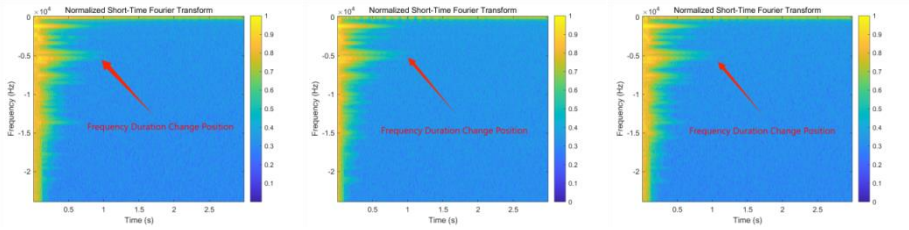
Time-frequency diagram of defective specimen obtained by Short-Time Fourier Transform (STFT)

\

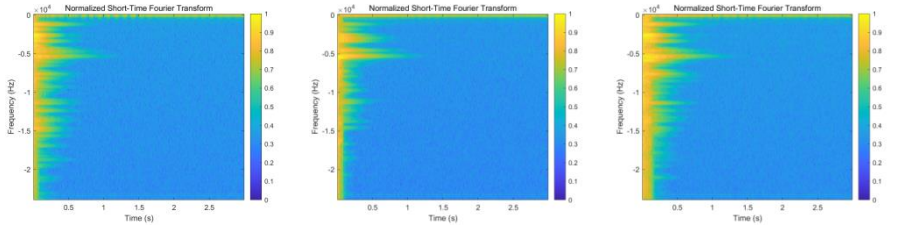


Time-frequency diagram of specimen 1 obtained by Short-Time Fourier Transform (STFT)

Fig. 4. STFT time-frequency representation from microphone signal



Time-frequency diagram of defective specimen obtained by Short-Time Fourier Transform (STFT)



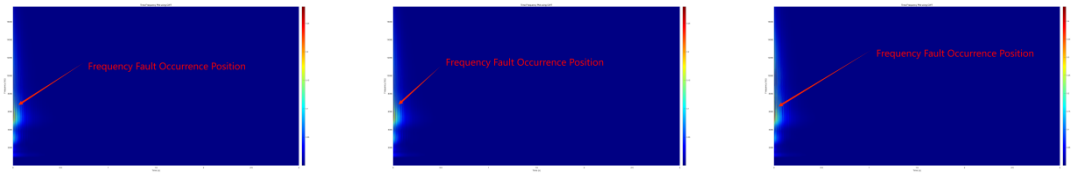
Time-frequency diagram of Specimen 1 obtained by Short-Time Fourier Transform (STFT)

Fig. 5. STFT time-frequency representation from vibration sensor signal

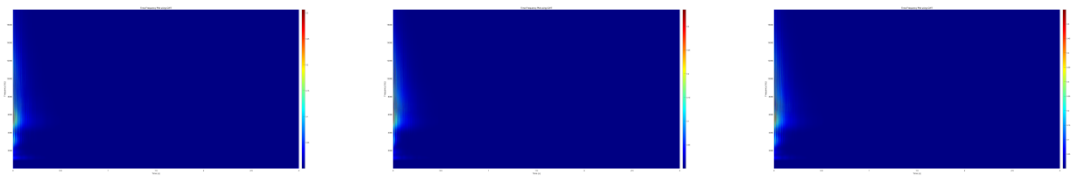
The STFT spectrogram show slight differences in frequency distribution between defective and normal components at this measurement point. For the vibration sensor data, the differences mainly lie in the duration characteristics within the 4500Hz-5000Hz and 5000Hz-5500Hz frequency bands. Normal components exhibit a pattern of one longer duration and one shorter duration, while defective components show nearly identical peak duration around 5000Hz.These characteristic patterns may result from the influence of defects on acoustic wave and vibration propagation, which affects the frequency composition of sound waves. Meanwhile, the energy in the 5000Hz-5500Hz band is weakened during vibration transmission, leading to shorter duration.

3.2. Wavelet Transform Spectrogram Analysis

Feature extraction was performed on the audio samples for neural network recognition. As shown in the figures, characteristic time-frequency diagrams were obtained after feature extraction from vibration sensor and microphone samples (Figures 6 and 7).

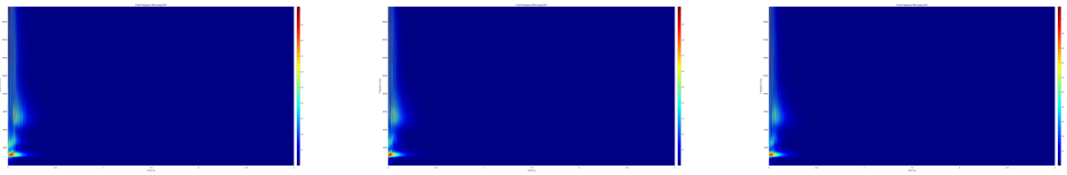


Time-frequency diagram of defective component using Wavelet Transform

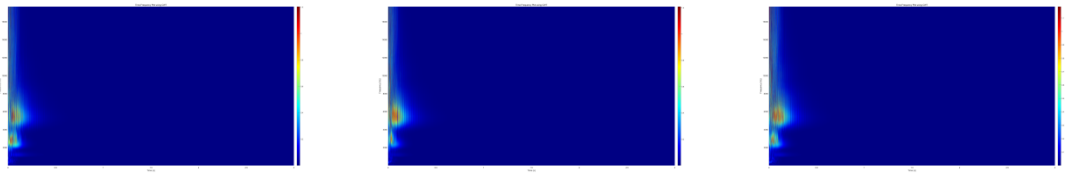


Wavelet Transform time-frequency diagram of normal specimen No.1

Fig. 6. Wavelet Transform time-frequency diagram of microphone signal



Time-frequency diagram of defective component using wavelet transform



Wavelet Transform time-frequency diagram of normal specimen No.1

Fig. 7. Wavelet Transform time-frequency diagram of vibration sensor signal

The CWT spectrogram at this measurement point reveal that in the microphone characteristics, the defective component shows a fixed-duration frequency discontinuity around 0.1s. In the vibration sensor characteristics, the frequency and energy distributions between 0-4000Hz are nearly completely different between defective and normal components. These two distinct features may result from acoustic waves and vibrations interacting with the defect location.

4. Accuracy Analysis of Two Feature Extraction Methods

This experiment collected 300 samples from each sensor, totaling 600 samples. A total of 1,200 spectrogram were extracted using CWT and STFT respectively. The data was divided into training and test sets at an 8:2 ratio. The evaluation metric adopted was recognition accuracy, with feature extraction performed on data from the same measurement point of both normal and defective components under identical conditions. The spectrogram were then input into VGG19 for training and classification. The table below shows the recognition accuracy rates of the two feature extraction methods at the same measurement point.

Table

The recognition accuracy rates of the two feature extraction methods at the same measurement point

	Test Point: Microphone	**Test Point: Vibration Sensor**
STFT Feature Extraction	100%	93.75%
CWT Feature Extraction	93.75%	100%

Conclusion

This study collected cylinder head samples using vibration sensors and microphones for data acquisition. The samples were processed for feature extraction using STFT and CWT. The extracted features were visualized and then fed into a convolutional neural network for accuracy evaluation.

Experimental results demonstrate that STFT achieved superior diagnostic performance for microphone data with 100% accuracy, while CWT showed higher recognition accuracy for vibration sensor data. Future work may explore additional sensors or alternative feature extraction methods to further improve the accuracy of component defect identification.

References

1.Yuan Xinjie, Sun Feiyue. Fault Diagnosis Method for Rolling Bearings Based on Short-Time Fourier Transform and Improved Vision Transformer[J]. Hoisting and Conveying Machinery.,2023,31(11):67-70.DOI:10.19727/j.cnki.cbwzysc.2023.11.021.

2. Zhang Hui, Zhang Zou-Quan, Chen Yu-Rong, Wu Tian-Yue, Zhong Hang, Wang Yao-Nan. Application advance and prospect of nondestructive testing technology for industrial casting defects. Acta Automatica Sinica, 2022, 48(4): 935−956 doi: 10.16383/j.aas.c210161

3. Chen Zhihao. Research on the fault diagnosis method of rotating machinery based on deep migration convolutional neural network [D]: [master's thesis]. Guangzhou: Guangdong Technical Normal University, 2021.

4. Yuan X J, Sun F Y. Fault diagnosis method for rolling bearings based on short-time Fourier transform and improved Vision Transformer[J]. Hoisting and Conveying Machinery,2024,(16):70-75.

5. Zhou Y F, Cheng J Q. Wavelet Transform and its applications[J]. Physics, 2008, 37(1): 24-32.

Qijue Zhen, Yuxi Zhang
Students
*Scientific Advisior**: Qiao Zhang***
Associate Professor, Ph.D
Liaoning University of Technology
China, Jinzhou

OPTIMIZATION AND APPLICATION OF ONLINE PARAMETER IDENTIFICATION BASED ON LITHIUM-ION BATTERY MODEL

Abstract. In the context of lithium-ion battery modeling and SOC estimation, the accuracy and stability of online parameter identification algorithms are of paramount importance. To this end, this paper proposes the optimized adaptive forgetting factor recursive least-squares (AFFRLS) method for parameter identification and conducts a comparative simulation and analysis of AFFRLS and FFRLS with different forgetting factor values under the DST cycling

condition. The findings indicate that the enhanced AFFRLS demonstrates superiority over the other two algorithms with respect to parameter identification and stability.

Keywords: second-order RC equivalent circuits, on-line parameter identification, improved AFFRLS, adaptive forgetting factor.

Introduction

In the battery SOC estimation, a battery model needs to be established to simulate the battery state. Some parameters of the model cannot be obtained from the sensor, so it is necessary to perform parameter identification and verify the model accuracy to realize the accurate estimation of SOC. In this paper, an improved AFFRLS algorithm is proposed for online parameter identification, which takes both accuracy and stability into account. The accuracy and robustness of the improved AFFRLS algorithm are verified by simulation comparison with AFFRLS and FFRLS with different forgetting factors.

1. Online Parameter Recognition

In this paper, the dynamic characteristics of the battery are accurately described by a second-order RC equivalent circuit model, in which the internal resistance R0, the polarization resistance Ri, and the polarization capacitance Ci are not directly measured and need to be identified by their parameters [1] (fig. 1).

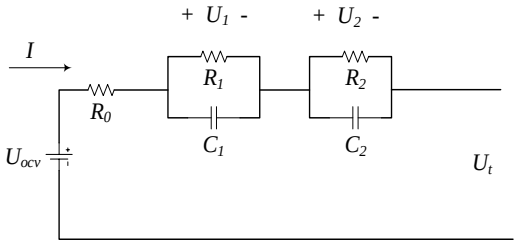


Fig. 1. Second order RC equivalent circuit mode

1.1 AFFRLS

The AFFRLS algorithm is predicated on the FFRLS algorithm, with the incorporation of an adaptive change of the forgetting factor to redistribute the weights of the data in the recursive process [2]. This adaptive change serves to reduce the influence of the old data in the recursive results. Consequently, the algorithm can be adjusted according to the last moment of the model estimation error adaptively, thereby improving the accuracy of online parameter identification. The expression of this algorithm is as follows:

$$\begin{cases} \lambda(k) = \lambda_{\min} + (1-\lambda_{\min}) \cdot h^{\varepsilon(k)} \\ \varepsilon(k) = round((\dfrac{e_L(k)}{e_{base}})^2) \end{cases} \quad (1)$$

1.2 Improved AFFRLS

The AFFRLS algorithm does not consider the stability of the parameter identification results, and the parameter pending coefficients need to be further confirmed [3]. In this paper, in order to meet the requirements of online parameter identification algorithm with high accuracy and stability, a new improved AFFRLS is proposed, in which when $e_L(k)$ is larger, the λ value is rapidly approaching to the minimum value to improve the identification accuracy; while $e_L(k)$ is within the error allowable range, the λ value should converge to the maximum value to improve the parameter stability [4]. Its expression is：

$$\begin{cases} \lambda(k) = \lambda_{\max} - (\lambda_{\max} - \lambda_{\min}) \cdot \arctan\left(\mu(k)\right) \cdot \dfrac{2}{\pi} \\ \mu(k) = round\left(\left|\dfrac{e_L(k)}{e_0}\right|^n\right) \end{cases} \tag{2}$$

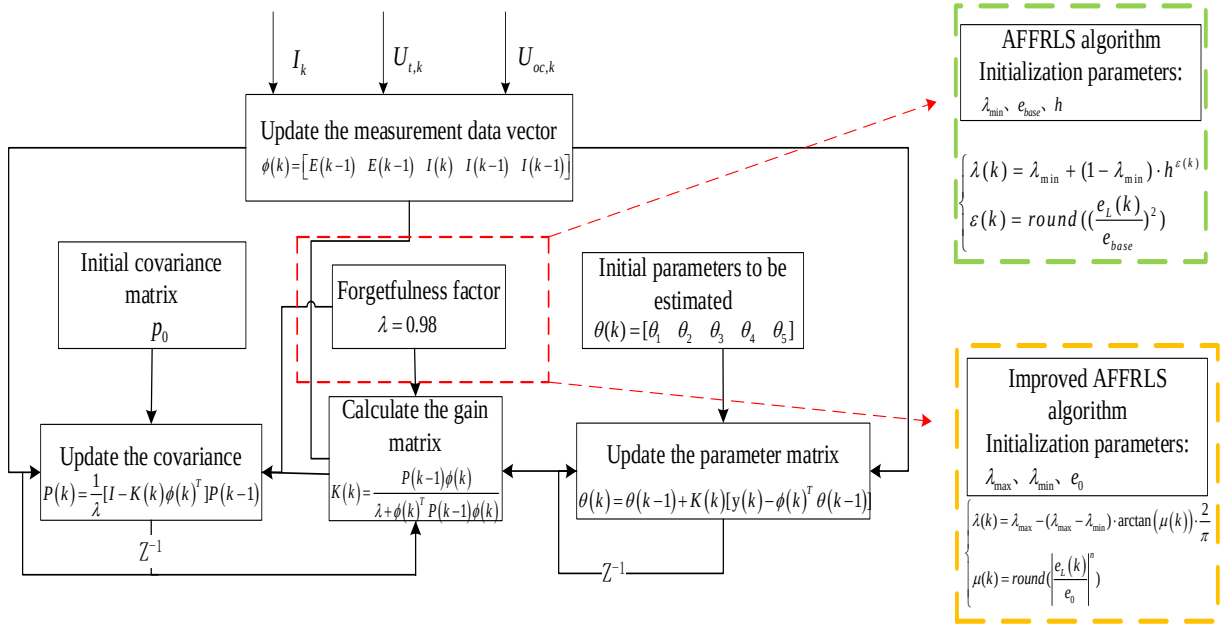


Fig. 2. Flowchart of three online parameter identification methods

2. Experimental platform construction

The experimental platform consists of a power battery charge-discharge detection system, a constant temperature box, an upper computer and a battery. In the experimental platform, the battery is charged and discharged by inputting current, temperature and other information to obtain the battery capacity and other data information, which provides the data basis for the subsequent parameter identification and model validation. In the experiment (fig. 3).

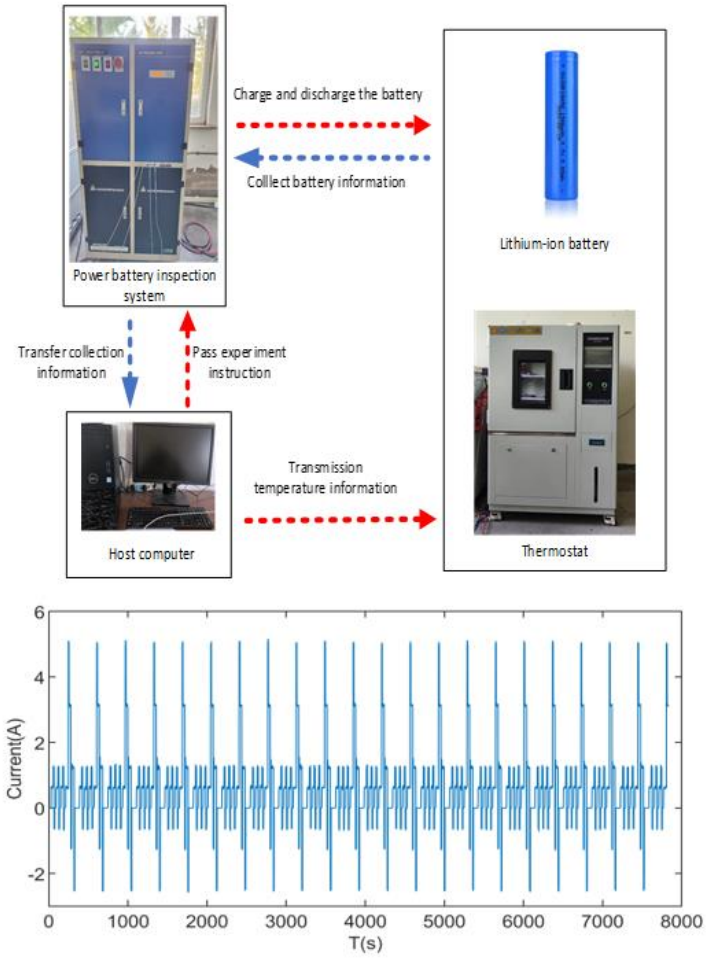


Fig. 3. Battery experimental platform with DST operating current

3.Simulation verification analysis

In order to verify the accuracy of the improved AFFRLS algorithm under dynamic operating conditions, the battery was tested under DST cyclic operating conditions by a battery test platform. The accuracy of the recognition algorithms is determined by comparing the errors between the modeled and actual voltages derived from the three online parameter recognition algorithms (fig. 4).

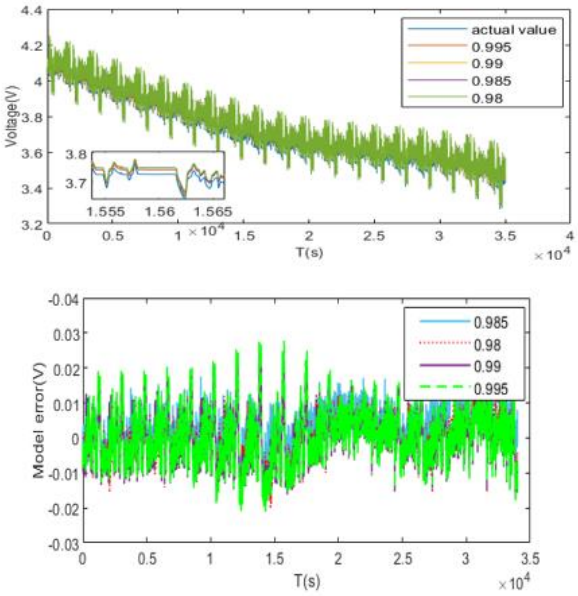


Fig. 4. Voltage at the end of FFRLS for different values of forgetting factor

As can be observed from Fig 5, the error distribution range when λ = 0.98 is remarkably smaller than that when λ takes the other three values.

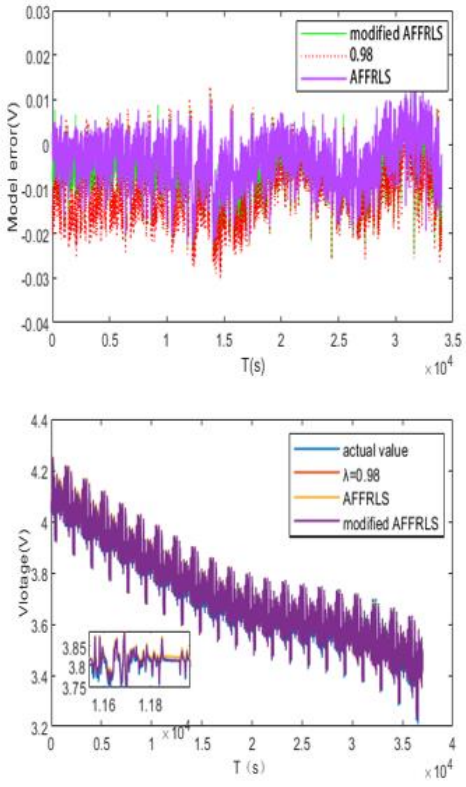


Fig. 5. End-voltage cases for the three recognition algorithms

Table shows that the improved AFFRLS algorithm appears to have smaller voltage error peaks and less fluctuation over the entire error range. This indicates that the algorithm is more accurate and stable than the other two algorithms.

Table

Voltage prediction error results

Model	RMSE/mv	MAE/mv
FFRLS(□□=0.995)	12.18	31.7
FFRLS(□□=0.99)	12.09	31.1
FFRLS(□□=0.985)	11.48	30.3
FFRLS(□□=0.98)	8.67	29.1
AFFRLS	7.016	25.4
Improved AFFRLS	6.338	23.2

It can be seen that the error voltage values RMSE and MAE of the recognized results of the improved AFFRLS algorithm are smaller than the other two algorithms, and the RMSE and MAE have been improved by 8.95%, 26.32%, 8.66%, 20.27%, respectively. In summary, it can be concluded that the improved AFFRLS algorithm proposed in this paper is better than the other two algorithms in model accuracy, stability and real-time tracking performance, and meets the design requirements.

Conclusion

In this paper, the second-order RC equivalent circuit model is employed to describe the battery performance, and the improved AFFRLS algorithm is obtained by optimizing the AFFRLS algorithm in terms of the stability of parameter recognition. The three recognition algorithms are simulated and verified in MATLAB software under the DST condition. The model parameters recognized by the improved AFFRLS algorithm are more stable, and the algorithm's robustness and accuracy meet the design requirements.

References

1. Chen L, et al. SOC estimation of lithium battery based on improved AFFRLS-AUKF[J]. Power Supply Technology,2024,48(06):1109-1115.

2. Ge Ke. Battery SOC estimation method based on AFFRLS-AEKF[J]. Information Technologyand Informatization,2024,(12):179-185.

3. Feng T.SOC estimation of lithium battery with multiple operating conditions based on VFFRLS and MIAUKF[D]. Anhui University of Technology.

4. Pan Zhengjun. Estimation of lithium-ion power battery charge state based on RLS and EKF algorithms[J]. Automotive Practical Technology,2024.

Каучакова М.А.
студент
Научный руководитель: ***Лэй Р.А.***
к.т.н., доцент,
Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А.Н. Туполева – КАИ,
Россия, Казань

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИНГЛЕТОВ С ИЗМЕНЯЕМЫМ УГЛОМ ОТКЛОНЕНИЯ

Аннотация. В работе анализируются винглеты с изменяемым углом отклонения, их влияние на аэродинамику и топливную эффективность самолета. Исследование включает моделирование, построение поляр и оценку изменения лобового сопротивления. Результаты исследования указывают на потенциал применения данных винглетов.

Ключевые слова: аэродинамика; винглеты; аэродинамическое качество; оптимизация; топливная эффективность.

Kauchakova M.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Ley R.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Russia, Kazan

ANALYSIS OF WINGLETS WITH VARIABLE DEFLECTION ANGLE

Abstract. The paper analyses winglets with variable deflection angle, their effect on aerodynamics and fuel efficiency of the aircraft. The study includes modelling, polar plotting and estimation of drag changes. The results of the study indicate the potential application of these winglets.

Keywords: aerodynamics; winglets; aerodynamic quality; optimization; fuel efficiency.

Винглеты, или законцовки крыла различных типов являются распространенным средством повышения топливной экономичности на современных воздушных судах. Поиск новых типов винглетов активно ведется авиастроительными предприятиями и научными коллективами. Анализ аэродинамического сопротивления типичного транспортного самолета показывает, что лобовое сопротивление, вызванное подъемной силой, может составлять до 40% от общего лобового сопротивления в крейсерских условиях и 80-90% от общего лобового сопротивления в условиях взлета и набора высоты. Поэтому снижение лобового сопротивления, вызванного подъемной силой, имеет первостепенное значение для повышения эффективности самолета.

Поиск решения по увеличения летно-технических характеристик крыла за счет изменения параметров винглетов проводился и ранее, но большин-

ство из предложенных решений были сосредоточены на использование материалов из сплавов с памятью формы [11], складных крыльях во время наземных операций [7], концепция трансформируемой законцовки крыла (morphing winglet) [8].

Данное исследование актуально для современного авиастроения, так как представленный в проекте материал позволит улучшить летно-технические характеристики самолета, уменьшая волновое сопротивление, и тем самым увеличивая его топливную эффективность.

Новизна данной работы заключается в том, что в данном проекте представлен малораспространённый, но перспективный тип винглетов с изменяемым углом отклонения, который не применяется на самолетах в данный момент, однако обладает большим потенциалом для улучшения летно-технических характеристик самолета и его топливной эффективности.

Мы предполагаем, что внедрение винглетов с изменяемым переменным углом отклонения позволит:

1. снизить расхода топлива, увеличивая топливную эффективность до 7%.
2. уменьшить количество выбросов вредных веществ в атмосферу, в частности углекислого и парникового газов.
3. повысить подъёмную силу крыла.
4. увеличить коэффициент аэродинамического качества.
5. улучшить управляемость самолёта на малых скоростях.

Влияние винглетов на уменьшение индуктивного сопротивления

Крылья с ограниченным размахом создают подъемную силу из-за дисбаланса давления между нижней поверхностью (высокое давление) и верхней поверхностью (низкое давление), как показано на рис. 1. Однако в следствии этого перепада давления возникают составляющие скорости поперечного потока (которые неизбежны, но могут быть уменьшены). Воздух с более высоким давлением под крылом обтекает законцовки крыла и пытается вытеснить воздух с более низким давлением в верхней части крыла. Это движение создает вихрь на задней кромке и законцовках (рис. 1), который в свою очередь создает нисходящий поток вблизи крыла.

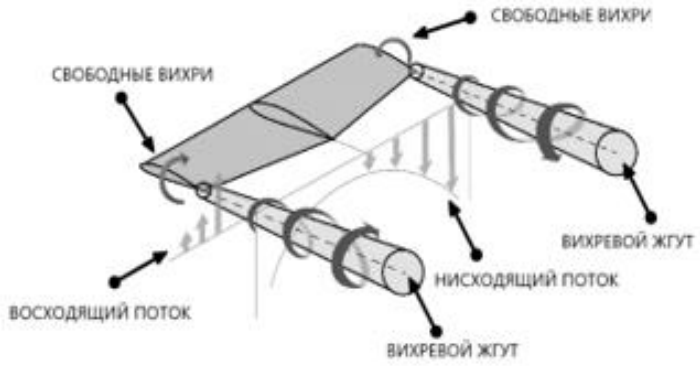


Рис. 1 Механизм образования индуктивного сопротивления

Наличие нисходящего потока уменьшает угол атаки, что приводит к созданию индуктивного сопротивления – составляющей лобового сопротивления, вызванного подъемной силой. Индуктивное сопротивления является неизбежным следствием создания подъемной силы в крыльях с ограниченным размахом.

Проектное решение об использовании винглетов имеет ряд преимуществ и недостатков. С одной стороны, они позволяют уменьшить размах крыла при стоянке, уменьшить индуктивное сопротивление, сократить взлетную дистанцию, снизить уровень шума, количество выбросов в атмосферу, увеличить топливную эффективность и максимальную дальность полета, сэкономить топливо. С другой стороны, увеличивается масса крыла из-за добавочной массы винглета, поворотного устройства, элемента, обеспечивающего фиксацию винглета в определенном положении, силовой вставки вместе крепления, что требует увеличения жесткости всего крыла.

В данном исследовании использовалось крыло самолета Ил-96-300 с установленным винглетом. Для изучения влияния винглета с изменяемым углом наклона на аэродинамические характеристики были смоделированы разные винглеты с разными углами наклона, «продувка» данных моделей была осуществлена в программе Ansys Fluent, для эспресс-моделирования применялась программа Kompas Flow. На основе решения вычислительной газодинамической задачи построены поляры для крыльев с различным углом отклонения винглетов и без них при числах Маха M=0,3 и M=0,8 (рис. 2).

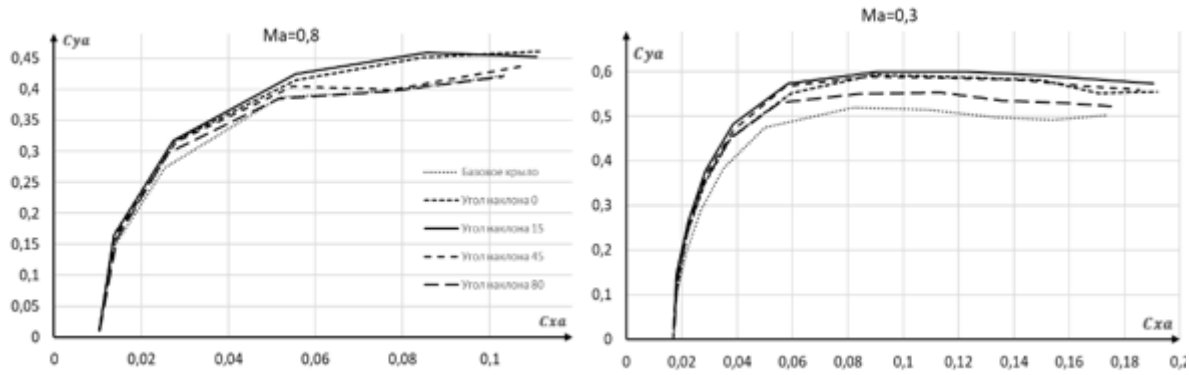


Рис. 2. Поляры для крыльев с винглетами разного угла наклона при Ma=0,8 Ma=0,3

Рекомендации по настройке винглетов на различных этапах полета

На основе представленного анализа очевидно, что не существует единой конфигурации винглета, которая могла бы обеспечить оптимальное снижение индуктивного сопротивления на всех режимах полета. На основе нашего и проводимых ранее исследований [13,3] можно сделать вывод о том, что конфигурация винглета с углом стреловидности 60° является наилучшей. Предложим рекомендации по настройке винглетов на разных

этапах полета с учетом улучшения аэродинамических характеристик по сравнению с крылом без винглетов (рис. 3).

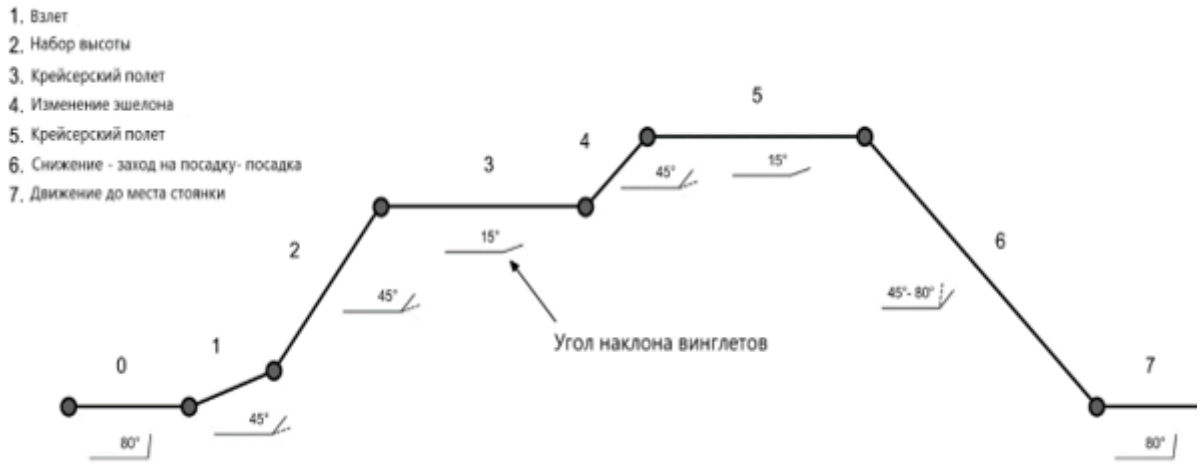


Рис. 3. Рекомендации по настройке винглета на различных этапах полета

1. При взлете и начальном наборе высоты (где влияние сжимаемости незначительно) рекомендуется использовать угол наклона винглета 45∘. Эта конфигурация имеет более высокую подъемную силу и создает меньшее сопротивление для заданной высоты.

2. На крейсерском режиме (высокое число Маха) рекомендуется использовать угол наклона 15∘. Эта настройка обеспечит максимальное снижение лобового сопротивления при заданной подъемной силе.

3. При изменении крейсерского эшелона рекомендуется использовать угол наклона 45∘, но значение 15∘ также приемлемо. Эти конфигурации имеют большую подъемную силу и создают меньшее лобовое сопротивление при заданной подъемной силе.

4. Во время снижения рекомендуется использовать угол наклона 45∘.

5. После посадки и при рулении к выходу на посадку рекомендуется использовать угол наклона 80∘ для уменьшения размаха крыльев и удовлетворения требований к посадочному зазору.

Оценка эффективности винглетов

Для оценки аэродинамики винглетов воспользуемся методом предложенным автором статьи [12]. Вычислим k_{WL}, обратная величина которой называется собственная аэродинамическая эффективность винглета:

$$k_{WL} = 2\frac{h}{b}\frac{1}{\sqrt{k_{e,WL,v} - 1}} \quad (1)$$

где h – высота винглета, b – размах крыла, $h_h = h\cos\vartheta$ – высота винглета при ненулевом угле развала, $k_{e,WL,v} = \frac{k_{e,WL,total}}{\left(1+2\frac{h_h}{b}\right)^2}$ – вклад винглетов в

эффективность размаха крыла с винглетом, $k_{e,WL,total} = \frac{1}{1+\frac{k_{D,WL}}{k_{Di}}}$ – полная аэродинамическая эффективность винглета, $k_{D,WL} = \frac{\Delta C_{D,WL}}{C_D}$ – относительное общее приращение лобового сопротивления из-за установления винглетов, $\Delta C_{D,WL}$ – общее приращение лобового сопротивления из-за винглетов, $k_{Di} = 1 - \frac{1}{1+\frac{1}{(V/V_{md})^4}}$ – относительная величина индуцированного сопротивления, V_{md}- истинная скорость, V_{md} – истинная скорость при минимальном сопротивлении.

Заметим, что для классических винглетов аэродинамическая эффективность будет меняться в зависимости от режима полета. Использование же винглетов с изменяемым углом отклонения позволит сохранять оптимальными значения аэродинамической эффективности во время всего полета. В таблице 1 приведены значения данных коэффициентов для различных типов воздушных судов. Аэродинамическая эффективность указана усредненно для всех режимов полета. Коэффициенты h, b, h_h – выбирались на основе рекомендаций [1]. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение собственной аэродинамической эффективности винглетов различных моделей

№	Тип воздушного судна	h/b	h_h/b	$k_{e,WL,total}$	$k_{e,WL,v}$	k_{WL}	$1/k_{WL}$
1	B747-400	6.25%	4.00%	1.096	0.940	-	-
2	B737-800	7.58%	2.14%	1.105	1.016	18.94	5.3%
3	MD-11	5.57%	0.44%	1.096	1.077	2.95	33.9%
4	A320 neo	6.79%	0.00%	1.111	1.111	2.51	39.8%
5	A380 plus	5.89%	1.50%	1.111	1.047	5.06	19.8%
6	Самолет с винглетами изменяемого угла наклона	5.63%	0.53%	1.103	1.016	2.05	48,8%

Для количественной оценки топливной эффективности установки винглета с изменяемым углом отклонения, с учетом того, что во время полета изменяется площадь и удлинение крыла (из-за изменения угла наклона винглетов) в соответствии с изменением скорости полета, перегрузки и угла атаки воспользуемся методом, предложенным ранее [6]. Заметим, что вклад массы поворотного механизма, можно оценить аналогичным образом, как и массу складного механизма крыла самолета палубного базирования. Для удобства обобщим данные в таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение характеристик самолета с винглетами с самолетом без них на примере Ил-96-300

Летно-технические характеристики	Ил-96-300 Базовый	Ил-96-300 с винглетами
Размах крыла l, м	60,1	67,1
$l_{\text{аэр}}$, м	-	64,9
Площадь крыла в плане S, м^2	391,6	391,6
Угол стреловидности крыла по линии четверти хорды $\chi_{\text{п.к.}}$, °	32	32
Удлинение крыла λ	9,2	11,5
Сужение крыла η	3,5	3,5
Расстояние от плоскости симметрии самолета до средней аэродинамической хорды крыла $z_{\text{а}}$, м	12,2	13,7
Коэффициент индуктивного сопротивления $C_{x\text{а инд}}$	0,0104	0,00781
Коэффициент аэродинамического сопротивления $C_{x\text{а}}$	0,0386	0,0361
Уменьшение общего лобового сопротивления $\Delta C_{x\text{а}}$, %	-6,5	
Максимальная взлетная масса самолета m, т	250	?
Масса топлива $m_{\text{т}}$, т	80	?
Масса крыла по (4) $m_{\text{кр}}$, т	28,5	-
Масса крыла по (4)+(5) $m_{\text{кр}}$, т	-	28,9
Прирост массы самолета за счет установки винглетов и поворотного механизма $\Delta m_{\text{кр скл 0}}$, т	-	0,3
Изменение массы топлива за счет изменения сопротивления $\Delta m_{\text{т }\Delta C_{x\text{а 0}}}$, т	-	-4
Коэффициент чувствительности взлетной массы μ_m	1,32	-
Конечное изменение взлетной массы Δm, т	-4,45	
Изменение в массе топлива $\Delta m_{\text{т}}$, т	-6,3	
Относительное изменение в массе топлива $\Delta m_{\text{т}}/m_{\text{т}}$ 100%	-7,87	

В качестве характерного размера используем расстояние от плоскости симметрии самолета до средней аэродинамической хорды крыла $z_{\text{а}}$, м [5]:

$$z_{\text{а}} = \frac{l}{6}\left(1 + \frac{1}{\eta + 1}\right) \tag{2}$$

Коэффициент индуктивного сопротивления [2]:

$$C_{x\text{а инд}} = \frac{C_{ya}^2}{\pi \lambda e w} \tag{3}$$

где $C_{ya} = \frac{2m(1-0{,}4\bar{m}_т)g}{\rho V^2 S}$ – коэффициент подъемной силы, $e = 4{,}61(1 - 0{,}045\lambda^{0{,}68})(cos\chi_{1e})^{0{,}15} - 3{,}1$ – коэффициент Освальда, $w = 1 + 1{,}9\frac{h_{винглет}}{l}$ – коэффициент, учитывающий наличие винглетов, $h_{винглет}$ – высота винглета.

Коэффициент аэродинамического сопротивления при полете на дозвуковой скорости:

$$C_{xa} = C_{xa\ инд} + C_{xa\ проф} = C_{xa\ 0} + \frac{C_{ya}^2}{\pi\lambda e} \quad (4)$$

Масса крыла [11]:

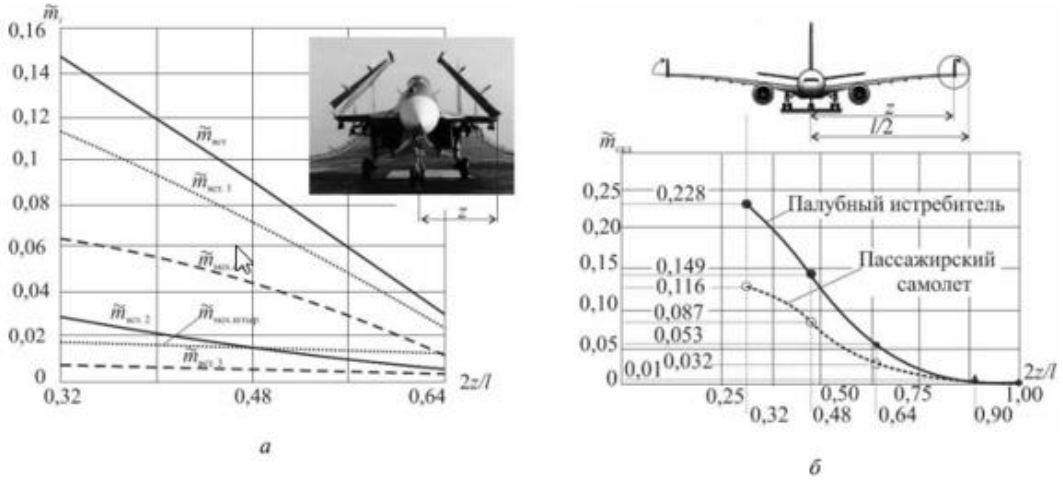
$$m_{кр} = \frac{n_y^P \lambda\psi 0{,}022\sqrt[4]{m}}{p_0 \bar{c}_0^{0.75}(cos\chi_{0{,}25})^{1{,}5}}\left(0{,}85 + \frac{\frac{\bar{c}_0}{\bar{c}_к} - 1}{\eta + 3}\right)k_1 + \frac{4{,}5k_2k_3}{p_0} + 0{,}01 \quad (5)$$

где n_y^P – расчетная перегрузка, $p_0 = mg/S$ – удельная нагрузка на крыло, $\bar{c}_0$, $\bar{c}_к$ – относительные толщины профиля в корневом и концевом сечениях, $\psi = 0{,}92 - 0{,}5\bar{m}_т - 0{,}1k_{дв}$ – коэффициент, учитывающий разгрузку крыла изгибающими моментами от топлива и сосредоточенных нагрузок на крыле, $k_{дв}$ – коэффициент, учитывающий расположение двигателей на крыле (для двигателей на крыле $k_{дв} = 1$), k_1 – коэффициент, учитывающий ресурс крыла ($k_1 = 1{,}1$), k_2 – коэффициент, учитывающий используемый вид механизации крыла ($k_2 = 1{,}5$), k_3 – коэффициент, учитывающий вид герметизации топливных баков ($k_3 = 1{,}1$).

Масса всего устройства, связанная с отклонением винглетов по аналогии с работой, проведённой в [4] (рис.4):

$$m_{пов} = m_{вст} + m_{мех.пов} + m_{мех.фикс} \quad (6)$$

где $m_{вст}$ – масса силовой вставки в районе узла поворота, $m_{мех.пов}$ – масса механизма с приводом для поворота, $m_{мех.фикс}$ – масса элемента, обеспечивающего фиксацию винглета в определённом положении.



а *б*

Рис. 4. Относительные массы элементов устройств для складывания по размаху крыла кессонной силовой схемы:
а – для палубного истребителя [9]; б – относительные массы всего устройства для истребителя [9] и пассажирского самолета

Изменение массы топлива за счет изменения сопротивления:

$$\Delta m_{\text{т}\,\Delta C_{xa\,0}} = \frac{k_{\text{т кр}} m_{\text{т}} \Delta C_{x\text{a}}}{C_{x\text{a}}} \tag{7}$$

где $k_{\text{т кр}} = m_{\text{т кр}}/m_{\text{т}}$ статистический коэффициент, учитывающий долю массы топлива, расходуемого на крейсерском режиме полета к общей массе топлива.

Коэффициент чувствительности взлетной массы:

$$\mu_m = \frac{1}{1 - \left(\overline{m}_{\text{кр}} + \dfrac{\overline{m}_{\text{т}} c_{xa\,\text{кр}}}{c_{xa}}\right)} \tag{8}$$

Конечное изменение взлетной массы при начальном изменении i –й функциональной массы Δm_{i0}:

$$\Delta m = \frac{\partial m}{\partial m_i} \Delta m_{i0} = \mu_{mi} \Delta m_{i0} \tag{9}$$

где μ_{mi} – коэффициент чувствительности взлетной массы.

Изменение в расходе топлива [10]:

$$\Delta m_{\text{т}} = \Delta m_{\text{т}\,0} + \overline{m}_{\text{т}} \left(1 - \frac{c_{xa\,\text{ф}}}{c_{xa}}\right) \Delta m \tag{10}$$

В итоге средние затраты топлива снизились на 7,87%

В ходе работы проведено сравнение имеющихся функциональных типов винглет. Смоделированы процессы обтекания крыла при различных углах наклона вингелта, построены соответствующие поляры для данных уг-

лов наклона винглета, определен коэффициент аэродинамического качества. Предложили рекомендации по настройке винглетов на разных этапах полета с учетом улучшения аэродинамических характеристик по сравнению с крылом без винглетов и концепцию механизма, обеспечивающего отклонение винглет. Средние затраты топлива снизились на 7,87%. Сделана общая оценка эффективности использования данного типа законцовок.

Список литературы

1. Гуереш Д., Попов С.А. Улучшение аэродинамики крыла пассажирского самолета с помощью законцовки треугольной формы в плане. Научный вестник МГТУ ГА. 2018;21(1):124-136. https://doi.org/10.26467/2079-0619-2018-21-1-124-136
2. Микеладзе В.Г., Титов В.М. Основные геометрические и аэродинамические характеристики самолетов и ракет: справочник. М.: Машиностроение, 1982. 149 с.
3. Москаленко В.О., Цой А.И., Недогарок А.А. Исследование аэродинамических характеристик с законцовками различной формы. Инженерный журнал: наука и инновации, 2019, вып. 10.
4. Погосян М.А., Лисейцев Н.К., Стрелец Д.Ю. и др. Проектирование самолетов: учебник для вузов / Под ред. М.А. Погосяна. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Инновационное машиностроение, 2018. 864 с.
5. Попов Ю.И., Ярыгина М.В. Методика весового анализа складного крыла самолета палубного базирования [Электронный ресурс] // Труды МАИ. 2011. № 43. 23 с. URL: https://trudymai.ru/published.php?ID=24860 (дата обращения: 01.03.2022).
6. Ярыгина М.В., Попов Ю.И. Формирование весовой формулы складного крыла // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. 2012. № 2. С. 8–12.
7. Allen J. Articulating winglets// United States Patent US5988563A, 1999.
8. Fox S., Kordel J., Townsend K., Lassen M., Gardner M., Good M. Wing fold system rotating latch// United States Patent US9469392B2, 2016.
9. Kretov A. Sensitivity factors of aircraft mass for the conceptual design // Aircraft Engineering and Aerospace Technology. 2021. Vol. 93, no. 9. Pp. 1470–1477. DOI: 10.1108/AEAT-11-2020-0256.
10. Raymer D.P. Aircraft design: A conceptual approach. 6th ed. Publisher: American Institute of Aeronautics & Ast, 2018. 1062 p.
11. Sankrithi M., Frommer J. Controllable winglets// United States Patent US7744038B2, 2010.
12. Scholz D. Definition and discussion of the intrinsic efficiency of winglets// Aerospace Europe CEAS 2017 Conference, 2017.
13. Zhang L., Ma D., Yang M., Wang S. Optimization and analysis of winglet configuration for solar aircraft// Chinese Journal of Aeronautics, 2020.

Зубайдов М.Ф., Петрашин Т.С.
студенты
Научный руководитель: ***Петракова Е.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

БЕСЧЕРТЕЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ: СОЗДАНИЕ АТРИБУТОВ И ВИДОВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ

Аннотация. В статье представлен алгоритм создания электронной модели детали с послойной расстановкой атрибутов в КОМПАС-3D для их отображения в плоскостях обозначений и указаний с настройкой видовых представлений. Алгоритм создания атрибутов и видовых представлений представлен в статье на примере 3D-модели крышки подшипника. Рассмотрены инструменты программы для создания необходимых атрибутов и аннотаций, видов, сечений; распределение атрибутов по слоям и их фиксирование в созданных видовых представлениях.

Ключевые слова: электронная модель, 3D-модель детали, ГОСТ 2.056, САПР, КОМПАС-3D, CAD-программы.

Zubaydov M.F., Petrashin T.S.
Students
Scientific Advisor: ***Petrakova E.A.****,*
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DRAWINGLESS TECHNOLOGIES: CREATING ATTRIBUTES AND VIEW REPRESENTATIONS OF AN ELECTRONIC PART MODEL

Abstract. The article presents an algorithm for creating an electronic model of a part with a layer-by-layer arrangement of attributes in KOMPAS-3D for their display in the planes of designations and indications with the setting of view representations. The algorithm for creating attributes and view representations is presented in the article using the example of a 3D model of a bearing cap. The program tools for creating the necessary attributes and annotations, views, sections; distribution of attributes by layers and their fixation in the created view representations are considered.

Keywords: electronic model, 3D model of a part, GOST 2.056, CAD, KOMPAS-3D, CAD programs.

Введение

В настоящее время в машиностроении наблюдается активный переход к цифровым технологиям в рамках индустрии 4.0, что значительно изменяет подходы к проектированию и производству. Сегодня трехмерное моделирование – это неотъемлемая часть производства изделий машиностроения. Тенденции развития новых подходов к проектированию изделий, развитие

САПР-программ и систем с ЧПУ таковы, что возможно выполнять технологическую обработку, контроль и сборку изделий по 3D-моделям без создания чертежей. Такой прогресс развития программ и технологий приводит к введению новых стандартов и поправок к уже существующим ГОСТам. В настоящее время при выполнении электронной модели детали (ЭМД) следует руководствоваться ГОСТ 2.056-2021 «Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали. Общие положения». Однако, уже разработан новый ГОСТ 2.056-2024, который вступит в силу 1.01.2026.

В то же время согласно ГОСТ Р 2.102-2023 электронная модель детали (ЭМД) относится к обязательным видам конструкторской документации и при ее выполнении по ГОСТ 2.056-2021 выполнение чертежа не является обязательным [5].

Согласно ГОСТ 2.056-2021: «ЭМД должна содержать все данные, необходимые для изготовления и контроля детали в соответствии с требованиями ГОСТ 2.052», «все ЭМД должны содержать как минимум один вид «Изометрия», «в случае необходимости допускается добавление видов: «спереди» («главный»), «сверху», «слева», «справа», «снизу», «сзади»«, «допускается создание дополнительных видов ЭМД с сечением (с разрезами), обеспечивающих наилучшую идентификацию плоскости обозначений и указаний с элементами ЭМД, к которым они относятся» [3]. Таким образом, на модель должны быть нанесены атрибуты и аннотации. К атрибутам относят «размер, допуск, текст или символ, необходимый для определения геометрии модели или его характеристики» [4], аннотация – это текстовый атрибут модели» [3].

Для наилучшей визуализации требуется группировать и распределять атрибуты и аннотации для создаваемых видов и сечений, а «для управления визуализацией ЭМД рекомендуется использовать информационные уровни» [3].

Разработанная электронная модель детали с нанесенными на ней атрибутами и аннотациями экспортируется в соответствующий формат, такой как STEP или STL, пригодный для CAM-программ. В дальнейшем технолог-программист составляет управляющую программу для изготовления детали на станке с ЧПУ.

В настоящее время в Московском Политехническом Университете в учебном процессе для проектирования деталей и узлов машин применяется CAD-программа КОМПАС-3D [1]. В связи с введением новых ГОСТ возникает вопрос соответствия функциональных возможностей программного обеспечения КОМПАС-3D для выполнения ЭМД требованиям стандартов.

Инструменты программы для нанесения атрибутов и аннотаций

Для нанесения атрибутов и аннотаций в КОМПАС-3D воспользуемся главной панелью программы, в которой расположены разделы «Оформление» (рис. 1), «Обозначения», «Размеры». Раздел «Размеры» содержит инструменты для простановки линейных, диаметральных, радиальных и угловых размеров. В разделе «Обозначения» находятся осевые линии, линии выноски, обозначения шероховатости, базы, допуски формы и расположения поверхностей [1].

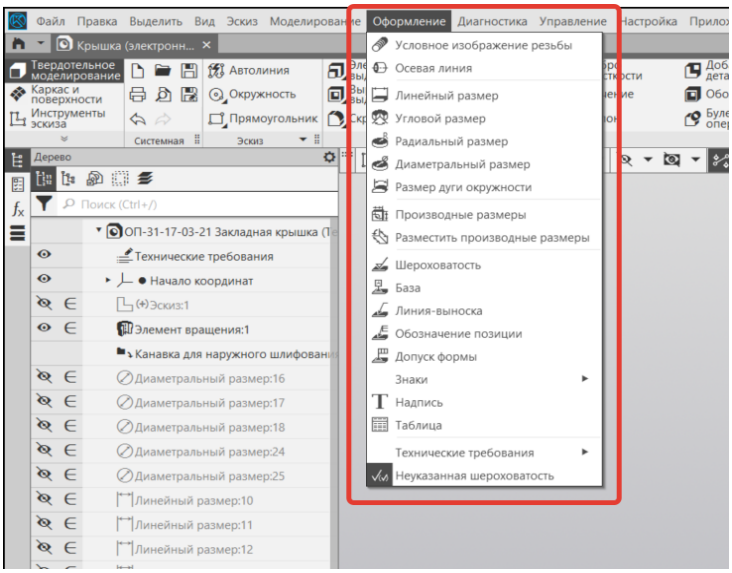


Рис. 1. Инструмент «Оформление»

Распределение атрибутов и аннотаций по слоям и создание видовых представлений

В качестве примера рассмотрим нанесение атрибутов и аннотаций на предварительно созданную 3D-модель детали – Крышка закладная.

Заметим, что по ГОСТ 2.056-2021 допускается ограничиваться только одним видом – Изометрия, однако в случае большого количества атрибутов восприятие информации значительно усложняется (рис. 2).

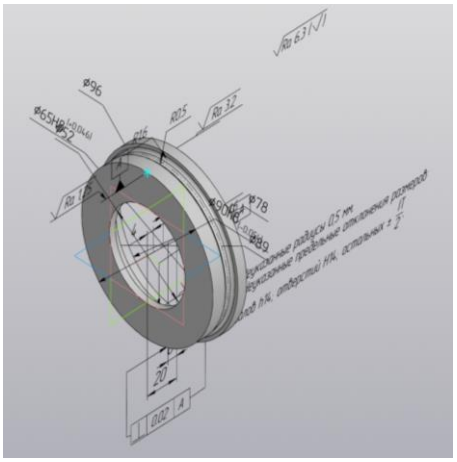


Рис. 2. Атрибуты 3D-модели на виде Изометрия

Так же, как и перед созданием чертежа, необходимо решить, сколько видов будет необходимо и достаточно для проектируемой детали, а также определить, на каком виде лучше показать каждый размер, допуск формы, обозначение шероховатости и базы. Выбираем необходимый для первого вида ракурс модели в плоскости обозначений и указаний (ПОУ) и наносим необходимые для этого вида атрибуты и аннотации. Если требуется показать сечение, то создаем его, пользуясь инструментом «Управление сечениями», находящимся в верхнем меню программы [1].

Если для детали требуется создать более одного вида, то следует закрепить атрибуты и аннотации каждого вида на отдельном слое. Иначе при переключении на один из видов атрибуты всех видов будут также отображаться, затрудняя восприятие нужной информации

Рассмотрим, как закрепить уже нанесенные атрибуты на выбранном виде модели по слоям и подготовить первое видовое представление электронной модели детали. Произведем действия в следующем порядке:

а) в обозревателе модели нужно выбрать все атрибуты, относящиеся к выбранному виду модели. Это можно сделать, удерживая клавишу Ctrl и кликая по каждому размеру. После того как все нужные размеры выделены, нажмем правую кнопку мыши в пустом месте рабочего пространства программы. В появившемся контекстном меню выберем опцию «Перенести на слой» (рис. 3).

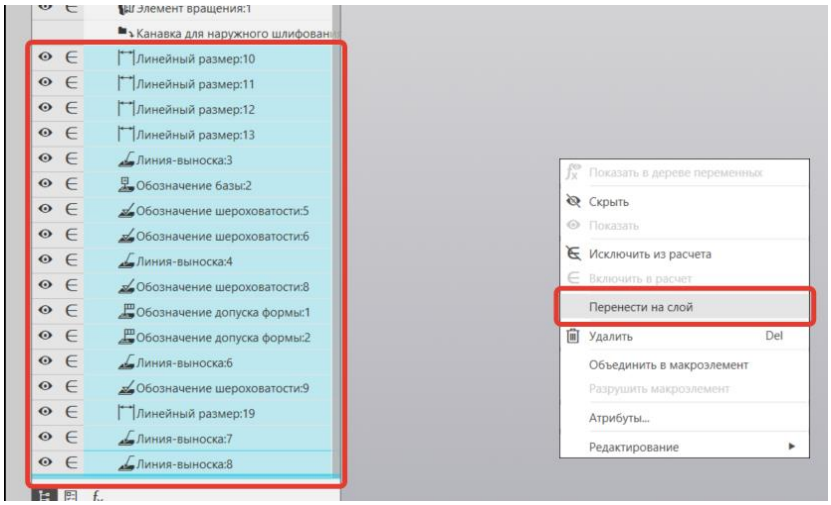


Рис. 3. Выбор атрибутов модели для создания слоя

б) в появившемся окне нажмем на кнопку «+», чтобы создать новый слой. По желанию можно назначить имя для нового слоя, применив кнопку в виде «карандаша». Подтвердим создание слоя, нажав на «галочку». Теперь все выбранные атрибуты будут перемещены на созданный слой (рис. 4).

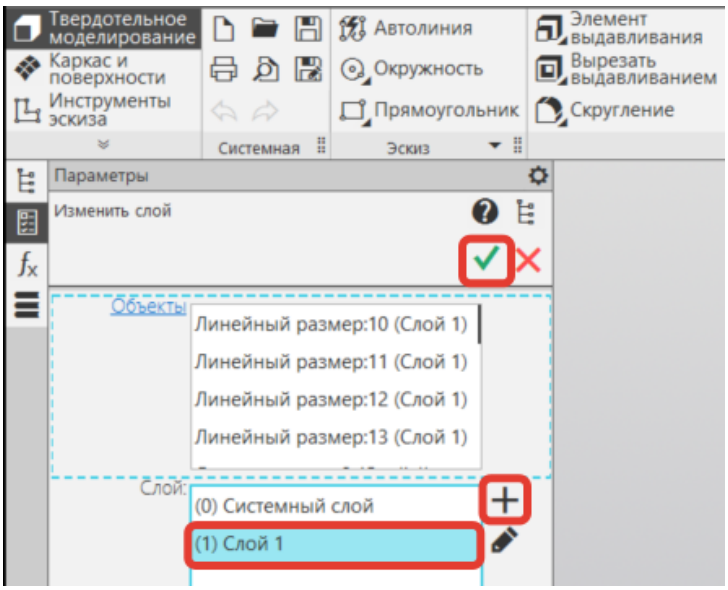


Рис. 4. Создание слоя с выбранными атрибутами модели

в) для удобства нанесения атрибутов на следующем виде следует скрыть уже созданный слой. Для этого в обозревателе модели необходимо нажать на кнопку «Слои» [1]. В появившемся контекстном меню показываются все созданные слои и системный слой. Системный слой – это слой, на котором строится 3D-модель, он создается автоматически. Для скрытия слоя нажмем кнопку в виде «глаза». После этого все атрибуты и элементы на этом слое станут невидимыми в рабочем пространстве (рис. 5).

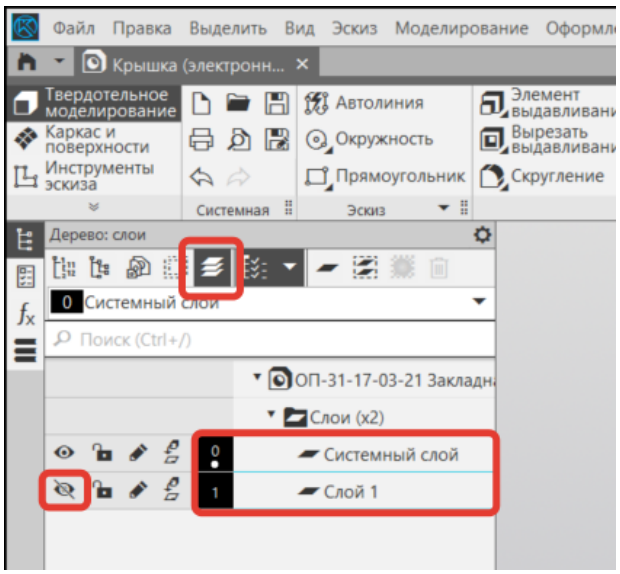


Рис. 5. Управление слоями

По такому алгоритму можно создавать новые атрибуты и аннотации для каждого нового вида или сечения модели, не отвлекаясь на скрытые объекты. Чтобы вернуть видимость слоя, необходимо снова нажать на значок «глаз».

Создание видовых представлений

После создания всех атрибутов, аннотаций и разрезов можно приступить к формированию видовых представлений электронной модели детали (ЭМД) в следующем порядке:

а) установим первый вид нашей ЭМД и сделаем слой видимым для данного вида. В меню панели инструментов нажмем кнопку «Ориентация модели» [1], а в открывшемся контекстном меню выберем пункт «Настройка» (рис. 6).

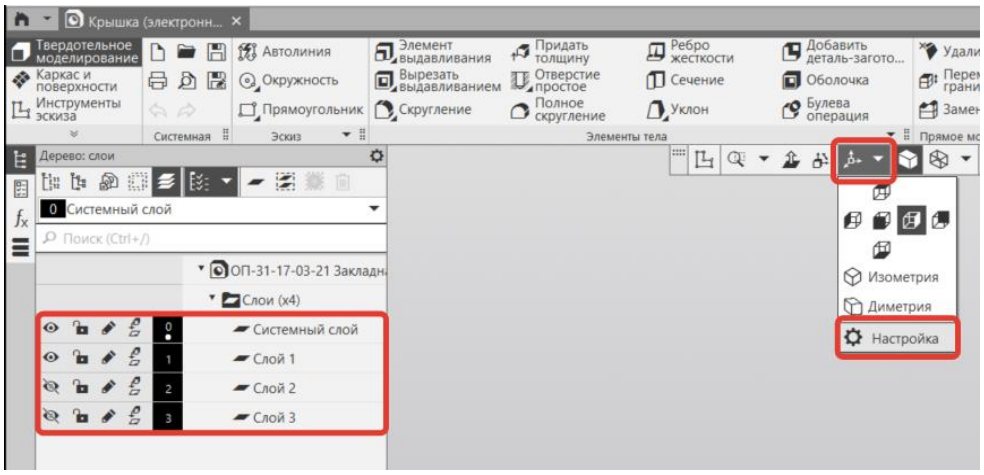


Рис. 6. Настройка ориентации модели

б) в появившемся окне для сохранения нового вида следует обратить внимание на опцию «Отображать сохраненные», в которой необходимо выбрать «состояние слоев» и «динамическое сечение» и нажать на кнопку «+» (рис. 7)/

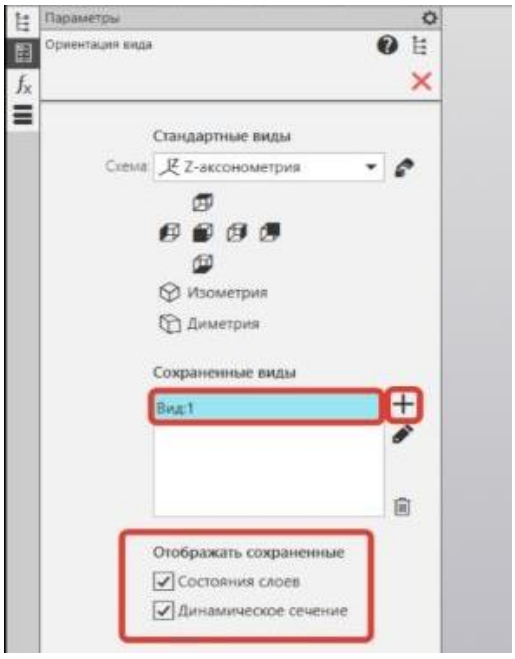


Рис. 7. Сохранение видов

в) повторим процесс для всех видов и слоев: выберем нужный вид, сделаем видимым соответствующий слой и сохраним вид.

Для управления видами применяют инструмент «Ориентация модели», в котором находятся все сохраненные виды и сечения ЭМД (рис. 8).

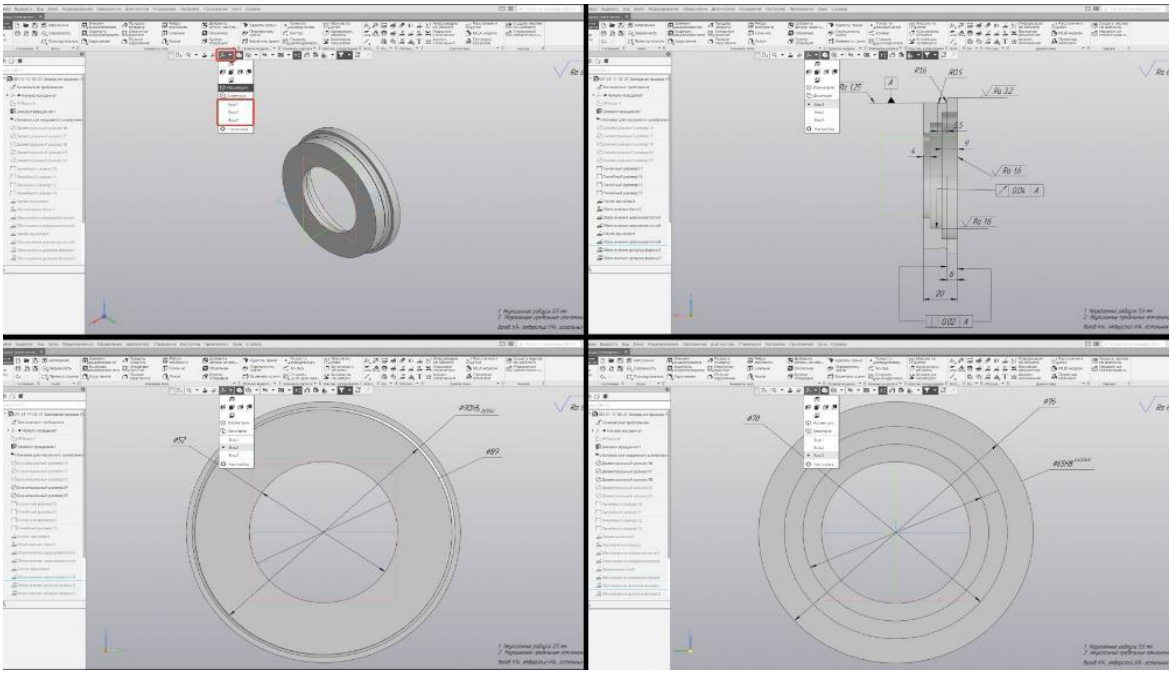


Рис. 8. Созданные виды ЭМД Крышка закладная

Заметим, что в параметрических моделях [6], [7] так же, как и в непараметризованных моделях, при изменении размеров в эскизах модели или численных значений в формообразующих операциях происходит автоматическое перенесение баз, шероховатостей и допусков формы к перестроенным поверхностям модели. Однако численные значения допусков форм остаются прежними и их необходимо переопределять вручную из-за отсутствия в программе функции автоматического расчета численных значений допусков формы в зависимости от размеров геометрических элементов. Справедливым будет отметить, что этот же недостаток присутствует и в других CAD-программах – Autodesk Inventor, T-FLEX, SolidWorks, CATIA, Creo и других [2].

Заключение

В настоящее время функционал КОМПАС-3D позволяет выполнять электронные модели деталей согласно действующему ГОСТ 2.056-2021. Разработанный алгоритм создания видовых представлений 3D-модели детали с послойным фиксированием атрибутов и аннотаций, предоставляет пользователю максимальное удобство пользования информацией, необходимой для изготовления и контроля детали

Выполнение 3D-моделей деталей по указанному стандарту уже сегодня позволяет перейти на безчертежные технологии.

Создание электронных моделей деталей при исключении чертежей позволяет автоматизировать последующие производственные процессы, такие как анализ допусков, изготовление на станках с ЧПУ и контроль, сократить время разработки изделия, уменьшить объем документооборота и время согласования документов.

Список литературы

1. АСКОН. КОМПАС-3D https://ascon.ru/products/kompas-3d/ Accessed 1 January 2025
2. Бровкина Ю.И., Петракова Е.А., Ривкин А.В. Сравнительный анализ функциональных возможностей T-FLEX CAD и Autodesk Inventor при создании параметрических конструкций // Вестник МГТУ «Станкин». 2019. № 3 (50). С. 82-86.
3. ГОСТ 2.056-2021. Единая система конструкторской документации. Электронная модель детали. М.: Издательство стандартов, 2021. 16 с.
4. ГОСТ 2.056-2021. Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. М.: Издательство стандартов, 2021. 16 с.
5. ГОСТ Р 2.102-2023 «Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов». М.: Издательство стандартов, 2023, 20 с.
6. Петракова Е.А., Власов А.С., Федоров Д.Ю. Параметрическое моделирование твердотельных конструкций в Autodesk Inventor //Справочник. Инженерный журнал с приложением. 2017. №12 (249). С.35-42.
7. Петракова Е.А., Суматохин В.А. Параметрическое моделирование деталей машин в Autodesk Inventor: учебно-методическое пособие. Москва: Московский Политех, 2018. – 128 с.

Гудынин М.Д.
студент
Научный руководитель: ***Лукьянов А.С****.*
к.т.н., доцент,
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА МНОГОПОТОЧНЫХ ЧЕРВЯЧНЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация. Использование многопоточности позволяет повысить технический уровень редукторов и конструктивное совершенство механических приводов машин при жёстких ограничениях на габариты и материалоёмкость. Новая компоновка позволила получить малые габариты и массу редуктора, что улучшило критерий технического уровня. По техническому ресурсу и КПД разработанный редуктор имеет более высокие показатели, чем унифицированный червячный редуктор с таким же передаточным числом и крутящем моментом на выходном валу.

Ключевые слова: червячная передача; зубчатая передача; червяк; колесо; поток мощности; двухступенчатый редуктор.

Gudinin M.D.
Student
Scientific Advisor: ***Lukyanov A.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF MULTI-THREAD WORM GEARS TO INCREASE THEIR EFFICIENCY

Abstract. The use of multithreading makes it possible to increase the technical level of gearboxes and the constructive perfection of mechanical drives of machines with strict restrictions on dimensions and material consumption. The new layout made it possible to obtain small dimensions and weight of the gearbox, which improved the criterion of technical level. In terms of technical life and efficiency, the developed gearbox has higher performance than a unified worm gear with the same gear ratio and output shaft torque.

Keywords: worm gear; toothed gear; worm; wheel; power flow; two-stage gearbox.

Предмет исследования – разработка новых перспективных высокоэффективных конструкций тяжело нагруженных редукторов. Только использование многопоточности позволяет повысить эффективность таких редукторов при жёстких ограничениях на габариты и материалоёмкость. Примером может служить главный редуктор вертолёта Ми-26 с использованием 16-ти потоков передачи мощности, представленный на рис. 1.

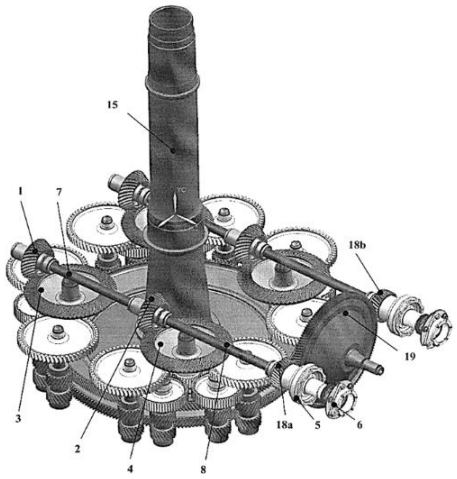


Рис. 1. Главный редуктор вертолёта Ми-26 с использованием 16-ти потоков мощности

Основным препятствием создания компактных силовых передач является ограниченная контактная прочность рабочих поверхностей зубьев, которая может быть определена по формуле Герца (рис. 2):

$$\sigma_H = 0{,}418\sqrt{\frac{F_n \cdot E_{\text{пр}}}{l_\Sigma \cdot \rho_{\text{пр}}}} \qquad (1)$$

где F_n – нормальная сила в зацеплении;

l_Σ – суммарная длина контактных линий;

$\rho_{\text{пр}} = \frac{1}{\rho_1} \pm \frac{1}{\rho_2}$ – приведённый радиус кривизны контактных поверхностей;

$E_{\text{пр}}$ – приведённый модуль упругости.

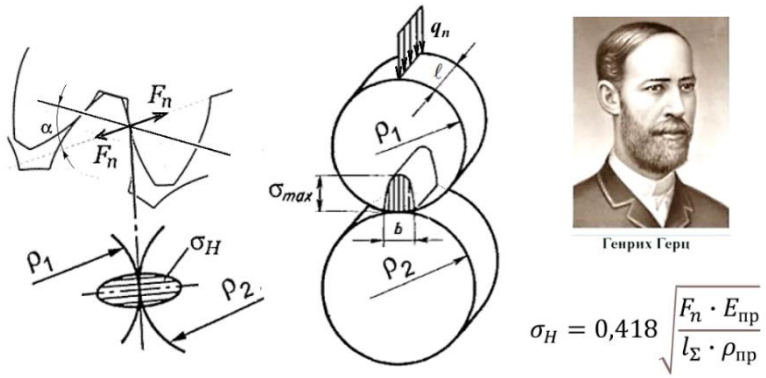


Рис. 2. Силовые и геометрические показатели, входящие в формулу Герца

Как видим из формулы 1 для уменьшения контактных напряжений σ_H необходимо увеличить суммарную длину контактных линий l_Σ. Для такого уменьшения используют многопарное зацепление, под которой понимают разделение передаваемого момента в пределах контактов более двух пар зубьев одной шестерни и одного колеса, (т.е. без дополнительных колёс). Многопарной называется зубчатая (или червячная) передача, у которой в постоянном зацеплении находится более одной пары зубьев (зуба и витка).

У таких передач длина активной линии зацепления AD больше двух шагов зацепления AB, т.е. коэффициент торцевого перекрытия, равный отношению AD к AB и определяющий парность зацепления, должен быть более двух (рис. 3).

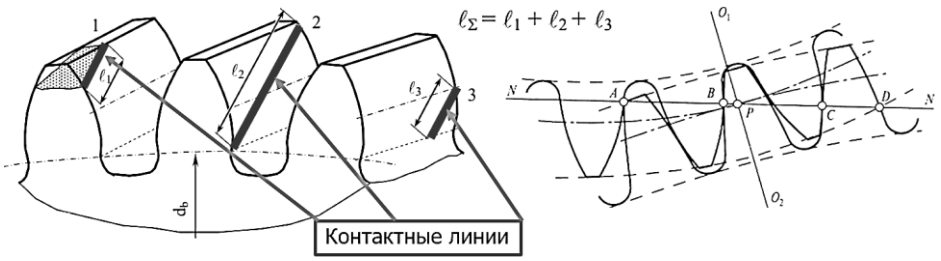


Рис. 3. Зацепление более двух пар зубьев

В передачах с многопарным зацеплением нагрузка распределяется между двумя и тремя парами зубьев, при этом нагрузку на одну пару может составлять 63…65% от общей передаваемой нагрузки в зависимости от

жёсткости зацепления. Благодаря этому повышается прочность и ресурс передач, уменьшаются шумность, габариты и масса.

И всё-таки инновационный путь – это переход на многопоточность, которая даст уменьшение массагабаритных показателей всех механических передач за счёт кратного снижения нагрузки F_n в зоне контакта.

Передача, в которой энергия с входного на выходное звено передается через несколько параллельно расположенных механизмов (потоков), называется многопоточной передачей. Многопоточными одноступенчатыми передачами являются передачи трения и зацепления с ведущим и ведомым элементами на двух параллельных осях вращения (рис. 4).



Рис.4. Многопоточные одноступенчатые передачи на двух параллельных осях вращения

Для уменьшения размеров этих передач, в их расчёты уже заложена задача определения количества потоков, а именно: количество рёбер в поликлиновом ремне, количество клиновых ремней одного сечения и количество рядов цепей. Шевронные зубчатые передачи рассчитываются как один полушеврон с уменьшенной в два раза нагрузкой.

Многопоточными одноступенчатыми передачами зацепления также являются зубчатые передачи, у которых ведущий и ведомый элементы расположены на одной оси вращения (рис. 5). Здесь для снижения контактных и изгибных напряжений проектировщик сам выбирает оличество (потоков) сателлитов, паразитных колёс и кулачков генератора волн из имеющихся конструктивных возможностей.

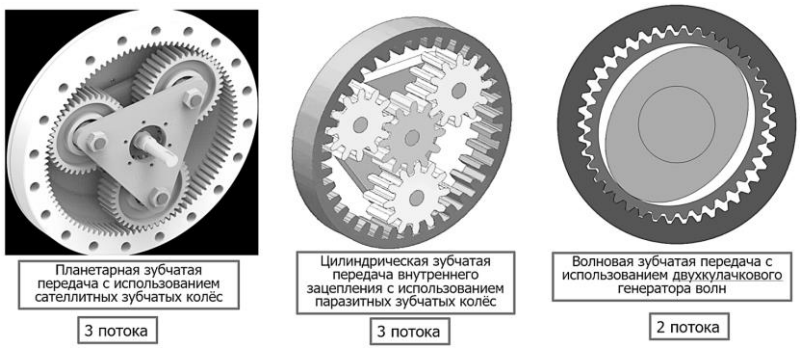


Рис. 5. Многопоточные одноступенчатые передачи на одной оси вращения

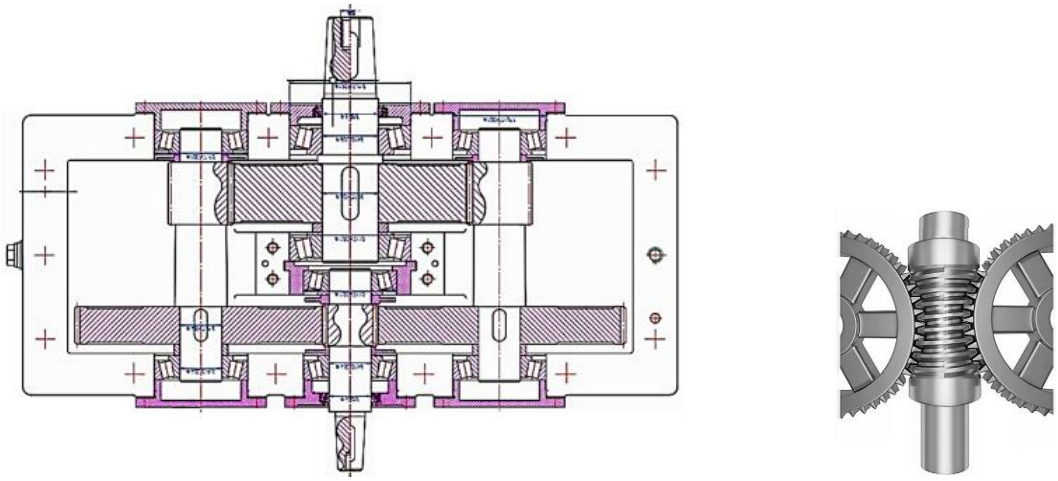
Особенность таких передач – возможность увеличить количество потоков, не увеличивая свои габаритные размеры (рис. 6).



Рис. 6. Возможное количество потоков одноступенчатых зубчатых передачами на одной оси вращения

Видно, что из рассмотренных механических передач с возможностью обеспечения многопоточности отсутствуют достаточно распространённые червячные передачи. Это связано с тем, что в червячной передаче из-за её конструктивных особенностей (скрещивающиеся оси входного и выходного валов) увеличение потоков за счёт дополнительных звеньев в одной ступени приводит к обязательному появлению нового вала. Именно это не даёт возможности образовать двупоточность в одной передаче, поэтому для тяжёлонагруженных червячных передач применяют только рассмотренную выше многопарность зацепления.

Для червячных передач существует возможность обеспечить многопоточность только в двухступенчатых редукторах. Прототипом может послужить соосный двухпоточный цилиндрический зубчатый редуктор (рис. 7).



а *б*

Рис. 7. Соосный двухпоточный цилиндрический зубчатый редуктор (а) и двухпоточная червячная передача (б)

Итогом проделанной работы является проект двухступенчатого двухпоточного червячно-зубчатого редуктора. В разработанном редукторе первая ступень в виде двухпоточной червячной передачи используется для разбивки передаваемой мощности на два потока, а вторая ступень в виде зубчатой передачи служит для сбора (возвращения) этих потоков в один общий на выходном валу. В качестве передачи для второй ступени выбрана более прочная зубчатая передачи внутреннего зацепления, которая здесь также является двухпоточной. Кроме того, в редукторе использовано плавающее зубчатое колесо, которое значительно уменьшает неравномерность нагрузки, передаваемой шестернями (рис. 8).

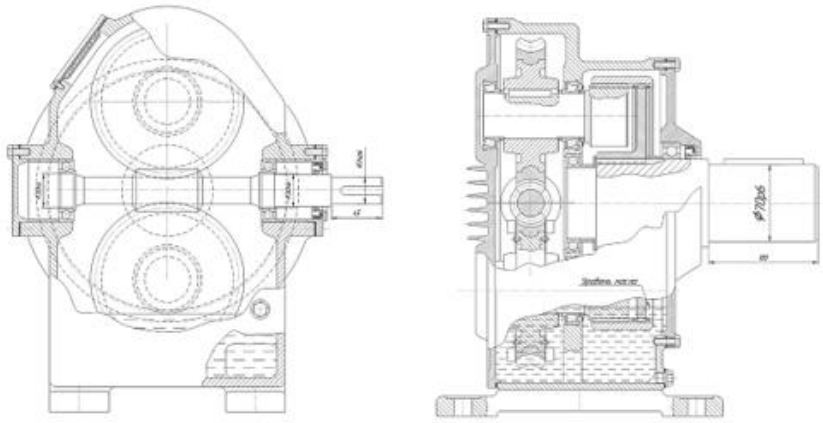


Рис. 8. Двухпоточный двухступенчатый червячно-цилиндрический редуктор

Для сравнения с двухпоточным двухступенчатым червячно-цилиндрическим редуктором был спроектирован обычный однопоточный одноступенчатый червячный редуктор, передающий ту же нагрузку (рис. 9).

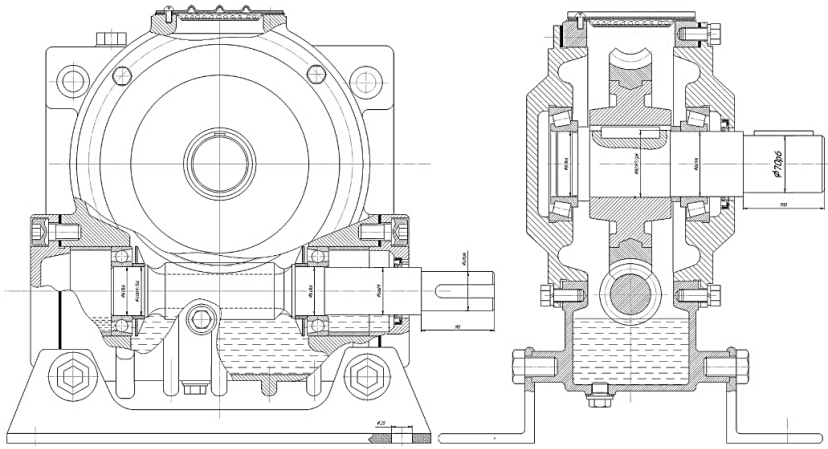


Рис. 9. Спроектированный сравнительный образец червячного редуктора

Расчёт характеристик двух сравниваемых редукторов проводился по программам, сделанных на основе методических пособий кафедры «ТМ и КМ» Мосполитеха.

Для сравнения технического уровня редукторов существует общим критерий редуктора, равный отношению массы редуктора к допускаемому моменту на его тихоходном валу. Эта величина зависит от многих факторов: от величины упрочнения поверхности зубьев, компоновки корпуса редуктора, материалов и их термообработки.

У двухступенчатого цилиндрического и червячного редукторов показатель $K_m = 0{,}080$ кг/Нм (рис. 10, кривая 8) и снижается только у одноступенчатых планетарных редукторов до $K_{\text{ту}} = 0{,}060$ кг/Нм (рис.10, кривая 9). На рис.10 зависимости относительной массы редукторов момента на выходном валу:

1 – конический (u=1…2,8);

2 – коническо-цилиндрический двухступенчатый, червячный одноступенчатый универсальный (a_w=100 мм);

3 – коническо-цилиндрический трехступенчатый, червячно-цилиндрический и цилиндрическо-червячный двухступенчатый, цилиндрический трехступенчатый с несимметричной схемой;

4 – конический (u=3,15…5);

5 – цилиндрический двухступенчатый с несимметричной схемой, червячный и глобоидный одноступенчатый, червячный двухступенчатый;

6 – цилиндрический трехступенчатый с симметричной схемой;

7-цилиндрический, двухступенчатый с симметричной схемой, цилиндрический соосный двухступенчатый, планетарный двухступенчатый;

8 – цилиндрический одноступенчатый; цилиндрический двухступенчатый с несимметричной схемой (a_w=400 мм);

9-планетарный одноступенчатый (u=3,15…12,5), планетарный одноступенчатый (u=50…300);

10 – волновой.

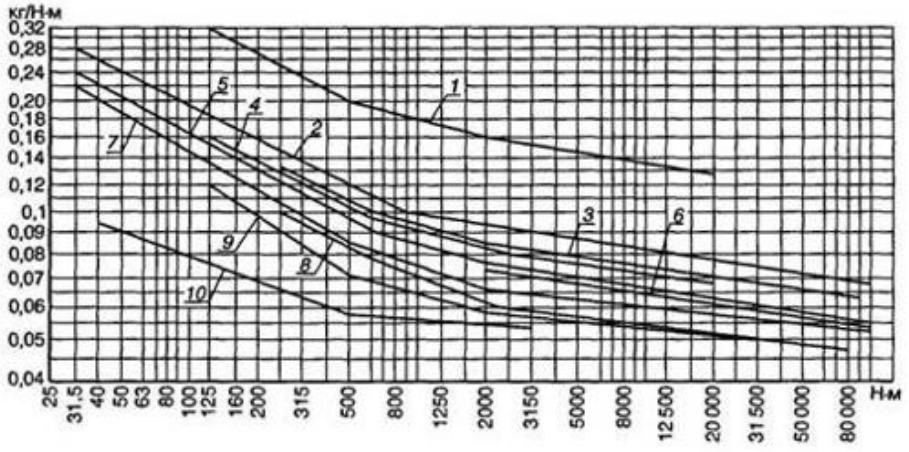
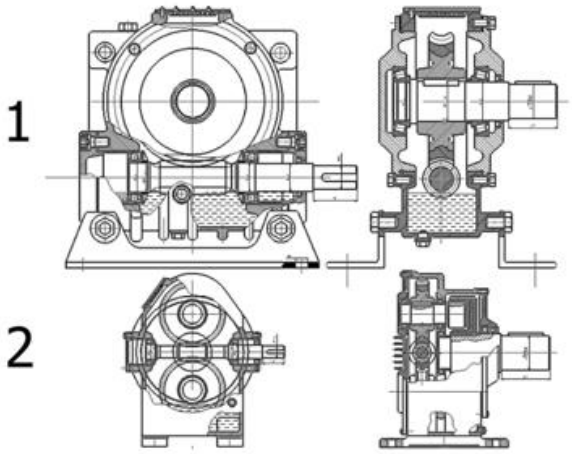


Рис. 10. Зависимости относительной массы редукторов момента на выходном валу

При одинаковом упрочнении поверхности зубьев увеличение общего критерия технического уровня редуктора возможно только за счёт разработки новых схем его компоновки, что с конструкторской точки зрения представляет сложную задачу.

Новая двухпоточная компоновка червячно-зубчатого редуктора позволила получить меньшие габариты и массу. Кроме того, уравновешивание сил в зацеплении по этой компоновке дало возможность применить в опорах более лёгкие серии подшипников качения. Всё это улучшило критерий технического уровня нового редуктора до значения $K_m = 0{,}056$ кг/Нм, а этот критерий уже такой как у планетарной передачи. Сравнительные характеристики двух редукторов представлены на рис. 11.



Характеристики редукторов	1	2
Общее передаточное число U	32	32
Число заходов (витков) червяка Z_1	1	4
Перед.число червячной ступени $u = Z_2/Z_1$	32/1=32	32/4=8
Перед.число зубчатой ступени	-	4
Частота вращения на входе, мин$^{-1}$	720	720
Крутящий момент на выходе, Нм	1800	1800
Крут.момент на черв.колесе, Нм	1800	225
Межосевое расстояние, мм	160	80
Модуль зуба червячного колеса	8 мм	4 мм
Коэффициент смещения X	0	0
Диаметр червячного колеса, мм	256,00	128,00
Диаметр зубчатого колеса, мм	-	213,33
Делительный угол подъема витка, град.	7,1254°	26,5701°
Приведенный угол трения, град.	2,183°	2,725°
КПД редуктора	0,755	0,882
Контактные напряжения на зубе червячного колеса, МПа	372	341
Допускаемые контактные напряжения, МПа	354	340
Изгибные наряжения зуба, МПа	52	39
Допускамые изгибн.напряж.,МПа	77	64
Ресурс червяной передачи, час	6800	9000
Ресурс зубчатой передачи, час	-	24000
Габариты редуктора, Д-Ш-В, м	0,6-0,5-0,54	0,3-0,35-0,36
Масса редуктора, кг	144	101
Критерий технического уровня, кг/Нм	0,080	0,056

Рис. 11. Сравнительные характеристики двух редукторов (здесь конструкции редукторов представлены в одном масштабе):
1 – лднопоточный одноступенчатый червячный редуктор;
2 – двухпоточный 2-ст. червячно-цилиндрического редуктор

Таким образом, перекомпоновка корпуса и использование двух потоков передачи крутящего момента позволит значительно увеличить критерий технического уровня редуктора в данном классе.

Применение двухступенчатой компоновки позволило использовать червячную передачу в двухпоточном редукторе. В сравнении с однопоточным червячным редуктором разработанный двухпоточный редуктор имеет более высокие характеристики, несмотря, на то, что он выполнен по более сложной двухступенчатой схеме. Новая компоновка редуктора позволила снизить нагрузки в опорах валов и увеличить срок службы червячной передачи. Критерий технического уровня такого редуктора составил $K_m = 0{,}056$ кг/Нм, что соответствует критерию планетарного редуктора при передаче одного, и того же крутящего момента.

Список литературы

1. Копылов И.П., Клоков Б.К., «Справочник по электрическим машинам», 1988г.

2. Лукьянов А.С., Стариков А.И. «К вопросу повышения эффективности расчёта зубчатых и червячных передач», журнал ИЗВЕСТИЯ МГТУ «МАМИ», 2013 г.
3. Шейнблит А. Е. «Курсовое проектирование деталей машин». Учебное пособие. Издание 2-е, перераб. и дополн., Калининград, 2002 г. – 454 с.

Семенов М.Н., Межняков Я.Ю., Масловский А.В.
студенты
Научный руководитель: ***Крюков М.С****.*
старший преподаватель,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ НАЗЕМНОЙ АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МАНИПУЛЯЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Аннотация. В данной статье рассматривается метод создания наземной системы, способной автономно выполнять манипуляционные задачи, а также рассматриваются результаты испытаний. Используются самодельные системы локализации, которые обеспечивают необходимую точность и надежность при значительно меньших затратах. Приведены методы, с помощью которых созданы конструкция и программный код. Проведены испытания, в ходе которых выяснили, что разрабатываемая система способна выполнять поставленные ей задачи.

Ключевые слова: автономная наземная система; автономность; манипуляция; SLAM.

Semenov M.N., Mezhnyakov Y.U., Maslovskiy A.V*.*
Students
Scientific Advisor: ***Kryukov M.S.***
Senior Lecturer,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

DEVELOPMENT AND TESTING OF A GROUND AUTONOMOUS SYSTEM FOR MANIPULATION TASKS

Abstract. This article discusses a method for creating a ground system capable of autonomously performing manipulation tasks and the results of the tests conducted. The goal was to develop a system that could accomplish the assigned tasks without human intervention, specifically: detecting the manipulation object, reaching it, and performing manipulation on the object. Homemade localization systems are used, which provide the necessary accuracy and reliability at significantly lower costs. Methods are presented through which the design and software code were created. During the testing process, it was found that the system demonstrates good effectiveness in accomplishing the assigned tasks.

Keywords: autonomous ground system; autonomy; manipulation; SLAM.

Основной особенностью автономных систем является отсутствие человека в процессе их функционирования. Для создания такой системы, нужно сделать так, чтобы на каждом этапе выполнения цели, система действовала самостоятельно.

Для этого нужно разработать самоходное шасси, конечность манипулирования, органы чувств, источник питания, центр принятия решений. Набор данных частей, позволит, размышлять и действовать самостоятельно.

Конструкция шасси

Шасси должно обеспечивать высокую маневренность и проходимость, при этом оно должно быть максимально надёжным, чтобы снизить потребность в обслуживании человеком.

Было принято решение создать систему, действующую в человеческих средах, а значит, размеры самой системы должны быть приближены к человеческим (чтобы использовать человеческие двери, лестницы и проёмы). Относительно этих требований были выставлены приблизительные параметры размеров.

Было принято решение о создании колёсной базы, несмотря на минусы, а именно невозможность нормально использовать лестницы. Этот вариант показался нам наиболее реализуемым.

Также при такой конструкции возможен вариант замены стандартных круглых колёс на колёса с нестандартной геометрией, которые могли бы устранить недостатки обычных круглых колёс. Однако мы решили остановиться на классических на первое время. Было принято решение сделать шасси на электропитании.

Изучая различные торговые площадки и товары на них, мы решили остановиться на покупке моторизованных колёс от гироскутера – трёхсотваттные, трёхфазные колёса диаметром 10,5 дюйма нас устроили.

Также мы решили сделать независимую рычажную подвеску, но на этапе прототипирования решили отложить эту идею и пока сделать шасси без амортизированной подвески для экономии времени и ресурсов. На первое время мы решили сделать раму шасси из дерева и закрепить валы колёс в специальных пазах из ABS-пластика (Рис. 1).

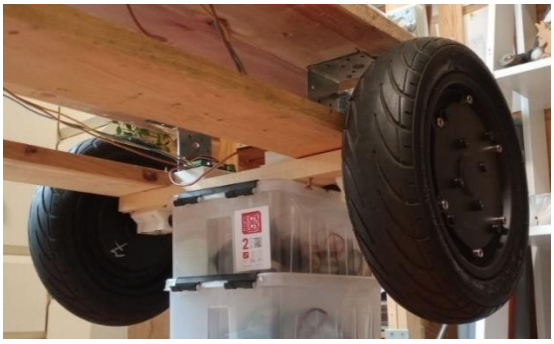


Рис. 1. Колёса, закреплённые в пластиковых пазах, установленных на деревянную раму.

Управление колёсами осуществляется с помощью трехфазных бесщеточных контроллеров двигателя DC 6-60V 400W BLDC.

Само шасси планируется шестиколёсным, первоначально рассматриваем четырехколесное. Все колёса неповоротные, поворот системы осуществляется с помощью включения правого и левого бортов в разных направлениях (Рис. 2).



Рис. 2. Четырёхколёсная база на деревянной раме.

Конструкция манипулятора

Манипулятор должен выполнять роль руки. Он может быть использован как для поднятий и перемещения объекта, так и для открытия дверей и помощи себе в передвижении, например убрать, что-либо с дороги.

Он должен быть достаточно длинным, чтобы взять что-либо со стола, когда сам находится на полу. При этом он должен уметь дотягивать до ручки двери, для её открытия. То есть в целом, можно сказать, что он должен иметь возможность манипулирования с объектами на таком же расстоянии, как и человек. Однако стоит помнить, что человек стоит на ногах и уже имеет некоторую высоту, а наша система стоит на колёсах, что намного ниже человеческих условий.

Для моторизации манипулятора мы решили использовать сервоприводы RDS51150 на 270 градусов. Данный сервопривод выдаёт 150 кг-см крутящего момента, то есть сервопривод может удерживать 150 кг на рычаге длиной 1 см, конечно у нас рычаг будет длиннее.

Также для моторизации захвата манипулятора были использованы RDS3225 на 270 градусов, они легче в весе и требуют меньше питания, чем RDS51150, но выдают лишь 25 кгсм крутящего момента, но этого нам хватит для захвата.

Было решено сделать манипулятор с двумя плечами по 40 см каждое, то есть общая длинная манипулятора составила чуть больше 80 см (Без учёта длинны самих сервоприводов).

Для расчёта грузоподъёмности манипулятора была использована формула (1).

$$F = \frac{(M1 + M2)}{L \cdot \sin(f)}, \quad (1)$$

где M1, M2 – крутящие моменты сервоприводов в (кг · см), f – угол, под которым расположены плечи, а L – общая длина манипулятора от основания до точки подвеса груза (в см). Можно заметить, что при крутящем моменте в 150 кг · см и длине в 80 см и угле в 90 градусов, мы получаем 3.75 кг. То есть манипулятор сможет поднять на своём конце груз массой до 3.75 кг, этого вполне хватит для большинства простых задач. В реальных условия грузоподъёмность может быть ниже на 15–30% из-за трения, КПД сервопривода, питания и распределения нагрузки.

Конечно, эти расчёты просты и приблизительны, по-хорошему нужно использовать более сложные кинематические уравнения, но для банального понимая сможет ли система манипулировать с дверной ручкой или кружкой, таких расчётов хватит.

Для создания моделей и их чертежей использовалась программа Autodesk Fusion 360. После моделирования модели были распечатаны на 3Д-принтере из ABS-пластика. Вы можете увидеть полную модель всей системы на рисунке ниже (Рис. 3).

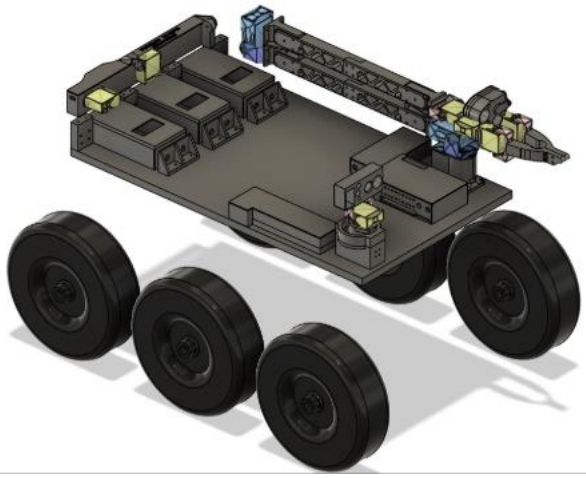
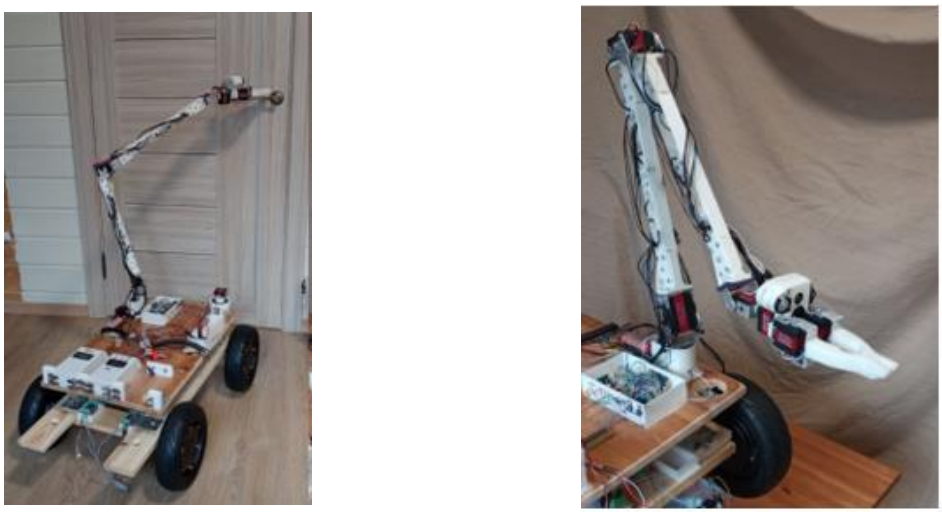


Рис. 3. Модель системы, созданная в Fusion 360, подвеска не моделировалась.

На рисунке рис. 4а вы можете видеть, что длины манипулятора хватает, чтобы дотянуться до двери и в перспективе открыть её (на данный момент система не умеет их открывать, это лишь демонстрация длины).

На рисунке рис. 4б вы можете видеть, что основание манипулятора находится в белом пластиковом корпусе, это специальный корпус, содержащий в себе сервопривод RDS51150 для поворота манипулятора влево и вправо. Также данный корпус содержит в себе подшипник, уменьшающий колебания и увеличивающий прочность конструкции. В перспективе планируется установка таких подшипников на каждый сгиб манипулятора, так как заводские сервоприводы имеют люфт.



а) *б)*

Рис. 4. А – возможности манипулятора по длине; б – манипулятор

Плечи манипулятора сделаны из ABS-пластика, они содержат в себе отверстия специальной формы, выполняющие роль рёбер жесткости. Клешни манипулятора сделаны из ABS-пластика и покрыты слоем силикона для улучшения сцепления с объектами манипуляции. Чуть раньше клешней стоит блок датчиков.

Органы чувств

Система должна ориентироваться в пространстве и распознавать объекты и себя в нём. Для ориентации у нее есть: гироскоп, акселерометр, магнитометр, LIDAR, датчики Холла в колёсах, камера глубины, цифровые камеры, GPS модуль, LoRa модуль и датчики дальности.

Для распознавания объектов применяются обычные цифровые камеры, с их помощью система может визуально оценить пространство и найти в нём нужные объекты. Гироскоп, акселерометр, магнитометр играют важную роль в ориентации, с их помощью можно увидеть изменения в перемещении системы (наклон, поворот, ускорение) и сориентироваться относительно магнитного севера.

С помощью LIDAR, камеры глубины и инерциальных измерительный устройств (Гироскоп, акселерометр, магнитометр) планируется применять метод SLAM, это техника для одновременной локализации систем и построения карты окружающей среды. Дальнейшее изучение этого метода и доработка конструкции под его использование улучшит работу системы.

Датчики Холла в колесе позволяют понимать скорость вращения колёс, направление вращения, количество прокрученного расстояния. Однако их использование не идеально для понимания пройденного расстояния, ведь колёса могут прокручиваться на месте или вовсе не крутиться в определённые моменты. Поэтому данный метод, как и все остальные, используется в

группах с другими методами. Только если использовать все методы в совокупности можно точно ориентироваться в пространстве, ведь по отдельности возможно большое количество недочётов, погрешностей и ошибок. Также система имеет GPS-модуль для глобальной локализации себя на планете и перемещению на открытой местности.

Ещё есть Модуль дальней радиосвязи LoRa E32 используется для связи с человеком или другими автономными системами. Через него система получает задания и общается на расстоянии. LoRa E32 может менять свои характеристики и работать на близких расстояниях, что эффективно в условиях отсутствия возможности использования датчиков звука или других датчиков, с помощью которых он бы мог получить информацию от кого-либо.

Разрабатываемая система использует датчики дальности для точечного измерения расстояния до объекта. Несмотря на метод SLAM, по которому и так строится карта местности, бывает необходимо узнать расстояние до точечной цели.

Имея все эти датчики «под рукой», система способна локализовывать себя в пространстве и распознавать объекты в нём. Конечно, локализация в пространстве и распознавание объектов, это сложные задачи, и мы не можем говорить о ста процентах успешности нашей системы в этих задачах. Однако, совершенствуя и модернизирую разрабатываемую установку, получится приблизиться к ста процентам успеха.

Система использует поворотный блок датчиков (Рис. 5, а), на нём находится цифровая камера, камера глубины, микрофон, аналоговая камера (для телеметрии), датчик освещённости, датчик дальности. Данный блок используется системой чаще всего, она получает с помощью него основную информацию из пространства. Предусмотрена дополнительная модернизация блока, позволяющая полностью закрыть рабочую сторону блока от пыли, грязи и света специальной моторизованной крышкой.

Блок датчиков на манипуляторе (Рис. 5 ,б) используется при использовании манипулятора, он позволяет точнее анализировать пространство и двигаться в нём манипулятору. На нём есть цифровая камера, датчик освещённости, фонарик, датчик дальности. В системе предусмотрена моторизованная крышка объектива, которая может опускаться при неиспользовании манипулятора (на рисунке 5 не указана).



а) *б)*

Рис. 5. А – поворотный блок датчиков, б – блок датчиков манипулятора.

Конструкция источника питания

Для автономности системе нужна независимость от розетки, хотя бы на какое-то время. Было принято решение использовать источником энергии литий-ионные и литий-полимерные аккумуляторы. Все аккумуляторы были специально сделаны под систему и смоделированы их корпуса.

Для питания манипулятора, шасси и других моторизованных модулей были сделаны аккумуляторы на литий-ионных банках 18650, они выдают хорошую ёмкость и мощность. В системе есть 3 таких аккумулятора. Аккумуляторы имеют встроенные DC-DC преобразователи с регулировкой напряжения и тока Xl4016, что позволяет менять напряжение и ток под нужные характеристики.

Первый аккумулятор используется только манипулятором и системой телеметрии (в неё входит аудио и видео передатчик), второй – во всех моторизованных модулях и манипуляторе, третий – полностью используется шасси.

Для питания цифровых вычислительных систем были использованы литий-полимерные аккумуляторы, ведь при меньших размерах чем у литий-ионных, они могут обладать повышенной ёмкостью. Система имеет 2 таких аккумулятора.

Первый аккумулятор питает микроконтроллеры и является резервным, в случае выхода из строя остальных аккумуляторов, система способна передавать и принимать сообщения на этом аккумуляторе. Второй – питает одноплатный компьютер Orange PI B3, на котором держатся все сложные вычислительные моменты.

В перспективе планируется создать систему «энергетического выживания», которая через понижающие преобразователи могла бы запитывать необходимые модули и отключать ненужные.

Центр принятия решений

Система должна самостоятельно размышлять и принимать решения. Центр принятия решений состоит из батареи нескольких микроконтроллеров «Arduino nano», по которым равномерно разбиты задачи. Одна часть будет отвечать за энергоснабжение и датчики, и резервный протокол, другая – за механизацию всех систем, третий полностью отдан под шасси, четвертый же микроконтроллер обобщает деятельность своих братьев и коммуницирует по радиоканалу с человеком или другими автономными системами.

Под более сложные вычислительные потребности (распознавание объектов, составление карты местности, просчитывание модели ИИ для принятия глобальных решений, и др.) был выбран одноплатный компьютер Orange PI B3, было принято решение установить на него ROS 2 для лучшей связи всей системы между собой. Вычисления движения манипулятора и вычисление маршрута движения системы также лежат на Orange PI B3.

На графике (Рис. 6), созданном на основе кода для манипулятора, показано два плеча (звена), которые встают под нужную комбинацию углов для достижения целевой точки.

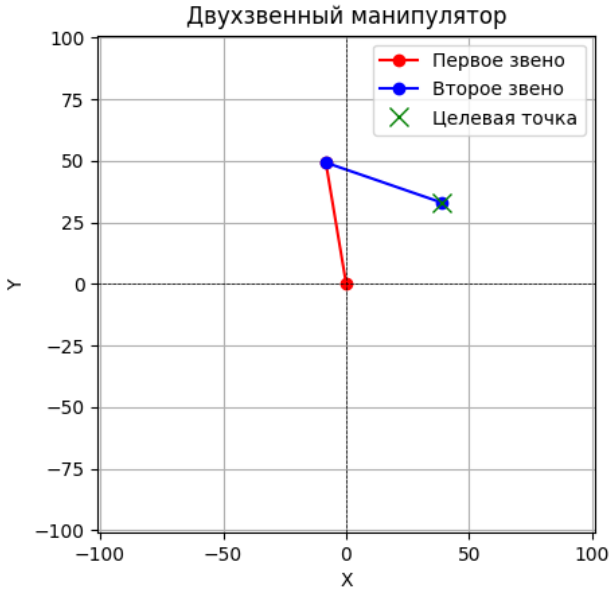


Рис. 6. Графическое отображение кода для просчёта целевой позиции манипулятора

Когда система обнаруживает объект, она высчитывает до него расстояния и, зная углы наклона системы, вносит объект в местную систему координат. В местной системе и происходит расчёт положения манипулятора.

$$T_{4x} = T_{3x} + d \cdot \cos(f1_r + f2_r + f3_r), \quad (2)$$

Приведён пример части кода в виде формулы (2), в котором высчитывается координата по x для целевой точки. Где T_{3x} – позиция конца манипулятора по x; d – расстояние до цели по прямой от блока датчиков; $f1_r$, $f2_r$, $f3_r$ – углы сервоприводов в данный момент. Координата по y считается аналогично, только соответствующие элементы с x, меняются на y, а косинус меняется на синус. Представлена лишь небольшая часть кода, но основной принцип высчитывания основан на теореме косинусов.

Для других частей системы остальной код (построение траекторий движения, создание карт местности и др.) на данный момент находится в разработке.

Испытания

Были проведены испытания манипулятора и движения ходовой части.

Для манипулятора были поставлены задачи по достижению объекта: обнаружить, навестись, рассчитать траекторию, провести смещение по траектории, захватить объект, вернуться в походное положение.

В ходе испытаний манипулятор самостоятельно обнаружил объект, навёлся на него, просчитал траекторию до объекта, сместил плечи под нужные углы, произвёл захват объекта клешнями, вернулся в походное положение.

Испытания манипулятора прошли успешно на всех этапах. Обнаружение заняло 0,45 секунды, наведение закончилось на 11,5 секунде, связывание с датчиками и последующее получение данных с них заняло ещё 3 секунды, просчёт траектории занял менее 1 секунды, на 16 секунде манипулятор начал движение в сторону объекта, к 22 секунде был произведён захват, и к 25 секунде манипулятор вернулся в походное положение, весь процесс занял около 25 секунд.

Мы считаем, что, доработав код и улучшив связь микроконтроллера с одноплатным компьютером мы сможем добиться захвата объекта менее чем за 13 секунд. А если отработать систему ИИ и не тратить так много время на ожидания ради удостоверения правильности цели манипулирования, то можно снизить скорость до 6 секунд.

Испытания ходовой не содержали в себе сложного кода, была лишь поставлена задача проверить способность ходовой двигать систему в перёд-назад и разворачиваться на месте. Ходовая справилась с данной задачей.

В перспективе планируются испытания и других модулей системы, обновленного кода манипулятора и других элементов.

Заключение

В заключении можно сказать, что нам удалось создать прототип автономной системы. Мы разработали конструкцию и воплотили её в реальность, написали компьютерный код. В ходе проведения испытаний выяснили, что разрабатываемая система показывает неплохую эффективность в выполнении поставленных задач.

Список литературы

1. Борислав @R2Robotics. Исследование методов SLAM для навигации мобильного робота внутри помещений // habr.com: русскоязычный веб-сайт в формате системы тематических коллективных блогов. 2021.URL: https://habr.com/ru/articles/560856/ (дата обращения: 15.02.2025).

2. Бродский А.М., Фазлулин Э.М., Халдинов В.А. Инженерная графика: учеб. для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по специальностям технического профиля. М.: Академия, 2013. 11ое издание. 400 с.

3. Зубрилин, А. В. Моделирование энергетической подсистемы автономного мобильного робота / А. В. Зубрилин // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 9-1. – С. 36-43.

4. Мингазова, И. Н. Обзор различных захватов для промышленных роботов манипуляторов / И. Н. Мингазова // Форум молодых ученых. – 2018. – № 7(23). – С. 644-650.

5. Михайлов Б.Б., Назарова А.В., Ющенко А.С. Автономные мобильные роботы – навигация и управление // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. С. 48-67.

6. Цинь, Ч. Исследование алгоритма SLAM роботов на основе оптимизации графов / Ч. Цинь // StudNet. – 2021. – Т. 4, № 7. – С. 63-76.

Глазунов Д.
студент
Научный руководитель: ***Соболев А.Н.***
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
Россия, Москва

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПЛАНЕТАРНО-ЦЕВОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ T-FLEX PLM

Аннотация. Планетарно-цевочные редукторы обладают высокой передаточной способностью и компактными размерами. В статье приводятся результаты моделирования планетарно-цевочного редуктора K-H-V. Описывается методика автоматизированного проектирования и применения модулей PLM-системы T-FLEX.

Ключевые слова: планетарно-цевочные механизмы, автоматизированное проектирование, моделирование, T-FLEX CAD.

Glazunov D.
Student,
Scientific Advisor: ***Sobolev A.N.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
MSUT «STANKIN»,
Russia, Moscow

AUTOMATION OF DESIGN OF PLANETARY GEAR MECHANISMS BASED ON THE USE OF T-FLEX PLM

Abstract. Planetary-pinion reducers have high transmission capacity and compact dimensions. The article presents graphic modeling of the K-H-V planetary-pinion reducer. The methodology of automated design and application of T-FLEX PLM system modules is described.

Keywords: planetary pinion mechanisms, automated design, modeling, T-FLEX CAD.

Введение

В настоящее время планетарно-цевочные редукторы широко применяются в различных областях машиностроения, где требуется высокая точность позиционирования и передача значительных мощностей. Они используются в подъемных механизмах, робототехнике, станкостроении и других сферах [1-5]. Одной из актуальных задач является автоматизация проектирования таких редукторов с использованием интегрированных систем автоматизированного проектирования.

Ход работы

Автором исследованы вопросы синтеза и проектирования планетарно-цевочных зубчатых передач [1-5]. Для проектирования таких механизмов

был выбран пакет T-FLEX PLM, который имеет в своем составе не только САПР T-FLEX CAD, но и набор расчетных и технологических модулей.

На рис. 1 представлены достоинства и недостатки планетарно-цевочных циклоидальных механизмов. На рис. 2 геометрическое сравнение эвольвентных и циклоидальных механизмов.

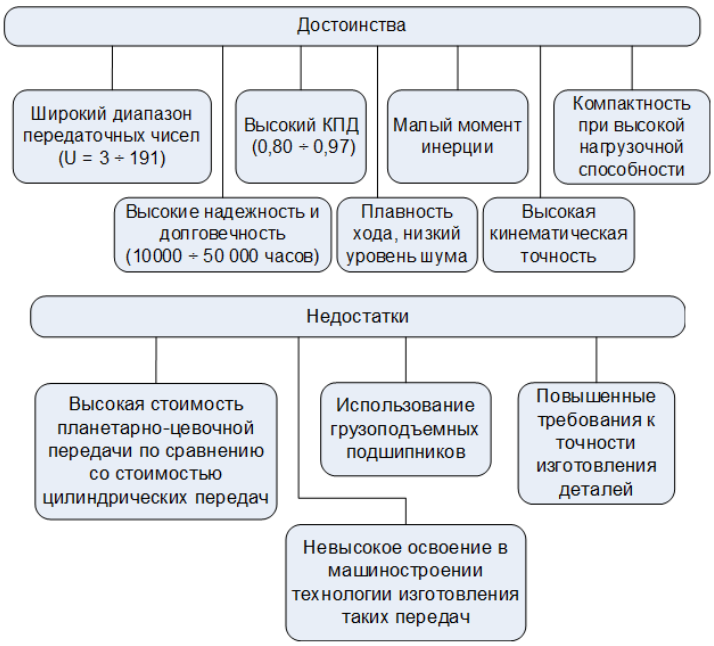


Рис. 1. Достоинства и недостатки планетарно-цевочных циклоидальных механизмов

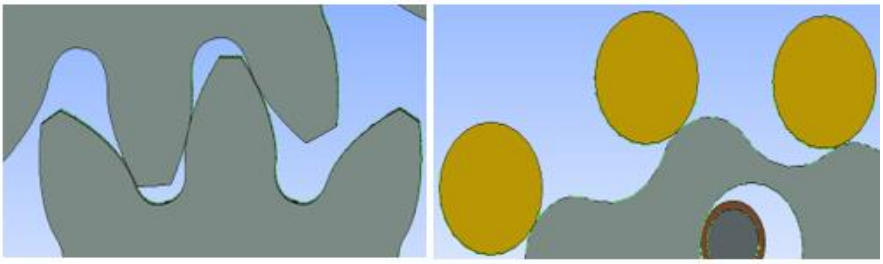


Рис. 2. Эвольвентное и циклоидальное цевочное зацепление

Порядок проектирования планетарно-цевочных механизмов [1-5]:

- Выбрать структурную схему планетарно-цевочного редуктора, возможный диапазон передаточных отношений которого удовлетворяет заданному передаточному отношению.
- Рассчитать геометрические параметры циклоидальных колес, механизма кривошипов и смоделировать зубчатый редуктор.
- Провести необходимые силовые (прочностные) расчеты цевочного зацепления.

Планетарным механизмам присваивают обозначение в соответствии с обозначениями его основных звеньев. Если, например, основными звеньями планетарного механизма являются два центральных колеса *(2k)* и водило *(h)*, то он обозначается *2k-h*.

В схеме *k-h-v* рассматриваемого в работе планетарно-цевочного редуктора на рис. 3 основными звеньями являются: *H* – водило; *b* – обойма с цевками (цевочное колесо, *k*); *a* – сателлиты; *W* – механизм параллельных кривошипов; *V* – выходное звено.

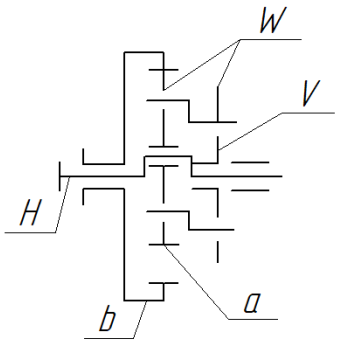


Рис. 3. Планетарно-цевочных механизм k-h-v

Параметры проектируемого планетарного редуктора:

- Передаточное отношение: – 21 (допускаемое отклонение до 3%).
- Наибольший крутящий момент на выходном валу: 500 Н·м.
- Применение: транспортеры, конвейеры, грузоподъемные машины.
- Проектируемая масса изделия: до 67 кг.
- Смазка консистентная.

Инструментом автоматизированного проектирования выбран T-FLEX. На основе принципа параметризации T-FLEX создаем параметризированную модель редуктора, в которой возможно автоматическое изменение формы деталей в зависимости от исходных параметров. На рис. 4 представлен редактор переменных T-FLEX, в котором проводятся необходимые геометрические и силовые расчеты по методикам, описанным в работах [1-5]. Также на рис. 4 представлено задание циклоидального профиля сателлитов через параметры функции T-FLEX.

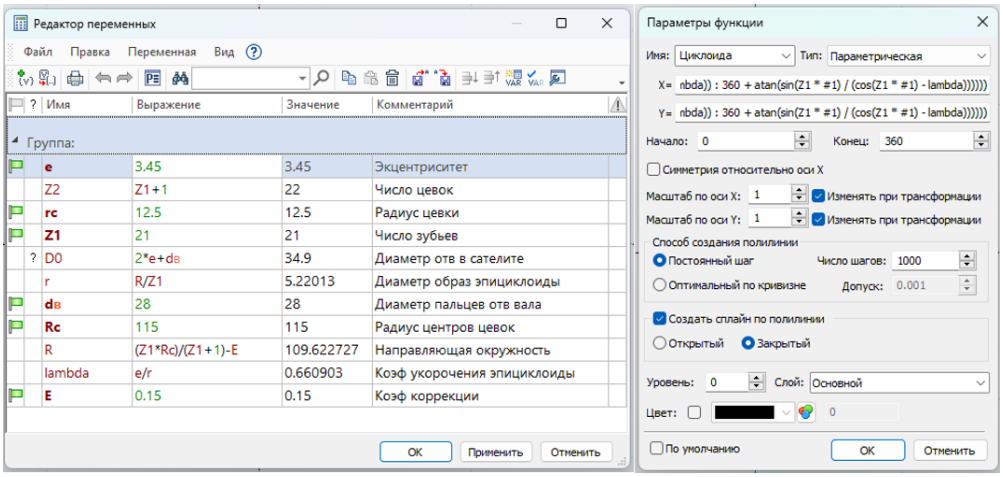


Рис. 4. Реализация параметрических моделей циклоидальных сателлитов редуктора

На основе принципа параметризации T-FLEX создаем параметризированную модель редуктора, в которой возможно автоматическое изменение формы деталей в зависимости от исходных параметров (рис. 5). При изменении исходных данных в редакторе переменных осуществляется пересчет геометрического образа деталей редуктора.

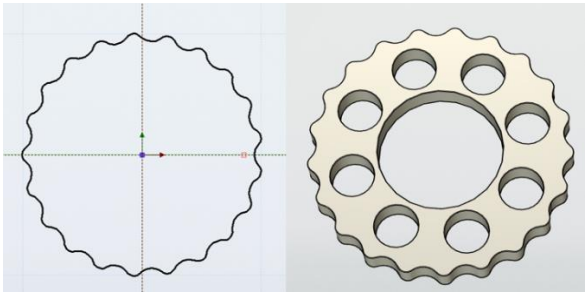


Рис. 5. Параметризированная модель сателлита

Для расчета прочностных параметров цевок, расчета подшипниковых узлов использовался CAE-модуль T-FLEX «Анализ».

Результат графического твердотельного моделирования планетарно-цевочного редуктора представлен на рис. 6. По твердотельной модели в T-FLEX были сформированы сборочные чертежи и спецификация (рис. 7).

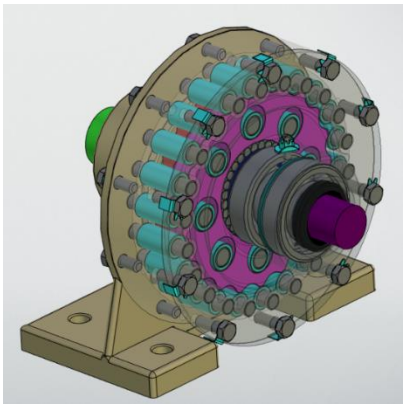


Рис. 6. Твердотельная модель планетарно-цевочного редуктора в T-FLEX

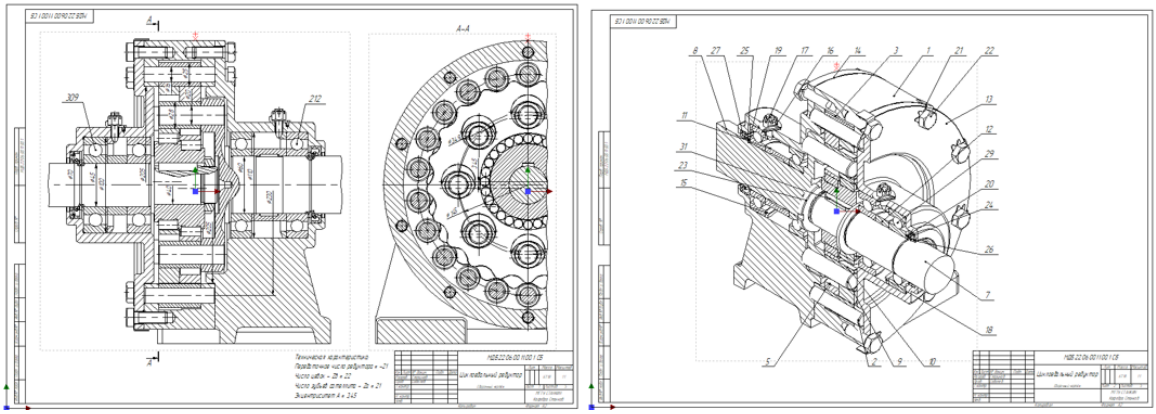


Рис. 7. Конструкторская документация к редуктору

С помощью модуля T-FLEX ЧПУ осуществлена технологическая подготовка изготовления деталей редуктора на станках с ЧПУ (рис. 8). Вся конструкторская и технологическая информация по редуктору была размещена в системе электронного документооборота и обеспечения жизненного цикла T-FLEX PDM, что дает возможности легко формировать комплекты документации для исполнений и версий данного объекта машиностроения.

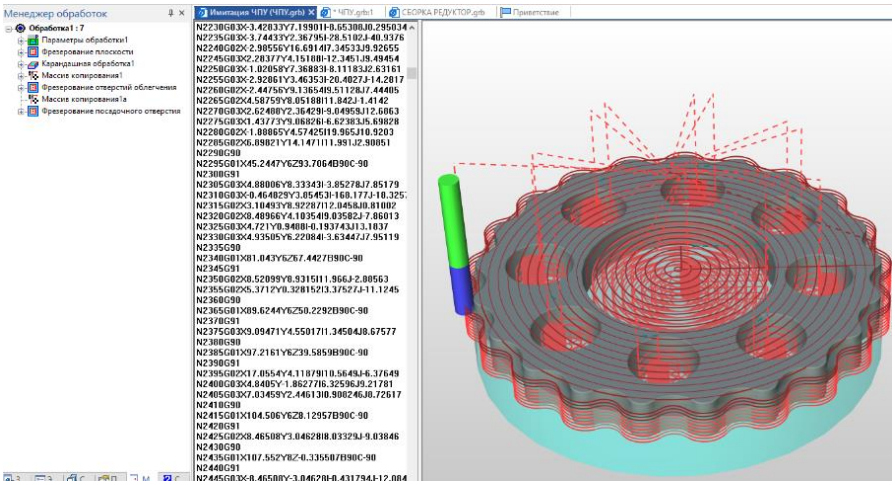


Рис. 8. Подготовка управляющей программы в T-FLEX ЧПУ для изготовления циклоидальных зубчатых колес (сателлитов)

Выводы

Автором разработана и апробирована методика параметрического моделирования планетарно-цевочных циклоидальных механизмов *k-h-v* на основе использования интегрированной CAD/CAE/CAM-системы T-FLEX.

Внутренними средствами программирования T-FLEX реализованы расчетные алгоритмы моделирования деталей планетарно-цевочной передачи. Разработанная модель использовалась для выполнения исследования кинематики и динамики планетарных механизмов с использованием CAE-модулей «Анализ» и «Динамика» T-FLEX, а также для силовых расчетов циклоидально-цевочного зацепления.

С помощью T-FLEX ЧПУ подготовлены управляющие программы для изготовления деталей с циклоидальным профилем, что является реализацией технологической подготовки производства.

С помощью T-FLEX PDM обеспечена реализация этапов жизненного цикла рассмотренного объекта машиностроения.

Список литературы

1. Руденко В. Н. Планетарные и волновые передачи. М. Машиностроение, 1980г. – 148с.

2. Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Ривкин А.В., Сатунин Н.Н. Методика автоматизированного расчета величины зазоров и деформаций в циклоидальных зубчатых передачах // Вестник МГТУ «Станкин». 2017. № 3. С. 21-26.

3. Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Арбузов М.О., Ривкин А.В. Совершенствование методики автоматизированного проектирования гипоциклоидальных цевочных передач // Технология машиностроения. 2017. № 10. С. 44-49.

4. Фомин М.В. Планетарно-цевочные передачи: учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 64 с.

5. Brovkina Y.I., Sobolev A.N., Nekrasov A.Y. Research of Characteristics and Parameters of Cycloidal Gear // International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2018. Lecture Notes in Mechanical Engineering.-2018.-pp.1169–1179. First Online: 07 December 2018; DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-95630-5_122; Publisher Name: Springer, Cham; Print ISBN 978-3-319-95629-9; Online ISBN 978-3-319-95630-5.

Овсянников И.Д., Доронина В.Ю.
студенты,
Научный руководитель: ***Суслин А.В.***
к.т.н., доцент
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
Россия, Самара

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНКА ДЛЯ ОБРАБОТКИ И УПАКОВКИ ПЛАСТИКОВЫХ ТРУБОК

Аннотация. Представлен проект автоматизированного станка для изготовления скруток из PE-трубок, предназначенных для использования в фильтрах для воды. Станок обеспечивает полную автоматизацию процесса нарезки, обработки, запрессовки втулок, скручивания и упаковки трубок с циклом изготовления одной скрутки не более 10 секунд. Конструкция включает револьверный механизм, механизм подачи, фаскосниматель, гильотинный нож, пресс для втулок, механизм скручивания и термоупаковочный узел. Внедрение решения позволяет минимизировать ручной труд, повысить точность обработки и снизить эксплуатационные затраты.

Keywords: автоматизированное проектирование, станок, упаковочное оборудование, процесс обработки, КОМПАС-3D.

Ovsyannikov I.D., Doronina V.Yu.
Students,
Scientific Advisor: ***Suslin A.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Samara National Research University named after academician S.P. Korolev,
Russia, Samara

DESIGNING A MACHINE FOR PROCESSING AND PACKAGING PLASTIC TUBES

Abstract. The project of an automated machine for the manufacture of coils from PE tubes intended for use in water filters is presented. The machine provides full automation of the

process of cutting, processing, pressing bushings, twisting and packaging tubes with a production cycle of one twist of no more than 10 seconds. The design includes a revolver mechanism, a feeding mechanism, a chamfer, a guillotine knife, a sleeve press, a twisting mechanism and a thermal packaging unit. The implementation of the solution minimizes manual labor, improves processing accuracy and reduces operating cost.

Keywords: computer-aided design, machine tool, packaging equipment, processing process, COMPASS-3D.

Современные производственные процессы требуют внедрения решений, сочетающих высокую скорость, точность и минимизацию ручного труда. Авторами был разработан проект оборудования в САПР КОМПАС-3D для автоматизированной обработки трубок, предназначенных для использования в фильтрах для воды. Предложенное решение позволяет уменьшить время обработки трубок с 5-ти минут ручного труда, требующего большого количества персонала, задействованного на различных этапах технологического процесса, до автоматизированного 10-ти секундного цикла, в котором рабочий выполняет задачи установки заготовок в станок, контроль процесса их обработки и забор тары с готовыми изделиями.

Готовое изделие представляет собой пару трубок, которые должны быть соединены между собой для их последующей упаковки в тару с заданными габаритами.

Общий вид станка представлен на рис. 1. Конструкция представляет собой стол (3), на котором смонтированы следующие агрегаты: револьверный механизм (4), узел подачи и отрезания трубок (5), узел фаскоснимателя и пресса (7), узел сортировки и подачи втулок (6), узел выдавливания трубок, механизм скручивания и упаковки (8). Для защиты от попаданий различных предметов в механизмы, расположенные на столе, предусмотрена подъемная крышка (2), оборудованная газовыми лифтами для удобства поднятия и удержания в открытом положении. Готовые изделия складываются в контейнер (9).

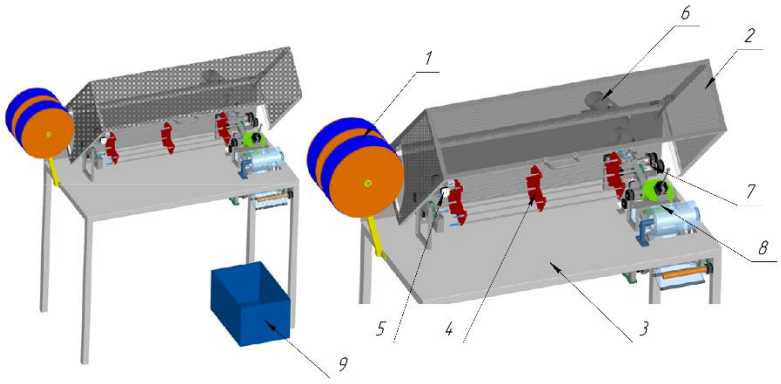


Рис. 1. Общий вид станка:
1 – бухты с трубками; 2 – подъемная крышка; 3 – стол; 4 – револьверный механизм; 5 – узел подачи и отрезания трубок; 6 – узел сортировки и подачи втулок; 7 – узел нарезания фасок и запрессовки втулок; 8 – узел выдавливания трубок, скручивания и упаковки; 9 – контейнер для упакованных трубок

Основным узлом станка является револьверный механизм, он состоит из 3-х плит, 6-ти направляющих в виде полых труб, оси, соединенной пружинной муфтой с шаговым двигателем Nema 23. Муфта позволяет компенсировать возможную несоосность оси механизма и оси двигателя. Ось крепится к столу станка при помощи 2-х подшипников. У каждой направляющей с одной стороны выполнена развальцовка, которая обеспечивает гарантированные попадание трубки в направляющие. Механизм совершает вращательное движение и обеспечивает непрерывную подачу трубок между обрабатывающими и упаковывающими узлами. Внешний вид револьверного механизма представлен на рис. 2.

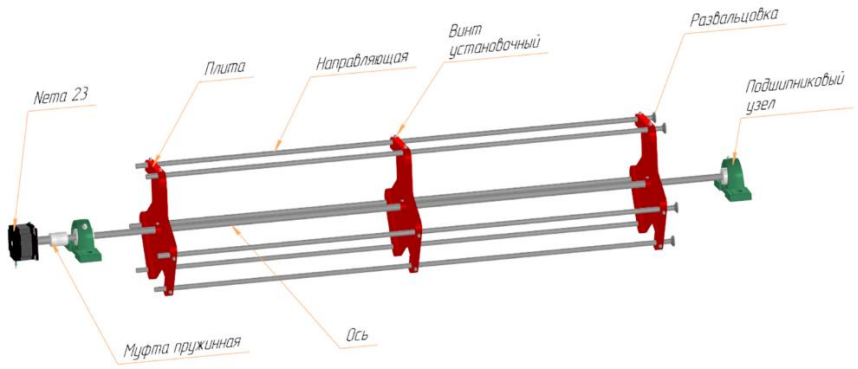


Рис. 2. Револьверный механизм

Подача трубок в направляющую осуществляется узлом подачи трубки. Конструктивно он состоит из 2-х резиновых роликов, шагового двигателя и пружины. Верхний ролик ведущий, на него с двигателя передается вращение, второй ролик ведомый, подпружиненный, осуществляющий роль прижима для создания трения между роликами и трубкой и нивелируя неравномерность диаметра. Рабочий вставляет концы трубок во входное отверстие, ролики продавливают трубку в направляющую револьверного механизма. Длина вытянутой трубки регулируется с помощью двух оптических датчиков, установленных с противоположной стороны револьверного механизма.

Отрезание трубок от бухты происходит с помощью гильотинного ножа, который приводится в действие после выдавливания нужной длины трубки. Конструктивно представляет собой сменное лезвие, который совершает поступательное движение вдоль оси вала. Движение ножа контролируется при помощи установленных в корпусе 2-х концевых датчиков. Внешний вид узла подачи и отрезания трубок представлен на рис. 3.

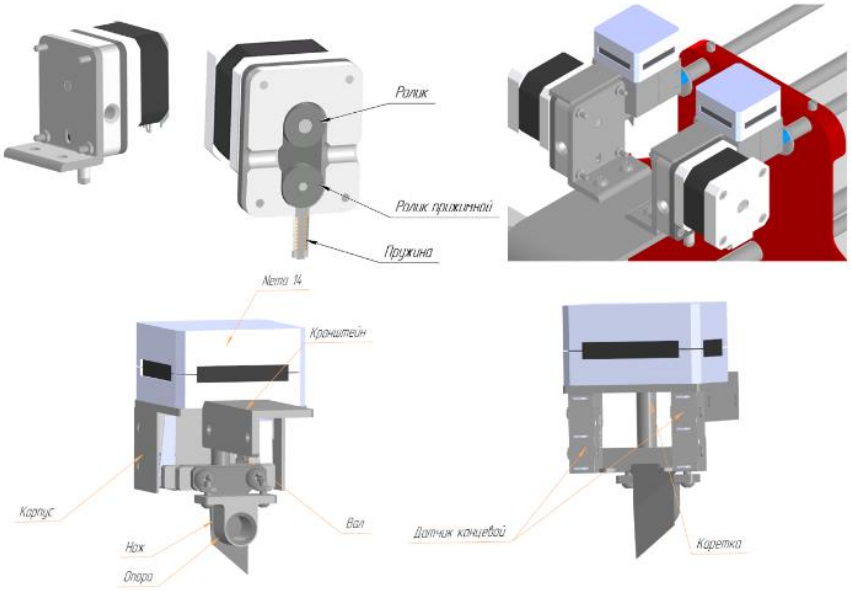


Рис. 3. Узел подачи трубок

Для снятия фаски на концах трубок используется фаскосниматель. Конструктивно фаскосниматель состоит из 2-х двигателей, один обеспечивает поступательное движение каретки, а второй вращает воронку со съемными резцами. Аналогично предыдущему узлу, ход каретки контролируется концевыми датчиками. Внешний вид узла снятия фасок представлен на рис. 4.

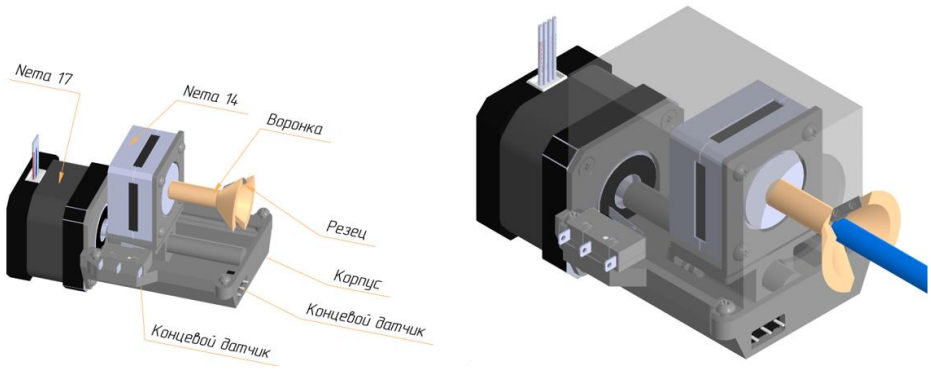


Рис. 4. Узел снятия фасок

Для ориентации и подачи втулок используется бункерное загрузочное устройство – это устройство, представляющее собой емкость для накопления заготовок в хаотичном неориентированном положении и устройство ориентирующе их в пространстве перед подачей в рабочую зону технологического оборудования. Устройство состоит из 2-х барабанов с установленными внутри крыльчатками, выполненными под форму втулок. Первый барабан обеспечивает подачу втулок, а второй ориентацию втулок, втулки движутся по подводящему каналу в магазин, установленный над ложементом пресса. Объем барабана позволяет загружать до 2000 втулок, что хватает на

6 бобин трубок. Внешний вид узла ориентации и подачи втулок представлен на рис. 5.

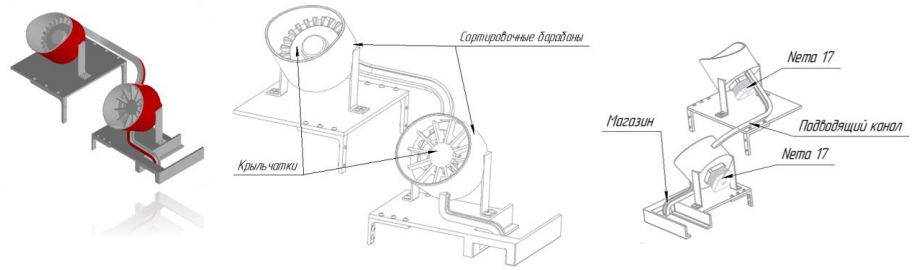


Рис. 5. Узел ориентации и подачи втулок

После подачи втулки в ложемент пресса, осуществляется ее запрессовка. Пресс конструктивно состоит из: шагового двигателя, каретки, толкателя и 3-х плоских пружин, одна из которых является ложементов для втулки. Вместе пружины обеспечивают соосную ориентацию трубки и оси пресса. Внешний вид пресса представлен на рис. 6.

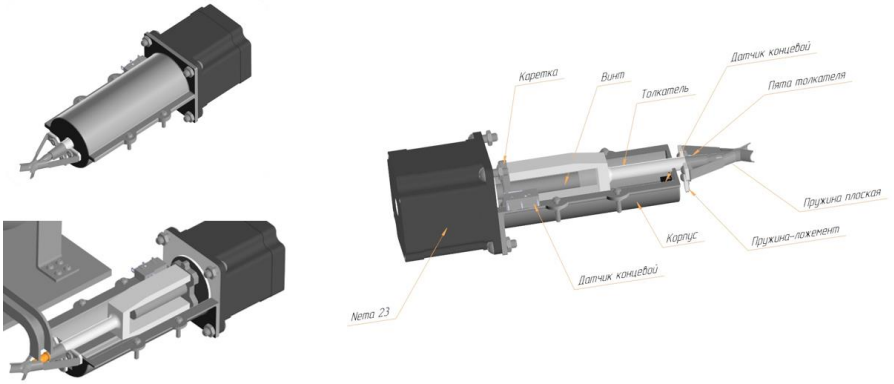


Рис. 6. Узел пресса

Выдавливание трубки происходит при помощи узла подачи с увеличенным внутренним каналом для трубки с запрессованной втулкой. Узел совершает возвратно-поступательное движение за счет установки на каретку, движение которой обеспечивается шаговым двигателем. Конец трубки изначально расположен на некотором удалении от узла выдавливания. Происходит подвод узла выдавливания, трубка зажимается роликами, затем происходит одновременное выдавливание трубки роликами и поступательное движение узла на каретке к механизму скручивания. При попадании каретки в крайнее положение трубка окончательно выдавливается из направляющей в механизм скручивания.

Механизм скручивания представляет собой спираль с подвижным дном, необходимым для выталкивания скрученных трубок из спирали в ме-

ханизм упаковки. Две трубки подаются на вход спирали, по мере их выдавливания происходит их хаотичное скручивание и последующее выталкивание.

Для упаковки была принята схема запайки скрученных трубок в полиэтиленовый пакет. Механизм состоит из: двух катушек с пленкой, двух катушек для намотки пленки, направляющей для пленок и трубок, и термоножа. Механизм работы упаковщика следующий: скрученные трубки после выталкивания попадают на нижнюю пленку. За счет бобин для намотки происходит движение пленок с трубками на них к участку термоножа. Термонож запаивает края пленки, образуя пакет, который за счет дальнейшей прокрутки пленок выпадает в технологическую тару, установленную под станком. Внешний вид узла скручивания и упаковки представлен на рис. 7.

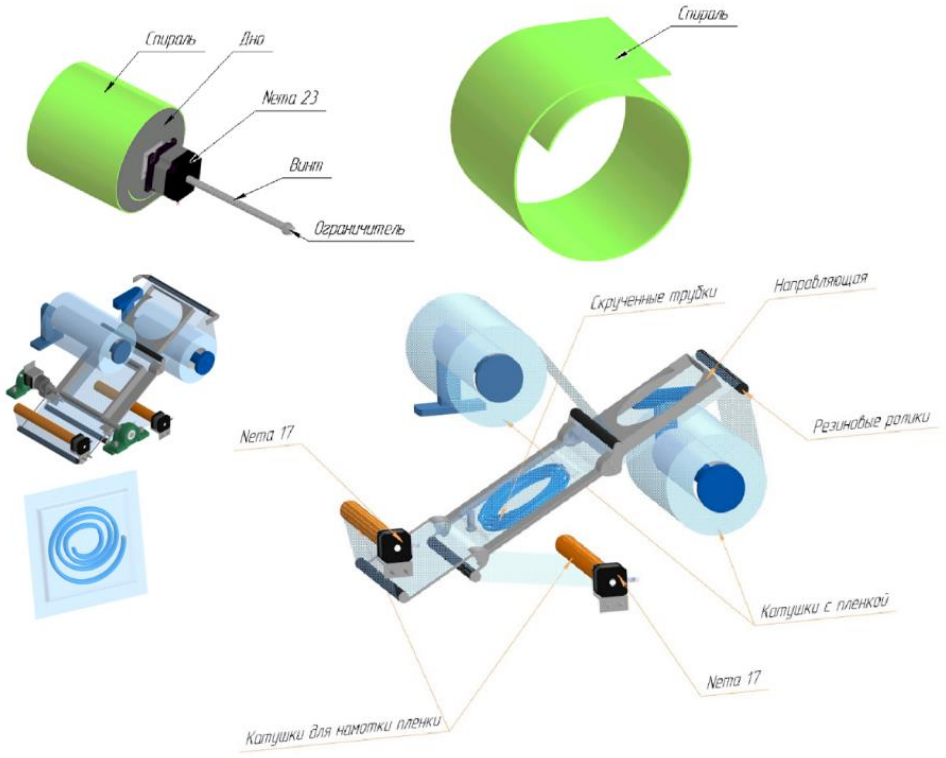


Рис. 7. Узел скручивания и упаковки трубок

Список литературы

1. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. / В. И. Анурьев. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение. Т. 2. – 2001. – 900 с.

2. Детали машин и основы конструирования: конспект лекций / Б.М. Силаев. – Самара: Изд-во СГАУ, 2011. – 224 с.

3. Орлов, П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие: в 2 т. / П.И. Орлов. – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.

4. ПЕРЕДАЧА ВИНТ– ГАЙКА: учебное пособие / В. О. Варганов [и др.]. – СПб.: Изд-во СПбГТУРП, 2015. – 57 с.

5. Stepper Motor NEMA // PBC Linear. URL: https://pages.pbclinear.com/rs/909-BFY-775/images/Data-Sheet-Stepper-Motor-Support.pdf (дата обращения: 12.03.2025).

Ким Е.С., Сидоренко П.А.
студенты
Научный руководитель: ***Соболев А.Н.***
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ГАММЫ ШНЕКОВЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ НУЖД ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация. Шнековые устройства используются для перемещения, дозирования и смешивания сыпучих материалов. В статье приводятся результаты моделирования шнеков. Описывается методика автоматизированного проектирования конструкции шнекового устройства в T-FLEX CAD на основе параметризированной расчетной 3D-модели шнека.

Ключевые слова: шнековое устройство, моделирование, автоматизированное проектирование, расчеты, T-FLEX CAD.

Kim E.S., Sidorenko P.A.
Students,
Scientific Advisor: ***Sobolev A.N.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
MSUT «STANKIN»,
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF A RANGE OF SCREW DEVICES FOR INDUSTRIAL NEEDS

Abstract. Screw devices are used for moving, dispensing and mixing bulk materials. The article presents the results of auger modeling. A method of computer-aided design of screw devices in T-FLEX CAD based on a parameterized computational 3D model of the screw is described.

Keywords: screw device, modeling, computer-aided design, calculations, T-FLEX CAD.

Введение

Актуальность автоматизации процесса конструирования и моделирования шнековых устройств обусловлена их широким использованием в различных отраслях, включая химическую промышленность, производство, сельскохозяйственную отрасль, строительство и множество других областей. Эти устройства используются для перемещения, дозирования и смешивания сыпучих материалов [1-4].

Ход работы

Авторами исследованы вопросы синтеза, проектирования и параметризации шнековых устройств. Для проектирования и параметризации таких механизмов был выбран САПР T-FLEX CAD.

На рис. 1 представлена классификация шнеков. На рис. 2 устройство открытого шнекового механизма.



Рис. 1. Классификация шнеков

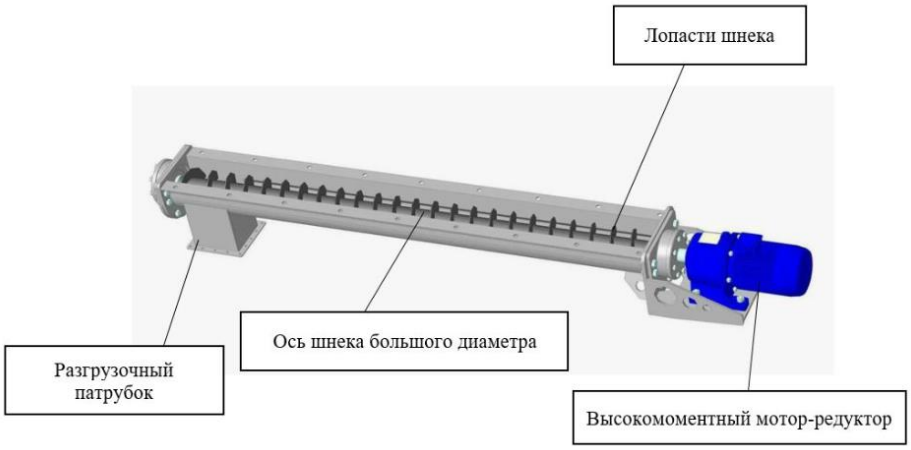


Рис. 2. Устройство открытого шнекового механизма

Параметры проектируемого шнекового устройства, определяемые автоматически по исходным данным (производительность шнекового устройства, максимальное давление, коэффициент внутреннего трения продукта, плотность продукта, допускаемое напряжение при изгибе материала шнекового устройства):

- Наружный диаметр шнека.
- Предельный диаметр вала шнека.
- Угол подъема винтовых линий на внешней стороне шнека и у вала.
- Среднее значение угла подъема винтовых линий шнека.
- Коэффициент отставания частиц материала в осевом направлении.
- Изгибающий момент в витке шнека по внутреннему контуру.
- Толщина витка шнека.

На рис. 3 представлено окно управления параметрами T-FLEX, в котором проводятся необходимые геометрические и силовые расчеты по методикам, описанным в работах [1-4].

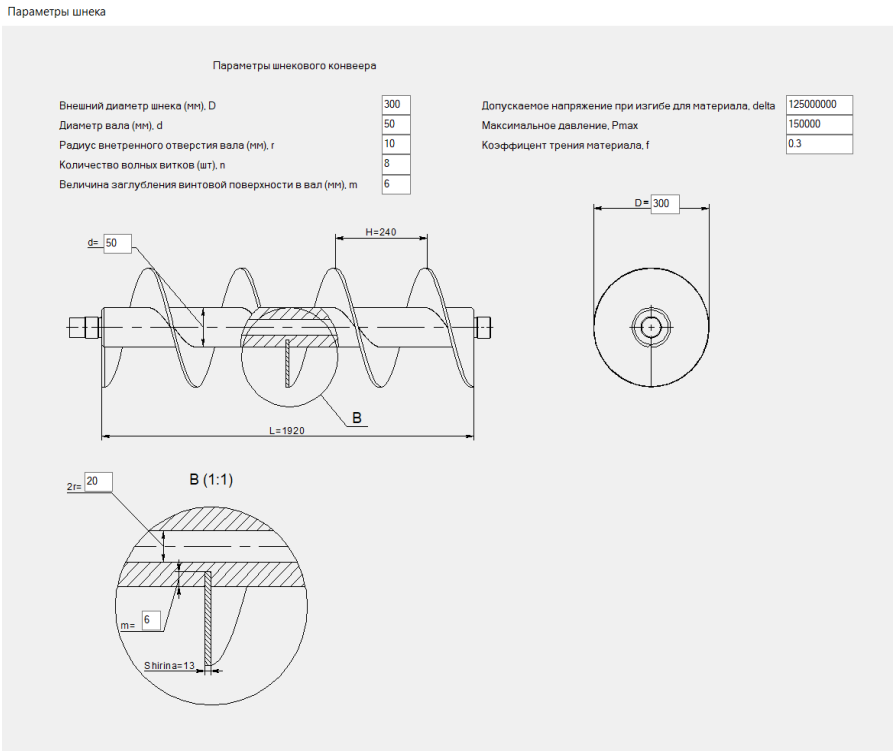


Рис. 3. Окно управления параметрами шнека

На основе принципа параметризации T-FLEX CAD создаем адаптивную модель шнека, в которой возможно автоматическое изменение размеров в зависимости от исходных параметров (рис. 4). При изменении исходных данных в редакторе переменных осуществляется пересчет геометрического образа деталей шнекового устройства.

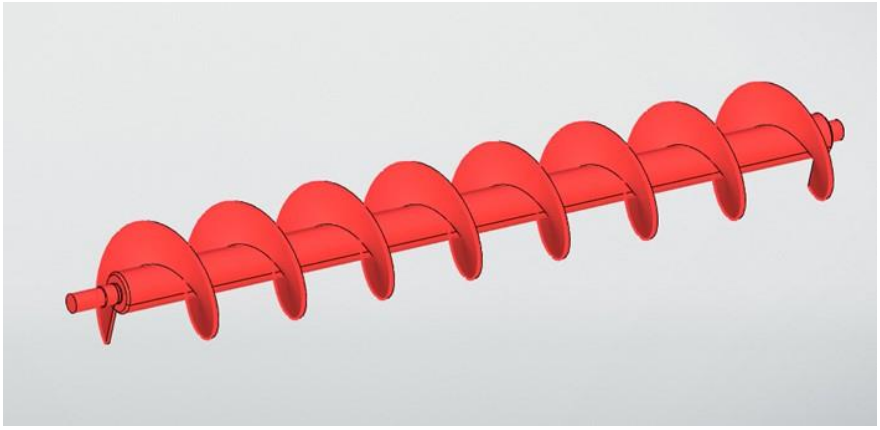


Рис. 4. Твердотельная адаптивная модель шнека в T-FLEX CAD

Результат графического твердотельного моделирования шнекового конвейера представлен на рис. 5. По твердотельной модели в T-FLEX CAD были автоматически сформированы рабочие чертежи. Для программирования обработки шнека на станке с ЧПУ использовался программный модуль T-FLEX ЧПУ, в котором была задействована разработанная 3D-модель (рис. 6).

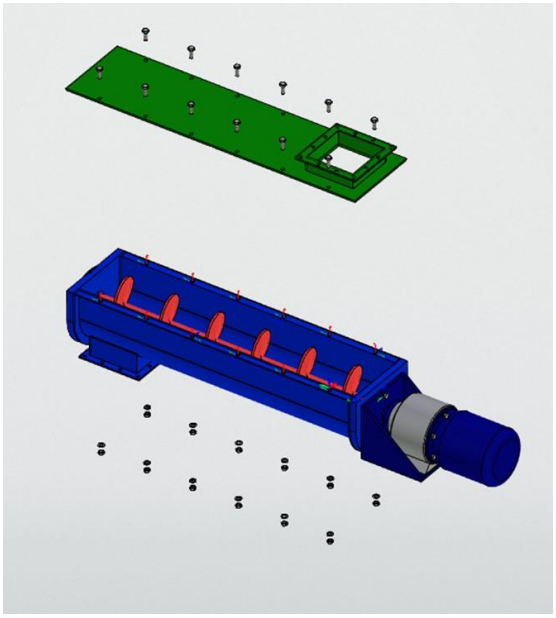


Рис. 5. Параметризированный механизм в разобранном виде



Рис. 6. Программирование обработки шнека в T-FLEX ЧПУ

Выводы

- Автором изучены вопросы, связанные с эксплуатацией и проектированием шнековых устройств.
- Создана параметрическая адаптивная 3D-модель шнека, чертежная документация, на основе автоматизированного геометрического, кинематического и силового расчета в T-FLEX CAD.
- Спроектированы конструкции шнековых устройств в T-FLEX CAD на основе параметризированной расчетной 3D-модели шнека.
- Выполнена технологическая подготовка изготовления шнеков на станке с ЧПУ.

Список литературы

1. Буланов С.Ю., Нечаев В.Н., Сергеев А.Г., Савиных П.А. Результаты исследований весового дозирования ингредиентов комбикорма // Техника и оборудование для села. 2021. №1 (283). С. 20-40

2. Герман Х. Шнековые машины в технологии: пер. с нем. / под ред. Л.М. Фридмана. Л.: Химия, 1975. 230 с.

3. Мазько Н.Н. Классификация загрузочно-распределительных устройств // Дни студенческой науки: Сборник научных трудов студентов и аспирантов. Вып. 7. Самара: СамГАПС, 2006. С. 32-47

4. Сюдоркин В.И., Новиков Н.Н., Гайбарян М.А., Тетерин В.С., Пехнов С.А., Мельчук Д.С. Патент RU 2 742 563. Шнековый дозатор твердых минеральных удобрений / Заявл. 11.10.2020; опубл. 08.02.2021, Бюл. №4.

Строганова Ю.В.
студент
Научный руководитель: ***Соболев А.Н.***
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»,
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ДВУХСТУПЕНЧАТОГО ВОЛНОВОГО РЕДУКТОРА

Аннотация. Благодаря способности обеспечивать высокие передаточные отношения, волновые редукторы находят применение в прецизионных механизмах, требующих точного позиционирования и значительного изменения крутящего момента. В работе изложены результаты компьютерного моделирования двухступенчатого волнового редуктора и описана технология его автоматизированного проектирования с использованием T-FLEX CAD.

Ключевые слова: волновые планетарные механизмы, автоматизированное конструкторско-технологическое проектирование, твердотельное моделирование, T-FLEX CAD, T-FLEX PLM.

Stroganova Yu.V.
Student,
Scientific Advisor: ***Sobolev A.N.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
MSUT «STANKIN»,
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF A TWO-STAGE STRAIN WAVE REDUCER

Abstract. Due to their ability to provide high gear ratios, wave gearboxes are used in precision mechanisms that require precise positioning and significant torque changes. The paper presents the results of computer modeling of a two-stage wave gearbox and describes the technology of its automated design using T-FLEX CAD.

Keywords: wave planetary mechanisms, automated design and technological design, solid modeling, T-FLEX CAD, T-FLEX PLM.

Введение

Волновые редукторы получили широкое распространение в современных машиностроительных системах, требующих высокой энергоэффективности, компактных габаритов и способности передавать значительные крутящие моменты [1-4]. Наибольшее применение они находят в:

- робототехнических системах (особенно в сочленениях промышленных манипуляторов);
- авиационных и космических приводах;
- прецизионных станках и точных механических передачах.

Ключевой проблемой при их разработке является автоматизация проектирования с использованием интегрированных CAD/CAE-систем, включающих:

- параметрическое моделирование зубчатых зацеплений;
- конечно-элементный анализ напряжений в гибких элементах (колесах);
- динамическое моделирование работы волновой передачи.

Такая автоматизация позволяет сократить цикл проектирования на 30-40% при одновременном повышении надежности и КПД редуктора [2,3].

Ход работы

Автором проведено исследование, посвященное синтезу и проектированию двухступенчатого планетарного волнового редуктора. В работе представлен сравнительный анализ характеристик волновых передач, а также разработана кинематическая схема редуктора.

Ключевые аспекты исследования:

1. Анализ преимуществ и недостатков волновых механизмов (рис. 1)

- Достоинства: высокая нагрузочная способность, компактность, малый люфт, высокий КПД.
- Недостатки: сложность изготовления гибкого колеса, чувствительность к перегрузкам, необходимость точного согласования параметров зацепления.

2. Сравнение геометрии волнового и эвольвентного зацеплений (рис. 2)

- Показаны различия в профиле зубьев, контактных напряжениях и передаточных характеристиках.
- Волновое зацепление обеспечивает многопарность контакта, что повышает нагрузочную способность передачи.

3. Кинематическая схема разработанного двухступенчатого редуктора (рис. 3)

- Приведена структура редуктора с указанием основных компонентов: генератора волн, гибкого и жесткого колес, выходного вала.

- Рассмотрены передаточные отношения и распределение нагрузок между ступенями.

Параметры проектируемого планетарного редуктора:

- Общее передаточное число: 1000.
- Передаточное число каждой ступени: 100.
- Крутящий момент на выходном валу: 1960 Н·м.
- Редуктор предназначен для повторно кратковременного режима работы.
- Смазка консистентная.



Рис. 1. Достоинства и недостатки волновых механизмов

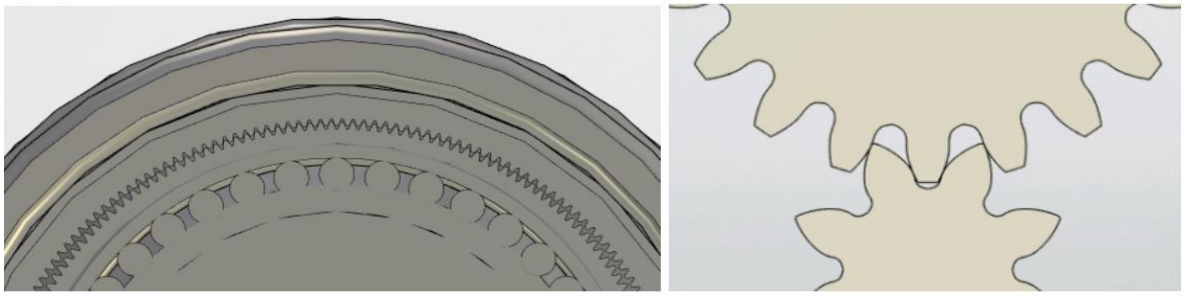


Рис. 2. Волновое мелкомодульное и стандартное эвольвентное зацепление

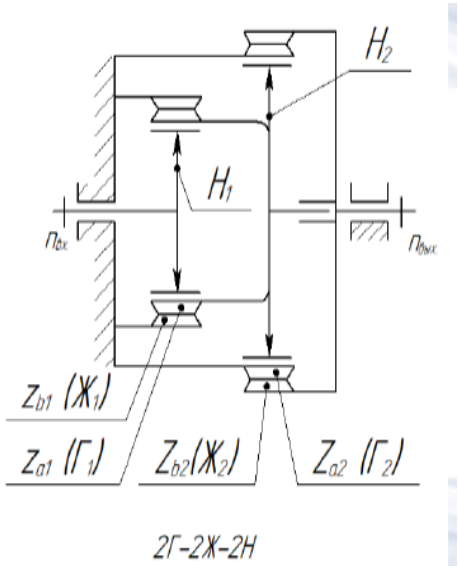


Рис. 3. Кинематическая схема двухступенчатого волнового редуктора

Моделирование волнового зубчатого механизма выполняется в T-FLEX CAD в режиме сборки по технологии «сверху-вниз»:

1. Создание зубчатых зацеплений

- Сначала формируется сборка зубчатых передач с помощью модуля «Зубчатые передачи».
- Модели зубчатых колес дорабатываются в контексте сборки: проектируются ступицы, диски, обода и другие конструктивные элементы.

2. Разработка остальных деталей

- На основе элементов зубчатых колес проектируются сопутствующие компоненты: генераторы, валы, корпус, крышки и др.

3. Моделирование кулачкового генератора

- Генератор может быть создан двумя способами:
  - На основе расчетных полярных координат.
  - Путем скульптурной деформации в T-FLEX CAD.

4. Использование стандартных элементов

- Стандартные детали (шпоночные пазы, шлицы, канавки и т. п.) выбираются из встроенной библиотеки T-FLEX CAD.

5. Учет особенностей проектирования в контексте сборки

- Размеры деталей определяются непосредственно в процессе проектирования, а не задаются заранее.

6. Технологическая подготовка производства

- Для изготовления зубчатых колес применяется технологический модуль T-FLEX ЧПУ.

Результаты моделирования:

- На рис. 4 представлена твердотельная модель планетарно-волнового двухступенчатого механизма.
- На основе модели были созданы:
  - Сборочные чертежи для производства (рис. 5).

- Спецификация (рис. 6).

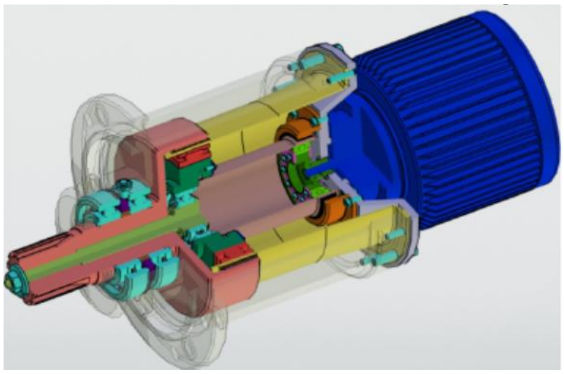


Рис. 4. Твердотельная модель планетарно-цевочного редуктора в T-FLEX

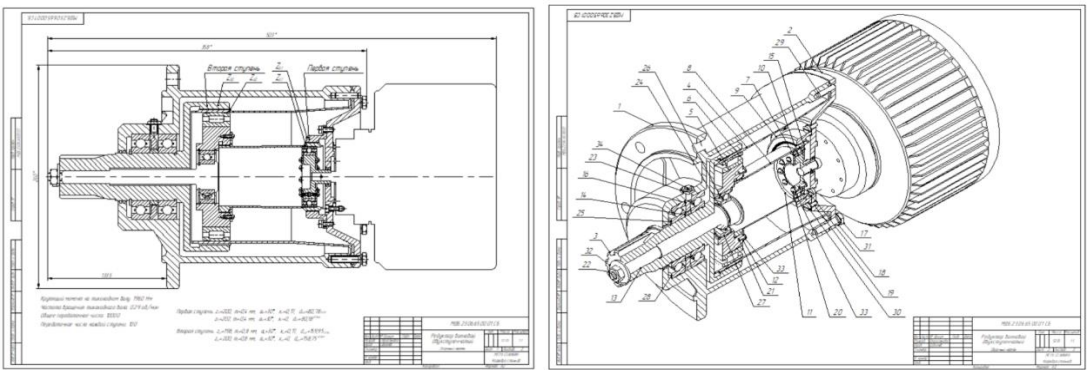


Рис. 5. Сборочные чертежи

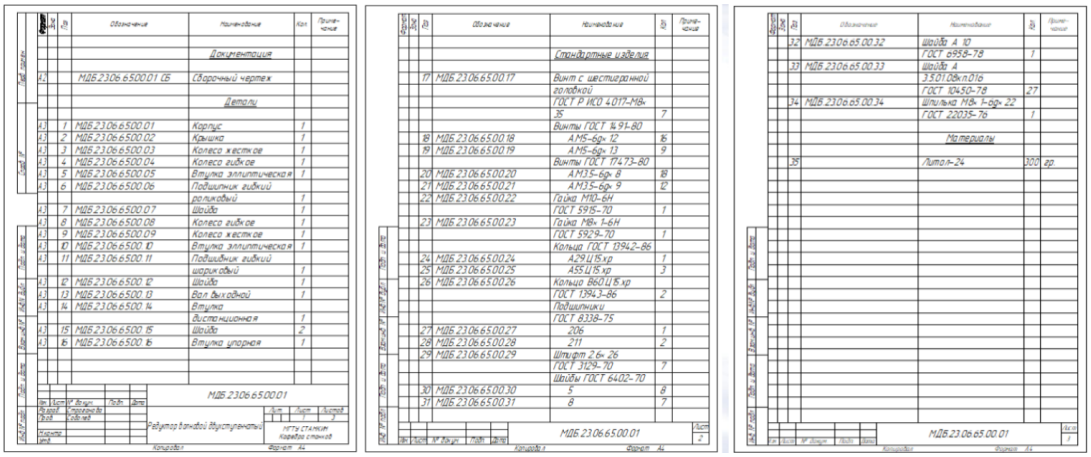


Рис. 6. Спецификация

Технологическая подготовка производства заключалась в создании управляющих программ в T-FLEX ЧПУ для электроэрозионной обработки гибких и жестких зубчатых колес на станке Sodick VL600Q (рис. 7). На оборудовании установлены линейные датчики обратной связи по осям XY и UV с разрешением 10 нм (0,01 мкм) Heidenhain. Для изготовления может быть использована проволока латунная электроэрозионная Microcut 0,05 мм К100.

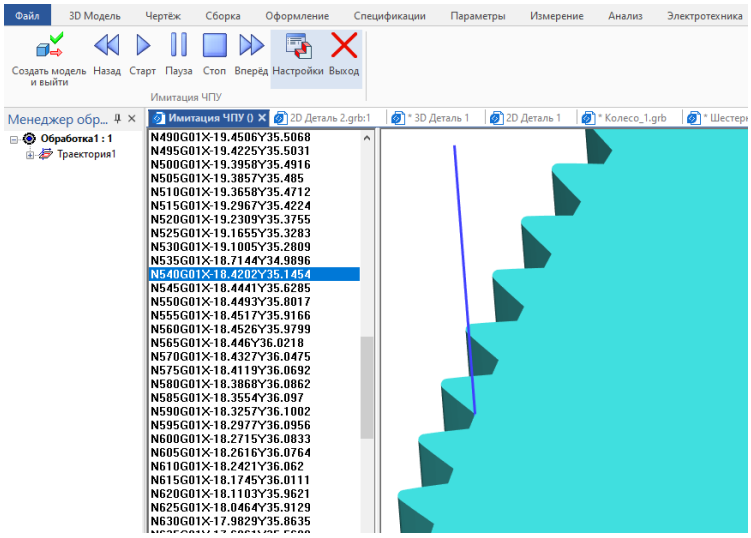


Рис. 7. Создание управляющей программы для изготовления зубчатых колес

Выводы

Автором были разработаны конструкторский проект и 3D-модель волнового планетарного двухступенчатого редуктора для применения в производственной конвейерной автоматической линии с точным позиционированием.

Автором разработан алгоритм автоматизированного проектирования волновых редукторов с элементами технологической подготовки производства.

Разработка редуктора проводилась с целью реализации образовательного стандарта бакалавриата в рамках «Передовой инженерной школы (ПИШ)» по направлению «Машиностроение» (курс ТММ) с использованием современных отечественных средств автоматизированного проектирования.

Список литературы

1. Косов М.Г., Соболев А.Н. Автоматизированное проектирование на основе методологии нетвердотельного моделирования // Технология машиностроения. 2010. № 3. С. 44-48.

2. Руденко В. Н. Планетарные и волновые передачи. М. Машиностроение, 1980г. – 148 с.

3. Соболев А.Н., Некрасов А.Я., Ягольницер О.В. Совершенствование методики проектирования волновых редукторов и ее использования в конструкторской подготовке студентов-машиностроителей // Вестник МГТУ «Станкин». 2017. № 2. С. 23-26.

4. Столбин Г.Б., Цейтлин Н.И. Волновые и цепные передачи: Сборник трудов. М.: СТАНКИН, 1967. – 304с.

Татьянчиков В.А., Максименко Р.И., Владимирцев В.В.
студенты,
Научный руководитель: ***Суслин А.В.***
к.т.н., доцент
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева,
Россия, Самара

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРЯМОЗУБЫХ ПЕРЕДАЧ ДЛЯ ВОЗДУШНОГО СТАРТЕРА СВ-25 ЗА СЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕКРЫТИЯ

Аннотация: В приводах авиационных двигателей до 90% цилиндрических передач прямозубые. Совершенствование цилиндрических передач за счёт увеличения угла зацепления ($\alpha_w \geq 20^{\circ}$) и снижения коэффициента перекрытия приводит к росту радиальных усилий и создания очень жёстких опор, увеличивающих габариты узла. Перспективным представляется путь совершенствования передачи и снижения нагруженности зубьев за счёт увеличения коэффициента перекрытия больше двух ($\varepsilon_\alpha \geq 2$). Это достигается применением нестандартного производящего контура с коэффициентом высоты головки зуба больше единицы ($h_a^* > 1$). Для этого в статье предлагается методика выбора h_a^*.

Ключевые слова: Зубчатая передача, расчет, коэффициент перекрытия, зацепление, зуб.

Tatianchikov V.A., Maksimenko R.I., Vladimirtsev V.V.
Students
Scientific advisor: ***Suslin A.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Samara National Research University named after academician S.P. Korolev,
Russia, Samara

MODERNIZATION OF THE SPUR GEARS FOR THE SV-25 AIR STARTER BY INCREASING THE OVERLAP COEFFICIENT

Abstract: In aircraft engine drives, up to 90% of cylindrical gears are straight-toothed. The improvement of cylindrical gears by increasing the engagement angle ($\alpha_w \geq 20^{\circ}$) and reducing the overlap coefficient leads to an increase in radial forces and the creation of very rigid supports that increase the dimensions of the assembly. A promising way to improve transmission and reduce tooth loading is to increase the overlap coefficient by more than two ($\varepsilon_\alpha \geq 2$). This is achieved by using a non-standard producing contour with a tooth head height factor greater than unity ($h_a^* > 1$). To do this, the article suggests a method for selecting h_a^*.

Keywords: Gear transmission, calculation, overlap coefficient, gearing, tooth.

Воздушный стартер СВ-25 предназначен для раскрутки ротора высокого давления в процессе запуска двигателя АИ-25 и представляет собой малогабаритный турбинный двигатель, работающий на сжатом воздухе. Редуктор стартера является планетарным с одним внешним и одним внутренним зацеплением (рис.). Его передаточное отношение:

$$u_{1h}^{(4)} = \frac{n_1}{n_h} = 1 + \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} = 8{,}896,$$

где $z_1 = 20, z_2 = 33, z_3 = 14, z_4 = 67.$

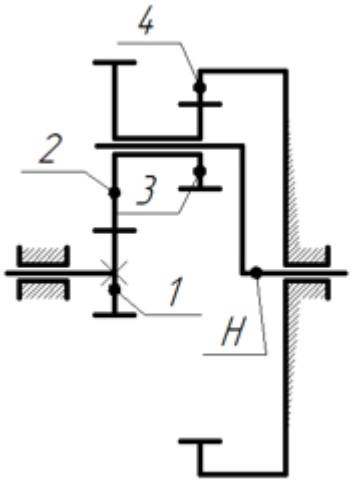


Рис. Схема редуктора воздушного стартера СВ-25

Предлагается путь совершенствования передачи и снижения нагруженности зубьев за счёт увеличения коэффициента перекрытия ($\varepsilon_\alpha \geq 2$), достигаемое за счет увеличения высоты головки зуба ($h_a^* > 1$).

Примем, что угол профиля исходного производящего контура (ИПК) инструмента равен углу зацепления ($\alpha = \alpha_w$).

Рассмотрим расчёт коэффициентов перекрытия для внешнего и внутреннего зацепления.

Расчёт ИПК для колёс 1 и 2 с внешним зацеплением.

$$\varepsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi}(z_1 \tan\alpha_{\alpha_1} + z_2 \tan\alpha_{\alpha_2} - (z_1 + z_2)\tan\alpha_w)\ (1);$$

$$d_1 = mz_1\ d_2 = mz_2;$$

$$\cos\alpha_{a_i} = \frac{d_{b_i}}{d_{a_i}} = \frac{z_1 \cos\alpha}{z_1 + 2h_a^*};$$

$$(z_1 + z_2)\tan a_w = (z_1 + z_2)\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha};$$

Тогда:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi\cos\alpha}\left[\sqrt{(z_1 + 2h_a^*)^2 - z_1^2\cos^2\alpha} + \sqrt{(z_2 + 2h_a^*)^2 - z_2^2\cos^2\alpha} - (z_1 + z_2)\sin\alpha_w\right]$$

Можно расписать:

$$2\pi\varepsilon_\alpha \cos\alpha + (z_1 + z_2)\sin\alpha = \sqrt{(z_1 + 2h_a^*)^2 - z_1^2\cos^2\alpha} + \sqrt{(z_2 + 2h_a^*)^2 - z_2^2\cos^2\alpha};$$

Обозначим:

$$\mathrm{A} = 2\pi\varepsilon_\alpha \cos\alpha + (z_1 + z_2)\sin\alpha;$$

$$B = \sqrt{(z_1 + 2h_a^*)^2 - z_1^2\cos^2\alpha};$$

$$C = \sqrt{(z_2 + 2h_a^*)^2 - z_2^2\cos^2\alpha};$$

$$A = B + C \ (3)$$

Алгоритм определения h_a^*.
Задаёмся от единицы с шагом $h_a^* = 0{,}05$. В данном случае $h_a^* = 1{,}3$.
Исходные данные: $z_1 = 20;\ z_2 = 33, \varepsilon_\alpha = 2, \alpha = 20^\circ$.

$$\mathrm{A} = 2\pi\varepsilon_\alpha \cos\alpha + (z_1 + z_2)\sin\alpha = 2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot \cos 20^\circ + (20 + 33) \cdot \sin 20^\circ = 29{,}936;$$

$$\mathrm{B} = \sqrt{(z_1 + 2h_a^*)^2 - z_1^2\cos^2\alpha} = \sqrt{(20 + 2 \cdot 1{,}3)^2 - 20^2 \cdot (\cos 20^\circ)^2} = 12{,}552;$$

$$C = \sqrt{(z_2 + 2h_a^*)^2 - z_2^2\cos^2\alpha} = \sqrt{(33 + 2 \cdot 1{,}3)^2 - 33^2 \cdot (\cos 20^\circ)^2} = 17{,}486.$$

$$B + C = 12{,}552 + 17{,}486 = 30{,}038;$$

$$B + C > A;$$

По формуле определим ε_α:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi\cos\alpha}[B + C - (z_1 + z_2)\sin\alpha_w] = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \cos 20^\circ}(12{,}552 + 17{,}486 - (20 + 33)\sin 20^\circ) = 2{,}017$$

Примем:

$$h_a^* = 1{,}3\ ;\ c^* = 0.2\ ;\ \rho^* = \frac{1 - h_a^*\tan\alpha}{\cos\alpha} = 0{,}332.$$

Необходимо определить относительную толщину зуба на головке зуба:
Допускается в авиационных передачах:

$$\frac{S_a}{m} = 0{,}3 \ldots 0{,}4\ ,\text{т. е}\ \frac{S_a}{m} \geq 0{,}3 \ldots 0{,}4;$$

$$S_a = d_{a_1}\left(\frac{S_1}{d_1} + \text{inv}\alpha - \text{inv}\alpha_{a_1}\right);$$

$$\frac{S_a}{m} = (z_1 + 2h_a^*)\left(\frac{\pi}{2 \cdot z_1} + \text{inv}\alpha - \text{inv}\alpha_{a_1}\right);$$

$$\cos\alpha_{\alpha_1} = \frac{d_{b_i}}{d_{a_i}} = \frac{z_1 \cos\alpha}{z_1 + 2h_a^*} = \frac{20 \cdot \cos 20^\circ}{20 + 2 \cdot 1{,}3} = 0{,}832;$$

$$\alpha_{\alpha_1} = 33{,}738^\circ;\ \text{inv}\alpha = \tan\alpha - \alpha = \tan 20^\circ - 0{,}349 = 0{,}015;$$

$$\text{inv}\alpha_{\alpha_1} = \tan\alpha_{\alpha_1} - \alpha_{\alpha_1} = \tan 33{,}738^\circ - 0{,}589 = 0{,}079$$

$$\frac{S_{\alpha_1}}{m} = (20 + 2 \cdot 1{,}3)\left(\frac{\pi}{2 \cdot 20} + 0{,}015 - 0{,}079\right) = 0{,}326.$$

Относительная толщина зуба на головке первого колеса в допуске.

$$\frac{S_{a_2}}{m} = (z_2 + 2h_a^*)\left(\frac{\pi}{2 \cdot z_2} + \text{inv}\alpha - \text{inv}\alpha_{a_2}\right);$$

$$\cos\alpha_{\alpha_2} = \frac{z_2 \cos\alpha}{z_2 + 2h_a^*} = \frac{33 \cdot \cos 20^\circ}{33 + 2 \cdot 1{,}3} = 0{,}871;\ \alpha_{\alpha_2} = 29{,}418^\circ;$$

$$\text{inv}\alpha_{\alpha_2} = \tan\alpha_{\alpha_2} - \alpha_{\alpha_2} = \tan 29{,}418^\circ - 0{,}513 = 0{,}050;$$

$$\frac{S_{\alpha_2}}{m} = (33 + 2 \cdot 1{,}3)\left(\frac{\pi}{2 \cdot 33} + 0{,}015 - 0{,}047\right) = 0{,}429.$$

Относительная толщина зуба на головке второго колеса в допуске.

Расчёт ИПК для колёс 3 и 4 с внутренним зацеплением.

Коэффициент перекрытия $\varepsilon_\alpha \geq 2$ за счёт увеличения высоты зуба, то есть необходимо увеличить h_a^* ($h_a^* > 1$). При расчёте принимаем $\alpha_w = \alpha = 20^\circ$. Расчёт аналогичен к внешнему соединению колёс 1 и 2, поэтому остановимся на ключевых моментах и запишем сразу расчётные формулы:

$$\cos\alpha_{\alpha_i} = \frac{d_{b_i}}{d_{a_i}} = \frac{z_1 \cos\alpha}{z_1 + 2h_a^*};$$

$$\tan\alpha_{\alpha_i} = \frac{\sin\alpha_{\alpha_i}}{\cos\alpha_{\alpha_i}} = \frac{\sqrt{(z_1 - 2h_a^*)^2 - z_2^2\cos^2\alpha}}{z_2\cos\alpha};$$

$$z_2\tan\alpha_{\alpha_2} = \frac{\sqrt{(z_2 - 2h_a^*)^2 - z_2^2\cos^2\alpha}}{\cos\alpha};$$

$$(z_1 - z_2)\tan\alpha_w = (z_1 - z_2)\frac{\sin\alpha_w}{\cos\alpha_w} = (z_1 - z_2)\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha};$$

Подставив в (1), получаем:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi\cos\alpha}\left[\sqrt{(z_3+2h_a^*)^2 - z_3^2\cos^2\alpha} - \sqrt{(z_4-2h_a^*)^2 - z_4^2\cos^2\alpha} + (z_4 - z_3)\sin\alpha_w\right]$$

Обозначим

$$A_2 = -2\pi\varepsilon_\alpha\cos\alpha + (z_4 - z_3)\sin\alpha;$$

$$B_2 = \sqrt{(z_3+2h_a^*)^2 - z_3^2\cos^2\alpha};$$

$$C_2 = \sqrt{(z_4-2h_a^*)^2 - z_4^2\cos^2\alpha};$$

$$A_2 = C_2 - B_2 \ (3)$$

Исходные данные: $z_3 = 14;\ z_4 = 67, \varepsilon_\alpha = 2, h_a^* = 1{,}1, \alpha = 20^\circ$.

$$A_2 = -2\cdot\pi\cdot 2\cdot\cos 20^\circ + (67-14)\sin 20^\circ = 6{,}319;$$

$$B_2 = \sqrt{(14+2\cdot 1{,}1)^2 - 14^2\cos^2 20^\circ} = 9{,}453;$$

$$C_2 = \sqrt{(67-2\cdot 1{,}1)^2 - 14\cos^2 20^\circ} = 15{,}335;$$

$$C_2 - B_2 = 15{,}335 - 9{,}453 = 5{,}881;$$

Чтобы $\varepsilon_\alpha \geq 2$ необходимо чтобы $\mathrm{A_2} > (\mathrm{C_2} - \mathrm{B_2})$, что в данном случае условие выполняется. По формуле определим ε_α:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{1}{2\pi\cos\alpha}[\mathrm{B_2} - \mathrm{C_2} + (z_4 - z_3)\sin\alpha_w] =$$

$$= \frac{1}{2\cdot\pi\cdot\cos 20^\circ}(9{,}453 - 15{,}335 + (67-14)\sin 20^\circ) = 2{,}074.$$

Увеличение высоты головки зуба ведёт к снижению толщины зуба (Sa) на головке. В авиационных передачах допускается $\frac{S_{a_3}}{m} = 0{,}3 \ldots 0{,}4$.

$$S_a = d_{a_3}\left(\frac{S_3}{d_3} + \mathrm{inv}\alpha - \mathrm{inv}\alpha_{a_3}\right);$$

$$\frac{S_{a_3}}{m} = (z_3 + 2h_a^*)\left(\frac{\pi}{2\cdot z_3} + \mathrm{inv}\alpha - \mathrm{inv}\alpha_{a_3}\right);$$

$$\cos\alpha_{\alpha_3} = \frac{d_{b_i}}{d_{a_i}} = \frac{z_3\cos\alpha}{z_3 + 2h_a^*} = \frac{14\cdot\cos 20^\circ}{14 + 2\cdot 1{,}1} = 0{,}812;$$

$$\alpha_{\alpha_3} = 35{,}7^\circ; \mathrm{inv}\alpha = \tan\alpha - \alpha = \tan 20^\circ - 0{,}349 = 0{,}015;$$

$$\mathrm{inv}\alpha_{\alpha_3} = \tan\alpha_{\alpha_3} - \alpha_{\alpha_3} = \tan 35{,}7^\circ - 0{,}812 = 0{,}095;$$

$$\frac{S_{\alpha_3}}{m} = (14 + 2 \cdot 1{,}1)\left(\frac{\pi}{2 \cdot 14} + 0{,}015 - 0{,}095\right) = 0{,}512.$$

Относительная толщина зуба на головке третьего колеса в допуске.

$$\frac{S_{a_4}}{m} = (z_4 - 2h_a^*)\left(\frac{\pi}{2 \cdot z_4} + \text{inv}\alpha - \text{inv}\alpha_{a_4}\right);$$

$$\cos\alpha_{\alpha_4} = \frac{z_4 \cos\alpha}{z_4 - 2h_a^*} = \frac{67 \cdot \cos 20^\circ}{67 - 2 \cdot 1{,}1} = 0{,}972; \alpha_{\alpha_4} = 13{,}689^\circ;$$

$$\text{inv}\alpha_{\alpha_4} = \tan\alpha_{\alpha_4} - \alpha_{\alpha_4} = \tan 13{,}689^\circ - 0{,}239 = 0{,}005;$$

$$\frac{S_{\alpha_4}}{m} = (67 - 2 \cdot 1{,}1)\left(\frac{\pi}{2 \cdot 67} - 0{,}015 + 0{,}005\right) = 0{,}855.$$

Относительная толщина зуба на головке четвертого колеса в допуске.

Повышение коэффициента перекрытия $\varepsilon_\alpha \geq 2$, значительно улучшает плавность передачи и снижает уровень шума при работе редуктора. Увеличение коэффициента высоты головки зуба h_a^* приводит к уменьшению габаритов редуктора: уменьшение толщины зубчатого венца и уменьшение межосевого расстояния. В свою очередь, это влечет за собой снижение массы узла.

Список литературы

1. Алексеев В.И., Суслин А.В. Повышение нагрузочной способности и долговечности высокоскоростных зубчатых передач // Трение износ 1996 – том 17 №1. 128...130 с.

2. Вулгаков Э.Б. Авиационные зубчатые передачи и редукторы. М.-Л., Машиностроение, 1981г. – 374с.

Марьин М.В., Марьин М.В.
студенты
Научный руководитель: ***Берков Н.А.***
к.т.н., доцент
РТУ МИРЭА,
Москва

РАЗРАБОТКА ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ И ПОЛУНАТУРНЫХ МОДЕЛИРУЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ С ПОМОЩЬЮ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. В данной работе проведен анализ назначения полунатурных моделирующих комплексов и авиатренажеров, рассмотрены некоторые модели органов управления, вы-

полняемые ими задачи, возможность замены дорогостоящих материалов на более дешевые при их построении и изготовлении. Рассмотрен принцип регистрации отдельных параметров при изменении углов наклона или поворота органов управления. Рассмотрено назначение и изготовление кнопочных рамок МФИ, входящих в состав тренажеров. Приведен алгоритм основных этапов 3D-моделирования. Сделан вывод о целесообразности изготовления органов управления из пластика с использованием 3D-моделирования.

Ключевые слова: полунатурный моделирующий комплекс (ПМК), авиатренажер, самолет, органы управления, 3D-моделирование, 3D-печать, экономия, алюминий, пластик.

Maryin M.V., Maryin M.V.
Students
Scientific Advisor: ***Berkov N.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
RTU MIREA,
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF CONTROLS FOR AVIATION SIMULATORS AND SEMI-NATURAL MODELING COMPLEXES USING 3D-MODELING

Abstract. In this paper we analyze the purpose of semi-natural modeling complexes and flight simulators, consider some models of controls, the tasks they perform, the possibility of replacing expensive materials with cheaper ones in their construction and manufacture. The principle of registration of separate parameters at change of angles of inclination or rotation of controls is considered. The purpose and manufacturing of MFI button frames included in the simulators are considered. The algorithm of the main stages of 3D-modeling is given. It is concluded that it is expedient to manufacture controls from plastic with the use of 3D-modeling.

Keywords: semi-natural modeling complex (NMC), flight simulator, aircraft, controls, 3D modeling, 3D printing, economy, aluminum, plastic.

Введение

Целью работы является рассмотрение возможности замены использования станочного оборудование на современные технологии 3D-моделирования и 3D-печати при разработке органов управления (ОУ) для различных типов самолетов как военного, так и гражданского назначения.

Исследование данного вопроса будет основой для получения новых знаний, которые можно использовать при построении ПМК и авиатренажеров.

В отличие от существующий методов станочного изготовления органов управления для ПМК и авиатренажеров, предлагаемая методика позволит эффективно сократить время и стоимость на реализацию конечного продукта.

Содержание

Летные тренажеры и полунатурные моделирующие комплексы предназначены для решения большого спектра задач в области гражданской и военной авиации. Работа с тренажером является неотъемлемой частью обучения как для начинающих пилотов, так и для профессионалов. Целью использования симуляторов является ознакомление обучаемого с приборами, датчиками и дисплеями, а также его взаимодействие с машиной в различных условиях. Для этого необходимо максимально погрузить пилота в атмосферу реального полета и задействовать все органы чувств. Чтобы этого достичь, в тренажерах реализована имитация шумов, внекабинный обзор, вибрации, система подвижности, а органы управления работают под нагрузкой для максимальной передачи тактильных ощущений реального борта. Также активно используются полунатурные моделирующие комплексы для эргономического сопровождения разработки или модернизации летательных аппаратов. В ходе экспериментов на таких комплексах проводится эргономическая оценка процессов, средств и условий деятельности пилотов во время полета. На основе этих данных устанавливаются причины аварийных ситуаций во время полета – неисправность является недоработкой бортового оборудования или же ошибкой самих членов экипажа. Также полунатурное моделирование позволяет проводить исследования с целью модернизации летательного аппарата, например, автоматизации части операций, выполняемых во время полета, совершенствования систем отображения информации, создания систем диагностики.

Проектирование конструктивных частей узлов изделий выполняется в системах автоматизированного проектирования (САПР) с помощью 3D моделирования. Для таких задач подходят, например, «SolidWorks», «КОМПАС-3D», «Autodesk Inventor». Применение технологии 3D-моделирования позволяет упростить процесс разработки и изготовления узлов и механизмов, а также отслеживать изменения в версиях деталей и сборок.

Исходные данные для разработки симулятора предоставляет заказчик: техническое задание, габаритные 3D-модели реального борта, чертежи и руководства, необходимые для проектирования аналогичных изделий в симуляторе. Также по согласованию заказчик может предоставлять некоторые узлы, применяемые на производстве реального борта, если изделия подходят по техническим параметрам для применения в разработке симулятора.

На рис. 1 представлена 3D-модель фюзеляжа самолета, который заполнен органами управления и средствами отображения.

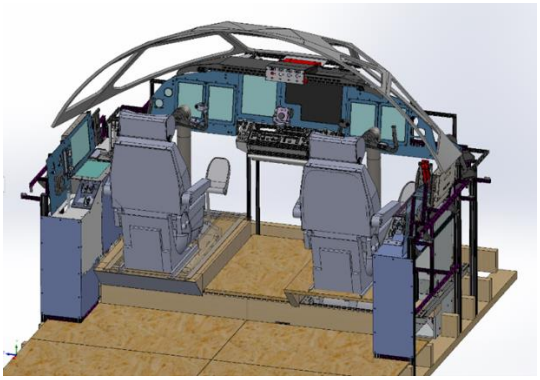


Рис. 1. Разработка рабочих мест командира и помощника командира экипажа симулятора в программе SolidWorks

Из многообразия органов управления приведем несколько примеров:

Примером органов управления механического типа является имитация РУДов (рычагов управления двигателем). Их задачей является имитация регулировки тяги двигателей летательного аппарата, при этом меняется, соответственно, скорость полета. Важной задачей является синхронизация органов управления в случаях их дублирования для двух членов экипажа. В данном примере для сопряжения РУДов тренажера была разработана такелажная система с использованием стальных тросов и роликов (рис. 2).

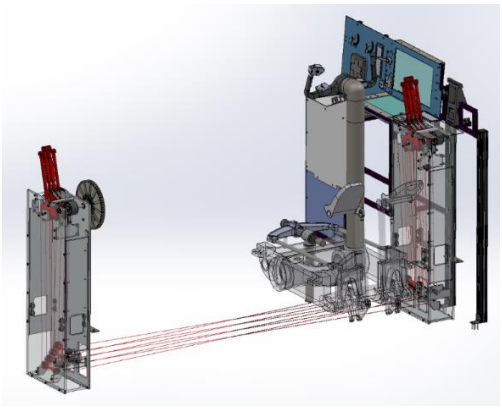


Рис. 2. 3D-модель блока РУДов (отмечена красным)

Изменение угла наклона каждого РУДа регистрируется угловым датчиком положения с линейной характеристикой (потенциометром) (рис. 3). Эта информация используется для обратной связи РУДов с программой, моделирующей полет.

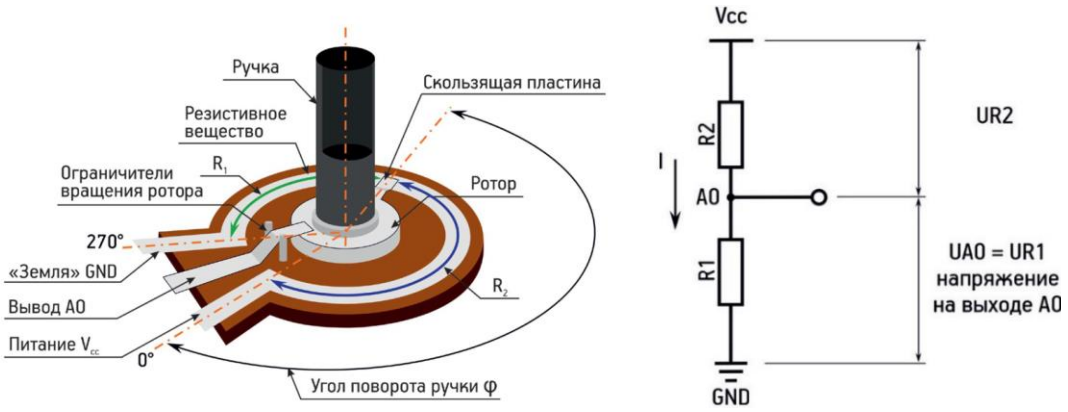


Рис. 3. Внутреннее устройство потенциометра [5]

Величина напряжения, подаваемого на выход A0, равна величине падения напряжения на резисторе R1:

$$U_{A0} = U_{R1} = I \cdot R_1 = \frac{V_{cc} \cdot R_1}{R_1 + R_2}, \quad (1)$$

где $\boldsymbol{U_{A0}}$ – величина напряжения на выходе A0; $\boldsymbol{U_{R1}}$ – величина падения напряжения на резисторе R1.

Если обозначить угол поворота ручки потенциометра как φ, то зависимость сопротивлений R1 и R2 от данного угла будет линейной (рис. 4).

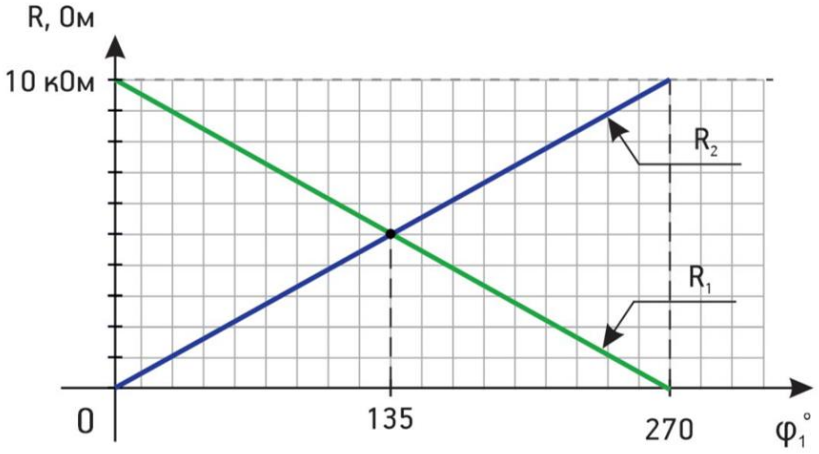


Рис. 4. Зависимость сопротивлений на плечах резистивной дуги от угла поворота ручки потенциометра [5]

Таким образом, учитывая линейную характеристику потенциометра, можно вычислить изменение выходного напряжения в зависимости от угла наклона РУДа, так как величина напряжения на контакте A0 пропорциональна углу φ (рис. 5).

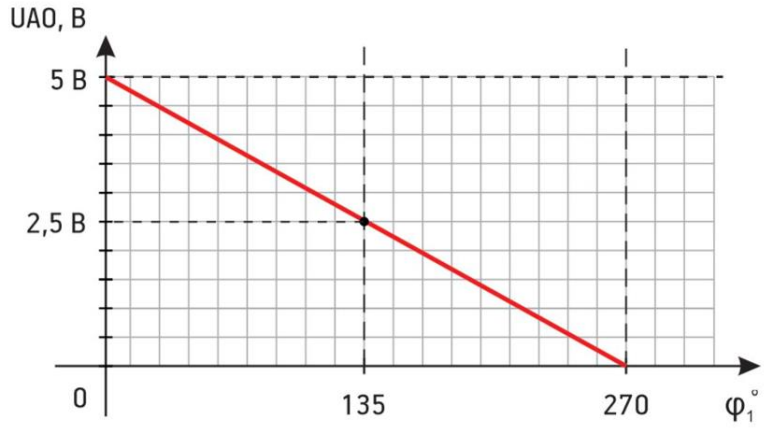


Рис. 5. Зависимость напряжения U_{AO} на аналоговом выходе АО от угла поворота ручки потенциометра [5]

R1 и R2 − сопротивления в плечах дуги, которые образуются между пластиной и контактами, соответствующим концам дуги. Соотношение этих сопротивлений определяет соотношение напряжений U_{R1} и U_{R2}:

$$\frac{U_{R2}}{U_{R1}} = \frac{R_1}{R_1+R_2}, \quad (2)$$

где $\boldsymbol{U_{R1}}$ и $\boldsymbol{U_{R2}}$ – напряжения на резисторах с сопротивлениями R1 и R2 соответственно;

Рычаги РУДов изготавливаются из листового 10мм алюминия Д16АТ с помощью лазерной резки. Головки изготавливаются методом FDM печати на 3D-принтере из пластика PETG (рис. 6, 7).

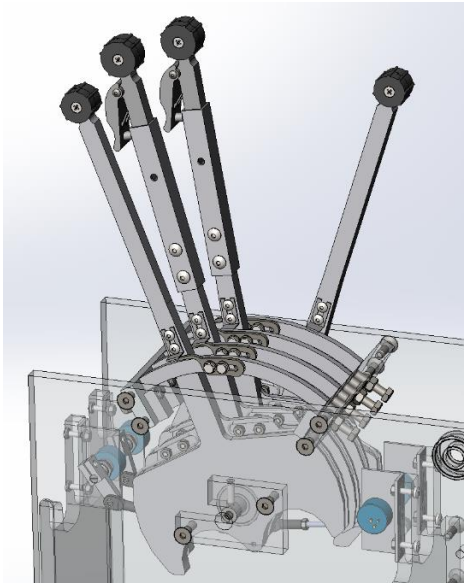


Рис. 6. Блок РУДов

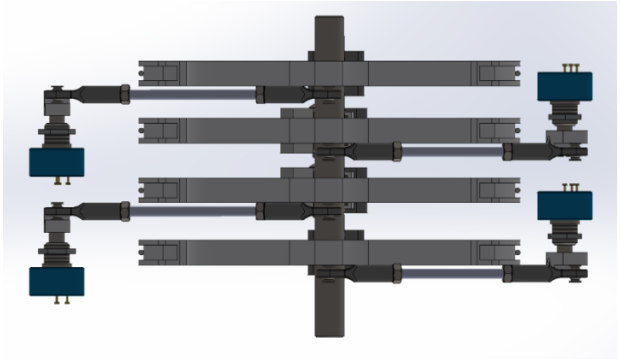


Рис. 7. Блок РУДов. Вид снизу

Технология 3D-моделирования позволяет проектировать и корпусные изделия. Например, рукоятка для управления угловыми положениями самолета в продольном и боковом каналах (рис. 8). Изделие обеспечивает выполнение следующих функций:

- Управление угловым положением объекта в продольной и боковой плоскостях с помощью ручек «Вниз-Вверх» и «Влево-Вправо», расположенных с правой стороны на боковой и на лицевой поверхности корпуса;
- Поканальное отключение управления с помощью кнопок-табло.

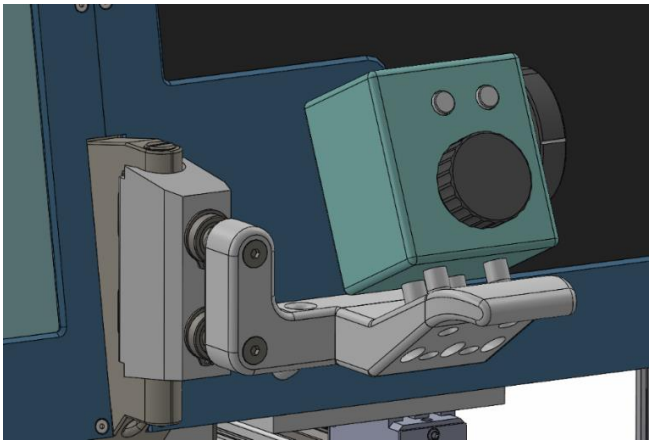


Рис. 8. Рукоятка управления

Рукоятка управления представляет собой корпус коробчатого типа с двумя маховиками. Корпус и маховики изготавливаются методом FDM печати на 3D-принтере из пластика ABS, затем подвергаются механической обработке для подготовки к покраске и окрашиваются аэрозольной акриловой краской. Внутри корпуса расположены два угловых датчика положения и плата с электронными компонентами – светодиодами и кнопками, выступающими на лицевую сторону корпуса (рис. 9).

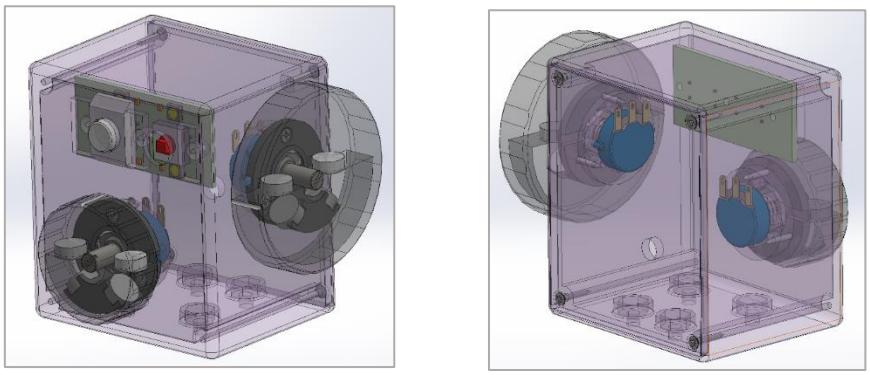


Рис. 9. Рукоятка управления в режиме «прозрачности»

Маховики, расположенные снаружи корпуса, имеют пружинный механизм и управляют потенциометрами, расположенными внутри корпуса. Пружинный механизм реализован с помощью системы, основанной на свойстве электромагнетизма – отталкивании магнитов с обращенными друг к другу одноименными полюсами. Неодимовые магниты внутри ручек и ответных частей симметрично расположены одноименными полюсами относительно друг друга. Происходит взаимная компенсация разнонаправленных крутящих моментов двух пар магнитов. Вычисление магнитных сил, вызванных полем нескольких цилиндрических магнитов, производится на основе дискретизации поверхности интегрирования (параллелепипеда) на элементарные площадки и численного интегрирования по этим площадкам (рис. 10).

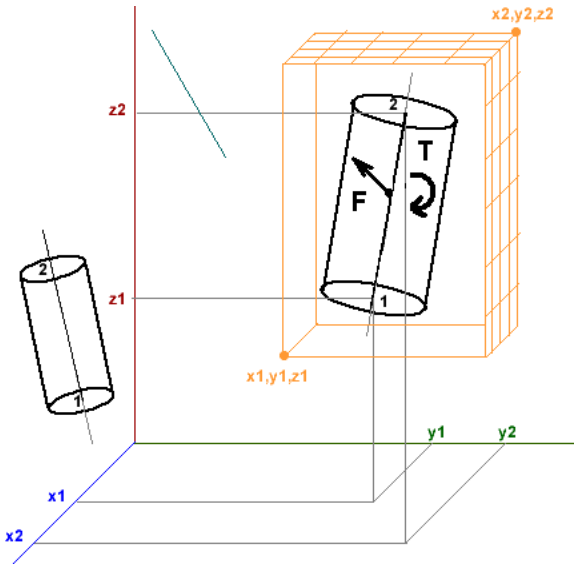


Рис. 10. Суммарная магнитостатическая сила, действующая на тела заключенные в данном объеме

Интегрирование ведется по поверхности, окружающей заданный объем

$$F = 0.5 \int \big(H(B \cdot n) + B(H \cdot n) - n(H \cdot B)\big) ds \,, \qquad (3)$$

где $\boldsymbol{F}$ – вектор магнитной силы; $\boldsymbol{B}$ и $\boldsymbol{H}$ – векторы индукции и напряженности суммарного магнитного поля от всех магнитов.

Суммарный момент магнитостатических сил, действующих на тела, заключенные в заданном объеме

$$T = 0.5 \int ([r \times H](B \cdot n) + [r \times B](H \cdot n) - [r \times n](H \cdot B))ds\,, \qquad (4)$$

где $\boldsymbol{T}$ – вектор магнитного момента; $\boldsymbol{r}$ и $\boldsymbol{n}$ – радиус вектор к центру элементарной площадки и нормаль к ее поверхности; $\boldsymbol{B}$ и $\boldsymbol{H}$ – векторы индукции и напряженности суммарного магнитного поля от всех магнитов.

Таким образом, пружинные устройства возвращают маховики в исходное положение автоматически, после снятия усилий на поворот. Ручки поворачиваются на угол до 45 градусов в обоих направлениях.

Неотъемлемой частью летного тренажера являются многофункциональные индикаторы (МФИ). Индикаторы предназначены для графического, цифрового и буквенного отображения информации членам экипажа, а также ввода параметров и команд управления работой бортового оборудования. Управление индикацией осуществляется с помощью кнопочного обрамления индикатора. МФИ с кнопочным обрамлением располагаются на рабочих местах штурмана-навигатора и штурмана-оператора (рис. 11, 12).

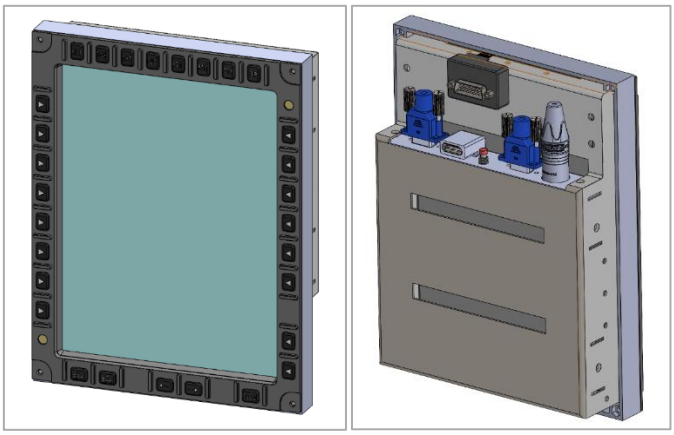


Рис. 11. Многофункциональный индикатор

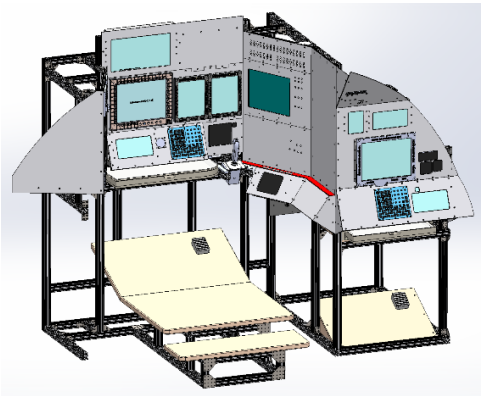


Рис. 12. Разработка рабочих мест штурманов для ПМК в программе SolidWorks

МФИ тренажера самолета представляют собой ЖК-мониторы с контроллером в металлическом корпусе в сопряжении с кнопочными рамками, состоящими из пластикового корпуса, платы с электронными компонентами (кнопками и светодиодами) (рис. 13).

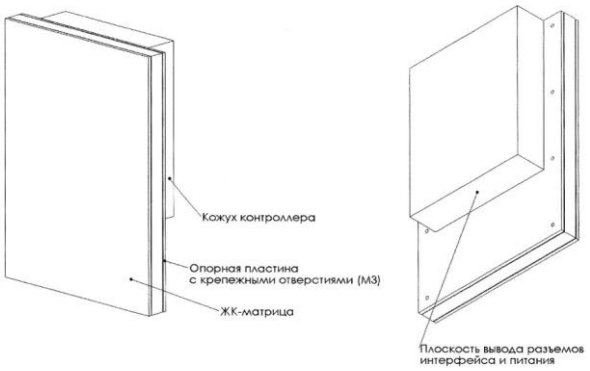


Рис. 13. ЖК-монитор (общий вид)

Корпус и кнопки таких изделий изготавливаются методом FDM печати на 3D-принтере из пластика PETG, затем подвергаются механической обработке для подготовки к покраске и окрашиваются аэрозольной акриловой краской. Надписи на кнопках наносятся с помощью технологии ультрафиолетовой печати на пластике. МФИ в режиме «прозрачности» (рис. 14).

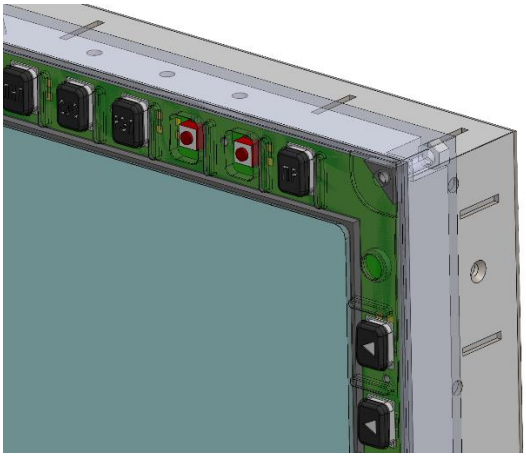


Рис. 14. МФИ в режиме «прозрачности»

Разработка корпусных и иных моделей вышеперечисленных органов управления позволяют заменить листовой алюминий на пластик ABS или PETG.

Техническим обоснованием применения пластика вместо алюминия является то, что ПМК и авиатренажеры, как правило, устанавливаются в стационарных отапливаемых помещениях. Требования к ним по климатическим и механическим воздействиям значительно облегчены по сравнению с

требованиями для изделия, находящегося в полете (ГОСТ В20.39.304-98), что и обеспечивает стойкость и живучесть применяемых материалов.

Приведем алгоритм основных этапов 3D-моделирования:

- Подготовка изображения чертежей или фотография объекта;
- Создание эскиза, который дает общее представление о том, как будет выглядеть модель;
- Определить технические требования к модели, в нашем случае: геометрические размеры, которые по требованиям эргономических исследований должны соответствовать размерам реального объекта;
- Выбор программы для 3D-моделирования, в нашем случае: SolidWorks;
- Моделирование базовой формы объекта с добавлением мелких деталей (выемки, выступы и другие элементы);
- Создать UV-развертку – спроецировать 3D-модель на 2D-плоскость;
- Создать и наложить текстуры на модель;
- Проверка моделей на ошибки, ее оптимизация и экспорт в нужном формате.

Созданная цифровая модель распечатывается на специализированных 3D-принтерах, в нашем случае: FDM принтер Flyingbear Ghost 5, с использованием пластика ABS или PETG (пруток диаметров 1,75 мм). После изготовления органов управления или корпусной модели они наполняются элементами, которые нельзя изготовить из пластика.

Предложенная методика изготовления органов управления из пластика введет к значительному удешевлению стоимости, сокращению времени разработки и изготовления в целом, а также обеспечивает стойкость и живучесть применяемых материалов.

Список литературы

1. Альшиц И.Я., Благов Б.Н. Проектирование деталей из пластмасс. М., Машиностроение, 1977.

2. ГОСТ РВ 20.39.304-98 «Требования стойкости к внешним воздействующим факторам»
URL:https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007913800/?ysclid=m8rncpldqj600704164

3. Меженин А. В. Технологии разработки 3D-моделей. Учебное пособие. – СПб; университет ИТМО, 2018.

4. Обработка авиационных комплексов методами полунатурного моделирования: Учеб. пособие Место издания Москва Изд-во МАИ Год издания 1993.

5. Электронный модуль «Потенциометр 10 кОм» URL: https://academy.evolvector.ru/pem10-105

Секция 12
ПЕРЕДОВЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Бушланова А.В.
студент
Научный руководитель: ***Петров П.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

МУФТА УПРУГАЯ СО ЗВЕЗДОЧКОЙ

Аннотация. В статье рассматривается конструкция упругого элемента для муфты в виде звездочки. Приводится принцип работы и описание области применения, а также производства упругого элемента с использованием аддитивных технологий. В статье анализируются основные проблемы, возникающие при 3D-печати для изготовления упругого элемента для муфты в виде звездочки. Рассмотрены основные проблемы, с которыми сталкиваются при 3D-печати упругих элементов, а также преимущества этой технологии, такие как возможность создания сложных геометрий и оптимизация конструкции. Основная цель исследования − улучшить процессы производства с помощью новых технологий, что повысит надежность и долговечность упругих элементов.

Ключевые слова: упругая муфта, аддитивные технологии, муфта со звездочкой, упругий элемент для муфты.

Bushlanova A.V.
Student
Scientific Advisor: ***Petrov P. A.,***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

ELASTIC COUPLING WITH SPIDER

Abstract. This article examines the design of an elastic element for a coupling in the form of a spider. The working principle and description of the application area are provided, along with the production of the elastic element using additive technologies. The article analyzes the main problems arising in 3D printing for the production of the elastic element for the coupling in the form of a star. The main challenges encountered in 3D printing of elastic elements are discussed, along with the advantages of this technology, such as the ability to create complex geometries and optimize designs. The primary objective of the research is to improve manufacturing processes through new technologies, thereby enhancing the reliability and durability of elastic elements.

Keywords: elastic coupling, additive technologies, jaw coupling, elastic element for coupling, spider coupling.

Введение

В машиностроении многое зависит от надежности отдельных компонентов, особенно тех, которые работают под нагрузкой. Один из таких элементов − упругая муфта со звездочкой [1-3]. Она помогает компенсировать отклонение от соосности валов, снижает динамические нагрузки и продлевает срок службы механизмов.

Традиционно такие муфты изготавливаются методом литья из резины или полиуретана. Однако у этого подхода есть свои минусы: детали изнашиваются со временем, зависят от внешних условий, а их замена требует времени и ресурсов. Именно поэтому сейчас все больше внимания уделяется новым технологиям, которые позволяют улучшить характеристики упругих элементов.

Одно из перспективных направлений − 3D-печать. Аддитивные технологии дают возможность создавать сложные формы, которые нельзя получить традиционными методами. Это позволяет не только снизить расход материалов, но и оптимизировать конструкцию для лучшего распределения нагрузки. Кроме того, использование современных композитных материалов повышает прочность и долговечность деталей.

В этой работе рассматриваются существующие методы производства упругих элементов, их недостатки, а также перспективы внедрения 3D-печати. Анализируется, какие преимущества она может дать в плане экономии, надежности и производительности, и как её можно адаптировать под требования ГОСТ и реальные нужды промышленности.

Описание упругого элемента для муфты

Муфта упругая – это специализированное устройство, которое помогает уменьшать резонансные колебания и динамические нагрузки в соосных валах. Используется для того, чтобы не перегружались механизмы, во время работы соединяя и разъединяя валы.

Звездочки полиуретановые – детали, заменяющие резинотехнические изделия, применяющиеся в различных отраслях промышленности и различного назначения. Полиуретановые звездочки входят в состав муфт.

Муфта со звездочкой применяется в промышленности для компенсации отклонения от соосности валов, снижение динамической нагрузки, защита всего механизма от преждевременного износа [4-6]. Одним из наиболее распространённых типов муфт является упругая муфта со звездочкой. Традиционные упругие элементы для муфты в виде звездочек изготавливаются путем использования стандартных методов литья и формовки. В настоящее время активное развитие происходит в области аддитивных технологий, поэтому адаптация формы упругого элемента идет уже под 3Д-печать. Кроме

того, аддитивные технологии имеют ряд преимуществ, что позволяет создавать сложные формы и уникальные внутренние заполнения(структуры), трудно реализуемые традиционными технологиями. Преимуществами 3D-печати является новые материалы, обладающие уникальными свойствами, настраиваемая структура и вариация заполнения, усовершенствование геометрии. Композитные материалы позволяют повысить прочность и долговечность упругого элемента, сохраняя при этом все свойства, прописанные в ГОСТ. Это улучшает систему, так как упругий элемент становится гибким в выборе геометрии с меньшими затратами на производство.

Традиционный метод изготовления-литье. Для производства упругого элемент для муфты существуют требования к упругим муфтам в РФ в соответствие со стандартами, например, ГОСТ 14084-93 и ГОСТ Р 50894-96. Данные стандарты распространяются на упругие муфты со звездочкой. Звёздочки по ГОСТ 14084-93 и ГОСТ Р 50894-96, выполняются с прямыми лучами (рис.) и изготавливаются из резины либо полиуретана различной твердости. Отметим, что ГОСТ Р 50894-96 устанавливает технические требования, контроль качества и методы испытаний, что помогает потребителям выбрать упругие элементы, соответствующие их потребностям и требованиям. В то же время производители упругих элементов должны соблюдать технические требования, что в свою очередь повышает безопасность и надежность механических систем [1].

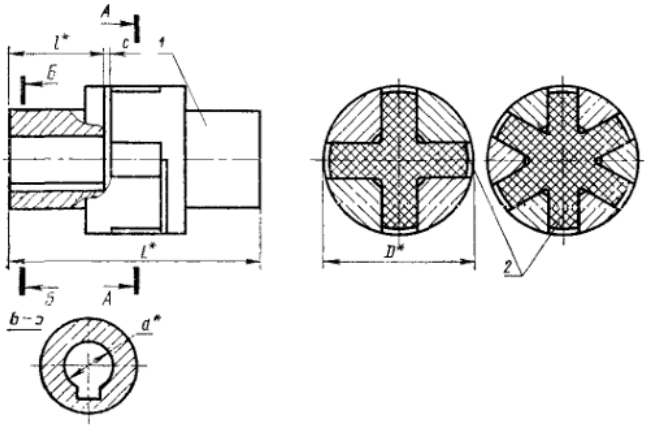


Рис. Общий вид муфты с упругим элементом [2]

Анализ существующих элементов показывает ряд недостатков: ограниченный срок службы эластичных элементов, зависимость от температурных и механических воздействий, высокая стоимость, а также сложность ремонта при частичном износе звездочки.

Применение методов ТРИЗ в устранении недостатков

Усовершенствование упругого элемента с течением времени идет в основном в сфере его геометрии. С появлением новой технологии, аддитивной, появляется потребность в развитие новой формы адаптированной к 3D-

печати. Создание упругого элемента аддитивными технологиями позволяет создавать новые сложные конструкции, внутренняя структура которых основана на топологической оптимизации. Но преимуществом 3D-печати является возможность создание сложных геометрий, которые невозможно или очень трудно изготовить традиционными методами. Это позволяет изготавливать упругие элементы для определенных требований потребителя, при этом не требуя больших затрат для создания как при традиционных технологиях.

Развитие конструкции упругого элемента для муфты в виде звездочки требует учета как технических усовершенствований, так и потребностей потребителя. Для повышения идеальности сначала необходимо проанализировать уже существующие недостатки, при этом геометрия должна учитывать метод изготовления и учитывать ГОСТ Р 50894-96. Так как упругий элемент повышает эффективность всей системы стоит применить методы ТРИЗ и SWOT анализ, чтобы улучшить его характеристики. SWOT анализ позволяет определить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы.

С точки зрения маркетингового анализа наблюдается рост спроса на детали с увеличенным сроком службы, а также возможностью быстрой замены изношенных элементов. Аддитивные технологии, такие как 3D-печать из полимеров, композитов и металлов, позволяют решать эти задачи, создавая облегченные конструкции с высокой прочностью, сложной геометрией и интегрированными функциональными зонами.

Всего в опросе участвовало 35 компаний. Исходя из полученных ключевых потребительских параметров, таких как: долговечность, простота монтажа и обслуживания, экономическая выгода, дизайн, устойчивость к перегрузкам и внешним воздействиям. Свод и подсчет голосов производился, исходя из опроса компаний, которые занимаются производством упругого элемента для муфты в виде звездочки, в количестве 26 компаний. А также учитывались голоса компаний, использующих в производстве упругие элементы, в количестве 9 компаний.

Основные параметры, которые определяют ценность упругого элемента в виде звездочки, представлены в таблице 1, каждый из параметров, оказывает прямое влияние на выбор потребителя. Это подтверждается опросом, который показывает, что все перечисленные характеристики, кроме дизайна, имеют определенную значимость для пользователей. Однако, самым значимым параметром, на который обращают внимание потребители, является долговечность упругого элемента.

Таблица 1

Определение ключевых потребительских параметров

Ключевой потребительский параметр	Количество голосов
Долговечность	18
Простота монтажа и обслуживания	6
Экономическая выгода	7
Дизайн	0
Устойчивость к перегрузкам и внешним воздействиям	4

Долговечность упругого элемента напрямую влияет на надежность всего механизма. Чем дольше он сохраняет свои свойства, тем реже приходится его менять, а значит, снижаются затраты на обслуживание и уменьшаются простои оборудования. Это особенно важно в условиях интенсивной эксплуатации, где каждая поломка может привести к серьезным потерям.

Качественный упругий элемент должен выдерживать постоянные нагрузки, вибрации, перепады температур и другие внешние воздействия, не теряя своих характеристик. Достигается это за счет правильного подбора материалов, оптимальной конструкции и современных технологий производства.

Маркетинговый анализ показывает, что растёт спрос на детали с увеличенным сроком службы и возможностью быстрой замены изношенных элементов. Это особенно важно для отраслей, где простои оборудования ведут к серьёзным потерям, например, в машиностроении, авиации и медицине. Компании и пользователи хотят получать надёжные компоненты, которые служат дольше, требуют меньше обслуживания и легко заменяются при необходимости.

Решить эти задачи помогают аддитивные технологии, такие как 3D-печать. Они позволяют создавать облегчённые, но прочные конструкции со сложной геометрией. Такой подход даёт производителям производить детали по необходимым для потребителя требованиям, снижает расход материалов и сокращает сроки выпуска новых деталей.

Кроме того, 3D-печать ускоряет процесс разработки и прототипирования, а значит, компании могут быстрее тестировать и внедрять новые решения. Это особенно важно в условиях быстро меняющегося рынка, где гибкость и скорость реакции на спрос становятся ключевыми факторами конкурентоспособности.

SWOT анализ – это метод оценки перспектив продукта или компании с учётом сильных и слабых сторон, внешних возможностей и угроз. Был разработан Кеннетом Эндрюсом (Kenneth Andrews) и Вильям С. Смит (William S. Smith) в 1960-х годах в Гарварде. Разберем на примере фотополимерной 3D-печати упругого элемента для муфты в виде звездочки (Таблица 2).

Таблица 2

SWOT-матрица проекта

	+	-
Внутренние	1. Сложная геометрия. 3D-печать позволяет производить элементы с оптимизированной формой. 2. Индивидуальная настройка. Изготовление деталей под конкретные требования. 3. Быстрое прототипирование. Возможность мгновенной доработки конструкции. 4. Снижение расхода материала и времени. Аддитивные технологии минимизируют объем использованного материала по сравнению с традиционными методами. 5. Гибкость производства Выпуск малых партий или уникальных изделий без дополнительных затрат на оснастку.	1.Ограничения по материалам Аддитивные технологии не всегда обеспечивают необходимую механическую прочность, термостойкость и устойчивость к износу. 2. Высокая себестоимость производства 3D-печать может быть дороже при массовом производстве по сравнению с традиционными методами. 3. Ограничения по размерам деталей Производственные возможности 3D-принтеров могут не позволять печатать крупногабаритные элементы. 4. Необходимость постобработки Требуется дополнительная обработка для улучшения механических характеристик и точности формы.
Внешние	1.Индивидуализация продукции: Производство деталей под конкретные требования заказчика. 2. Развитие и разнообразие материалов Появление новых композитных и улучшенных полимерных материалов. 3. Автоматизация производства Внедрение роботизированных систем печати. Расширение рынка Применение технологии в различных отраслях.	1. Высокая стоимость оборудования Первоначальные инвестиции в 3D-принтеры и расходные материалы. 2. Конкуренция с традиционными методами Более дешевые и проверенные способы производства. 3. Ограничения по температуре и нагрузке Некоторые материалы могут не выдерживать экстремальные условия. [7] 4.Технологические ограничения: Проблемы с точностью и повторяемостью размеров при массовом производстве.

Применение инструментов ТРИЗ [7] позволяет устранить недостатки, и, стоит отметит, что использование аддитивных технологий открывает новые возможности для повышения эксплуатационных характеристик, например, прочность, долговечность и т.д.

Согласно законам развития технических систем ТРИЗ (Теория решения инженерных задач), прогресс идет в сторону повышения долговечности и функциональной гибкости конструкции. Это предполагает переход от традиционных сплошных элементов к аналогичным решениям и усовершенствовании формы изделия, произведенными методом аддитивный технологий [3].

Разделим упругий элемент на части, для того чтобы рассмотреть функции каждой из них, которые зависят от распределения нагрузок.

Центральная часть: предотвращает перекосы в соосных валах, служит каркасом, обеспечивающим устойчивость и прочность.

Выпуклая часть зубчика: компенсирует радиальные и угловые смещения, соединяет части левой и правой полумуфты, передает крутящий момент.

Поверхность упругого элемента: амортизирует ударные нагрузки, эффективно распределяя их по поверхности.

Внутренняя часть зубчика: защищает от агрессивных условий эксплуатации.

Если рассматривать с точки зрения законов развития технически систем, то одним из возможных путей модернизации является принцип сфероидальности. Суть в том, чтобы изменить традиционную геометрию упругого элемента муфты, сделав его форму более оптимальной.

Благодаря изменению формы можно не только уменьшить затраты, но и улучшить характеристики детали: она становится легче, прочнее и долговечнее. Кроме того, использование методов вроде 3D-печати или высокоточной обработки помогает создавать сложные формы без лишних отходов, что тоже экономит ресурсы. Оптимизируя форму, нагрузка распределяется равномерно, и повышается работа всего механизма.

Заключение

Таким образом, прогнозируемое развитие конструкции упругой муфты со звездочкой включает применение аддитивных технологий для создания облегченных и прочных конструкций. Эти изменения позволят повысить надежность и конкурентоспособность муфты, соответствуя современным требованиям промышленности.

3D-печать открывает новые перспективы в производстве упругих элементов. Она позволяет создавать сложные формы, оптимизировать структуру деталей и использовать прочные композитные материалы. Это делает изделия более долговечными, снижает затраты на производство и упрощает процесс замены. Кроме того, аддитивные технологии позволяют быстро разрабатывать и тестировать новые конструкции, что особенно важно в условиях стремительно меняющегося рынка.

Анализ потребностей показал, что главными требованиями к упругим элементам являются долговечность, простота монтажа и экономическая выгода. 3D-печать позволяет удовлетворить эти запросы, предлагая гибкие и технологичные решения.

Список литературы

1. Богачев В.Н., Аникина В.С. Определение условия равнопрочности упругих элементов в упруго-компенсирующей лепестковой муфте. // Инженерный вестник. 2014. № 9. С. 2.
2. ГОСТ Р 50894-96. Муфты упругие со звездочкой. Технические условия.
3. Граков С.А. Упругие муфты для снижения динамических нагрузок в приводах машин. // Динамика систем, механизмов и машин. 2018. Том 6, № 1. С.40-44.
4. Лысенко А.П., Ярцев Б.А. Композитные упругие муфты. Труды Крыловского государственного научного центра. 2018; 1(383): 13–28.
5. Паршукова Н.Ю., Коробейников К.А. Увеличение компенсирующей возможности усовершенствованной муфты с торсионом // Дни науки-2013: тезисы докладов XIII науч.-практ. конф. В 2 т. – Озерск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2013. – Т. 2. – С. 105-106.
6. Ряховский О.А., Иванов С.С. Справочник по муфтам. – Ленинград: Политехника, 1991.
7. Теория решения изобретательских задач. Учебное пособие I уровня: учебно-методическое пособие / А.А. Гин, А.В. Кудрявцев, В.Ю. Бубенцов, А. Серединский. – 3-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2017. – 64 с.

Артемьев Г.К.
студент
Научный руководитель: ***Типалин С.А.***
к.т.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ИЗМЕНЕНИЕ ТОЛЩИНЫ И НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЛОЕВ БИМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ВЫТЯЖКЕ

Аннотация. Изучен процесс осесимметричной вытяжки биметаллической заготовки в программном комплексе QForm, в частности изменение толщины и напряженного состояния каждого слоя биметалла. Состоящего из нержавеющей стали 12Х18Н10Т и АМг6, при вытяжке цилиндрической детали с сферическим дном.

Ключевые слова: биметалл, многослойная заготовка, утонение слоев, осесимметричная вытяжка, изменение толщины, напряженное состояние.

Artemyev G.K.
Student
Scientific Advisor: ***Tipalin S.A.***
Candidate of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

CHANGING THE THICKNESS AND STRESS STATE OF THE BIMETALLIC BILLET LAYERS DURING DRAWING

Abstract. The process of axisymmetric extraction of a bimetallic billet in the QForm software package has been studied, in particular, the change in thickness and stress state of each bimetal layer. Consisting of stainless steel 12X18H10T and AMg6, when drawing a cylindrical part with a spherical bottom.

Keywords: bimetal, sheet metal, thinning, axisymmetric drawing, thickness change, tense state.

Введение

Использование биметаллических изделий все активнее применяется в современных конструкциях. Особенно активно используется сочетание алюминий – сталь, из-за большой разницы свойств этих материалов [4, 6, 9]. В процессе осесимметричной вытяжки биметаллической заготовки, происходит изменение толщины биметаллического листа в целом и каждого слоя отдельно. Данное изменение толщины преимущественно выражается в виде утонения в области дна и утолщении на фланце заготовки [1]. Вместе с выше сказанным, в каждом слое возникает напряженно-деформированное состояние, изучение которого является ценной информацией для контроля толщины заготовки после вытяжки, что в последствии может помочь в изготовлении более точных заготовок для достижения требуемых параметров конечного изделия.

Целью исследования является анализ напряженно-деформированного состояния с учетом изменения толщины слоев заготовки с различным сочетанием стального слоя марки 12Х18Н10Т и алюминиевого сплава АМг6 в процессе осесимметричной вытяжки.

Для достижения данной цели процесс вытяжки был промоделирован в программном комплексе QForm при различном расположении слоев, устанавливая заготовку алюминиевым слоем на матрицу, а стальным к пуансону, и с изменением расположения слоев в заготовки.

Основная часть

Для получения результата воспользуемся численным моделированием процесса осесимметричной вытяжки в программном комплексе CAE-моделирования QForm. В качестве объекта исследования была взята биметаллическая заготовка с общей толщиной 9 мм с слоями из алюминиевого сплава АМг6 и нержавеющей стали 12Х18Н10Т, толщиной 4 мм и 5 мм соответственно из которой посредством вытяжки получают цилиндрическую деталь с сферическим дном (рис. 1).

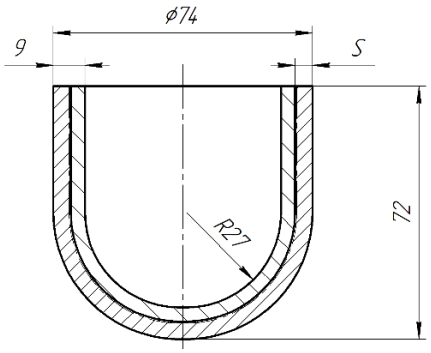


Рис. 1. Чертеж биметаллической заготовки

Расчет напряженно-деформированного состояния заготовки общей толщиной 9 мм был выполнен в двух вариантах. В первом варианте при наружном расположении слоя из алюминиевого сплава, в втором варианте соответственно при внутреннем расположении данного слоя. Температура заготовки 20 °С, толщина слоев материала АМг6 – 4 мм, 12Х18Н10Т – 5 мм.

Результаты моделирования

В результате моделирования первого варианта, где слой из алюминиевого сплава внутри, а стальной слой снаружи были построены графики изменения значений толщины в процентах от первоначальной и графики среднего напряжения в МПа по мере удаления от центра заготовки к периферии. Полученные кривые для каждого варианта обозначены на графиках следующим образом: Внутр.(толщ.) – внеш.(толщ.). Например обозначение АМг6(4)-12Х18Н10Т(5), означает что кривая принадлежит варианту расчета, где внутренним слоем является алюминиевый сплав АМг6 толщиной 4 мм, а внешним соответственно является стальной слой 12Х18Н10Т толщиной 5 мм.

По графикам видно, что наибольшие деформации претерпевает стальной слой при наружном расположении. Напряжения преимущественно растягивающие. Максимальное утонение наблюдается в зоне постепенного перехода от цилиндрического участка к сферической области и составляет 14,7% (Рис. 2, 6)

В свою очередь внутренний слой из алюминиевого сплава АМг6 в основном претерпевает деформации по увеличению толщины, сосредоточенной в цилиндрической части. Преобладающими напряжениями являются сжимающие. Максимальное утолщение данного слоя составляет 8,3% (Рис. 3, 5).

При втором варианте расчета с внешним расположением слоя из алюминиевого сплава АМг6 и внутреннем расположением стального слоя 12Х18Н10Т по всей заготовке наблюдается утонение алюминиевого слоя. В области кромки заготовки утонение минимально, так как слой затягиваясь в торовую часть матрицы испытывает напряжения сжатия компенсирующие, но не превышающие напряжения растяжения. Максимальное утонение слоя составляет 22,5% от первоначальной толщины (рис. 3, 5).

В свою очередь внутренний слой из стали 12Х18Н10Т посредством напряжений растяжения утоняется в донной части и в зоне постепенного перехода от цилиндрического участка к сферической области. Из-за деформации в процессе вытяжки фланца и в следствии чего интенсивности тангенциальных напряжений, возникают сжимающие деформации в окружном направлении приводящие к утолщению в цилиндрической части заготовки. Максимальное утолщение данного слоя составляет 2,9% (Рис. 2, 6).

Суммарная толщина заготовки, полученная сложением толщины двух слоев показана на рисунке 4.

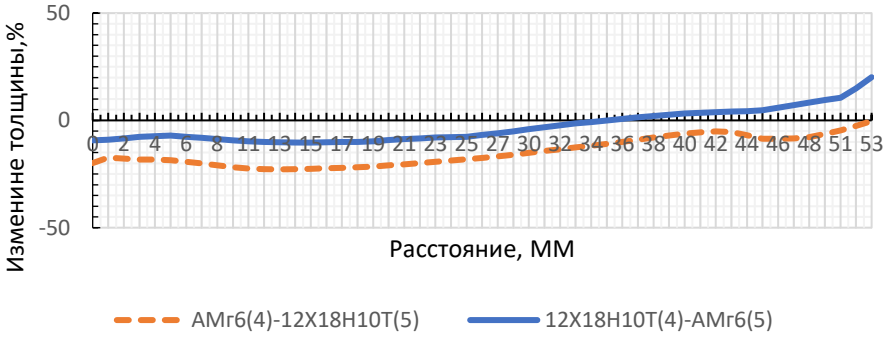


Рис. 2. Графики изменения толщины слоя 12Х18Н10Т (начальная толщина S=5мм)

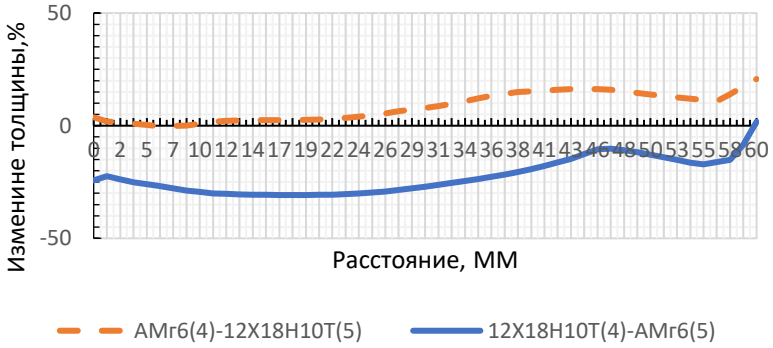


Рис. 3. Графики изменения толщины слоя АМг6 (начальная толщина S=4мм)

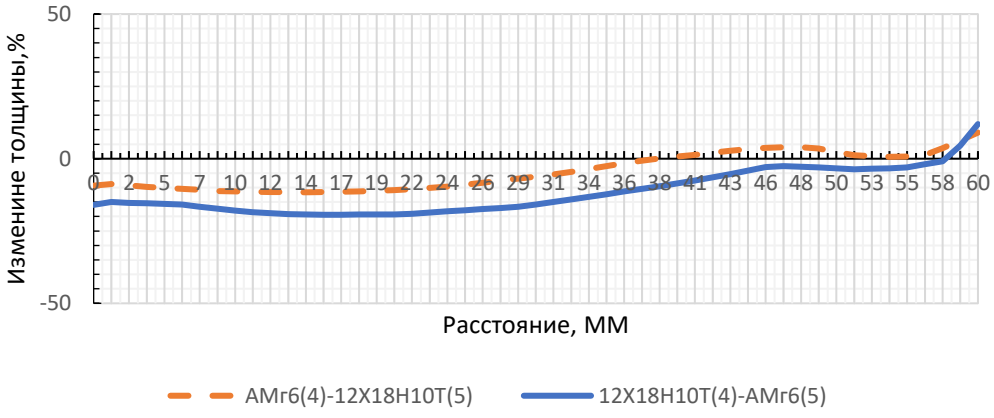


Рис. 4. Графики изменения суммарной толщины

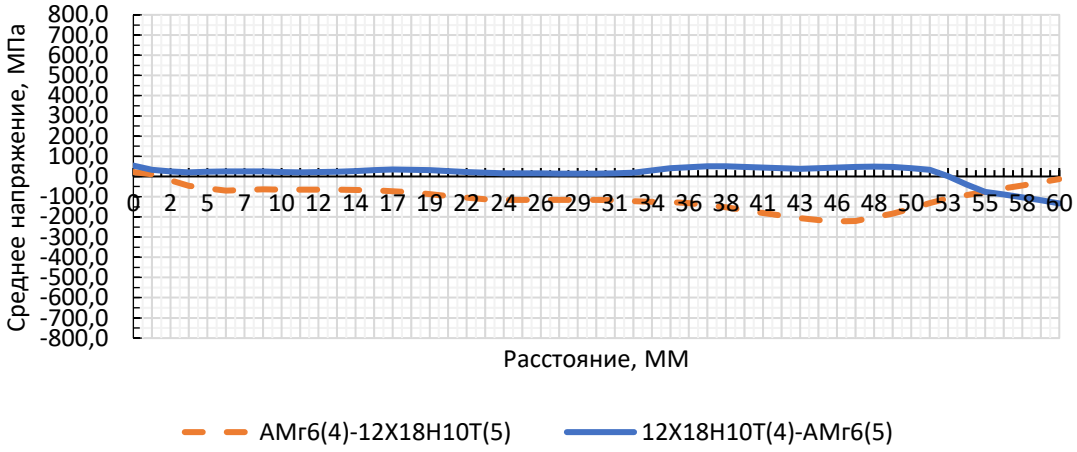


Рис. 5. Изменение среднего напряжения слоя АМг6 (начальная толщина S=4мм)

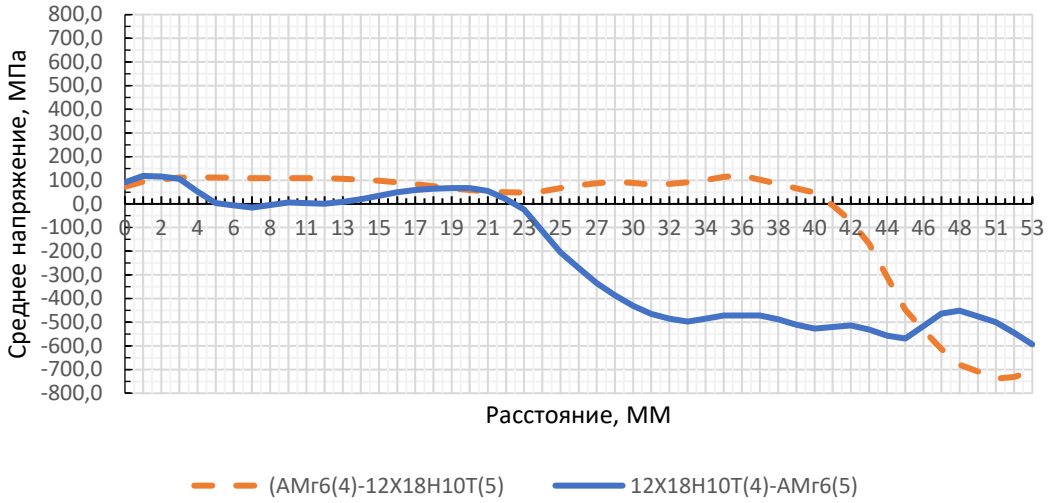


Рис. 6. Изменение среднего напряжения слоя 12Х18Н10Т (начальная толщина S=5мм)

Сводные величины максимального изменения толщины при различном сочетании внутренних и внешних слоев, и изменения суммарной толщины представлено в таблице 1.

Таблица 1

Максимальные отклонения значений по толщине при деформации заготовки

Вариант биметалла	Изменение толщины внутреннего слоя., %	Изменение толщины внешнего слоя, %	Изменение толщины суммар., %
АМг6 (внутренний слой толщиной 4 мм)- 12Х18Н10Т(внешний слой с толщиной 5 мм)	8,3	-14,7	-4,5
12Х18Н10Т(внутренний слой толщиной 5 мм)-АМг6(внешний слой толщиной 4 мм)	-2,9	-22,5	-11,6

Сводные величины средних значений изменения среднего напряжения внутренних и внешних слоев при различном сочетании представлено в таблице 2.

Таблица 2

Максимальные отклонения значений по среднему напряжению при деформации заготовки

Вариант биметалла	Изменение среднего напряжения внутреннего слоя, МПа	Изменение среднего напряжения внешнего слоя, МПа
АМг6 (внутренний слой толщиной 4 мм) – 12Х18Н10Т(внешний слой с толщиной 5 мм)	-105,05	-44,33
12Х18Н10Т(внутренний слой толщиной 5 мм) – АМг6(внешний слой толщиной 4 мм)	-234,43	15,71

Заключение

Расширение спектра использования биметалла заставляет производителей более внимательно относиться к возникающим в процессе деформации изменение толщин слоев и остаточным напряжениям. Максимальное утонение заготовки из сочетания слоев алюминия марки АМг6 и стали 12Х18Н10Т составляет около 4,5%. При изменении расположения слоев с наружного на внутренний утонение увеличивается и составляет около 11,6%. В связи с этим можно констатировать что нельзя просто пользоваться усредненными характеристиками материала, а нужно учитывать чередование слоев относительно инструмента.

Список литературы

1. Битков В.В. Оценка неоднородности деформации при пластической обработке осесимметричных биметаллических изделий // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2011. – №5. С.3-12
2. Емельянов В.В., Сосенушкин Е.Н. Анализ напряженно-деформированного состояния биметаллической заготовки в процессе ротационной вытяжки конических деталей с утонением стенки // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2018. – №3. С.10-18
3. Емельянов В.В. Повышение производительности изготовления конического переходника из двухслойной листовой заготовки ротационной вытяжкой с принудительным переутонением // Диссертация на соискания ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.02.09 Технологии и машины обработки давлением. Москва 2021г. 169 с.
4. Первухина О.Л., Денисов И.В. Двухслойные стали для ответственных металлоконструкций /Известия Волгоградского государственного технического университета. 2020. № 11 (246). С. 46-52.
5. Судник Л.В., Петров И.В., Галиновский А.Л., Колпаков В.И., Моисеев В.А. Перспективные направления применения биметаллов в машиностроении /Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2015. № 2 (310). С. 80-88.

6. Типалин С.А. Численное исследование процесса пластического изгиба вариантов биметаллической полосы с композицией 12Х18Н10Т-АМГ6 / Технология легких сплавов. №1, 2016 С.144-149
7. Типалин С.А., Кучковский Ю.П., Сапрыкин Б.Ю., Типалина А.В. Исследование деформирования биметалла с использованием программного комплекса AUTOFORM / Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2017. № 8. С. 34-37
8. Типалин С.А., Калпин Ю.Г., Куприянова Н.А. Особенности расчета силовых параметров правки биметаллических листовых заготовок / Черные металлы, №11, 2023. С 42-46

Богуш М.М., Шабалова А.Д., Сорокина К.А.
студенты
Научный руководитель: ***Балашов В.Н.***
к.т.н., профессор
Московский политехнический университет
Россия, Москва

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ФОТОПОЛИМЕРНОЙ ПЕЧАТИ

Аннотация. В статье рассмотрены факторы, влияющие на качество изделий, изготовленных методом LCD-печати. Установлена зависимость величины полимеризационной усадки от технологических параметров печати. Предложена схема экспериментальной установки фотополимерного принтера, позволяющая более точно контролировать процесс печати. Описание методов управления ключевыми факторами, такими как световая мощность и скорость печати, направлено на повышение точности и стабильности получаемых изделий. Результаты работы имеют практическое значение для повышения качества изделий в производственных процессах, связанных с использованием 3D-печати.

Ключевые слова: LCD-печать, полимеризационная усадка, технологические параметры, фотополимерный принтер, точность печати, методы управления, производственные процессы.

Bogush M.M., Shabalova A.D., Sorokina K.A.
Students
Russia, Moscow
Scientific Advisor: ***Balashov V.N.***
Candidate of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

ENSURING THE ACCURACY OF PHOTOPOLYMER PRINTING

Abstract. This article examines the factors affecting the quality of products made using LCD printing. A dependence between polymerization shrinkage and printing technological

parameters is established. A schematic design of a photopolymer printer experimental setup is proposed to more accurately control the printing process. Methods for controlling key factors, such as light intensity and printing speed, are discussed to improve the accuracy and consistency of the printed products. The results have practical significance for enhancing the quality of products in manufacturing processes involving 3D printing.

Keywords: LCD printing, polymerization shrinkage, technological parameters, photopolymer printer, printing accuracy, control methods, manufacturing processes.

В машиностроении применяется широкий спектр методов изготовления деталей. Традиционно обработка ведётся путём удаления избыточного материала с заготовки, что позволяет постепенно достичь требуемой формы и размеров. Однако в последнее десятилетие активно развиваются аддитивные технологии (АМ), в частности 3D-печать, предлагающая альтернативные подходы к созданию сложных изделий.

Среди множества методов 3D-печати наиболее распространены три: послойное наплавление (FDM), селективное лазерное спекание (SLS) и фотополимерная печать. Наивысшую точность среди них обеспечивает фотополимерная печать (LCD), достигая допусков в пределах ±25 мкм. В отличие от традиционных методов, применение прочных композитных фотополимеров позволяет значительно снизить стоимость производства геометрически сложных изделий.

Однако одним из основных ограничений метода LCD является возникновение усадки, которая может приводить к деформации напечатанных изделий. Причины появления усадки при отверждении фотополимера обусловлены множеством факторов, включая его химический состав, параметры печати и условия постобработки. Установление закономерностей влияния параметров печати на величину остаточных напряжений позволит значительно повысить точность изделий.

В данной работе рассматривается влияние технологических факторов печати на величину усадки изделий. Предложен метод корректировки угловых размеров с помощью поправочного коэффициента, а также выявлена значимость постобработки для ускорения процесса усадки.

1. Проблематика

Одним из ключевых факторов, ограничивающих точность фотополимерной печати, является усадка (рисунок 1) материала во время полимеризации. При переходе фотополимера из жидкого состояния в твердое происходит изменение агрегатного состояния вещества, что может привести к деформациям и внутренним напряжениям. Величина усадки зависит от химического состава материала, параметров печати (интенсивность и продолжительность засветки) и условий постобработки.

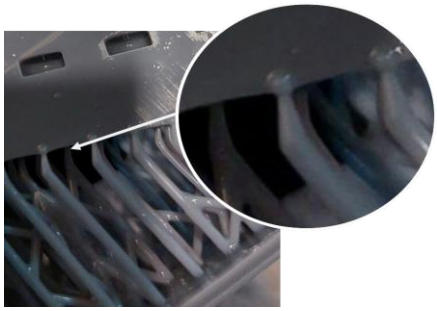


Рис. 1. Пример усадки материала

Неравномерность усадки усугубляется эффектом градиента полимеризации: верхние слои, получающие больше энергии, затвердевают быстрее, чем нижние, что приводит к накоплению напряжений и возможной деформации.

Качество и стабильность печати во многом определяются условиями внутри рабочей камеры и параметрами постобработки. Температурные колебания, влажность и механические вибрации могут повлиять на равномерность засветки и качество отверждения материала. Например, высокая температура ускоряет полимеризацию, но также может привести к увеличению усадки и образованию внутренних дефектов.

Постобработка, включающая промывку, сушку и финальную засветку, также играет важную роль. Неполное отверждение материала может вызвать дальнейшие изменения размеров изделия, а чрезмерная экспозиция ультрафиолетом − привести к его хрупкости. Оптимизация параметров постобработки позволяет снизить остаточные напряжения и повысить долговечность изделий [1].

Нарушение геометрии и размеров деталей в процессе печати и эксплуатации может иметь серьезные последствия, особенно для функциональных и высокоточных изделий [2]. Например, в стоматологии и медицине это может привести к отказу системы, неправильной работе механизма или даже поломке устройства. В ювелирной отрасли, где точность и симметрия критичны, любые отклонения могут сделать изделия непригодными для продажи или использования.

Нарушение целостности детали может вызвать дополнительные проблемы, такие как повреждения или нарушение работы смежных элементов. Также важно учитывать, что деформация может привести к ухудшению механических свойств материала, таких как прочность или жесткость. Эти проблемы требуют решения на всех уровнях − от выбора материала и конструктивных особенностей до параметров печати и постобработки.

Решение данной проблемы требует комплексного подхода, включающего оптимизацию всех этапов производственного процесса: от проектирования 3D-модели до финальной постобработки. Разработка методов компенсации усадки, совершенствование систем засветки, повышение стабильности параметров печати и постобработки, а также корректировка модели с учетом возможных деформаций − все это является необходимыми шагами

для обеспечения высококачественного и точного производства фотополимерных изделий.

2. Объект и методы исследования

2.1. Объект исследования

Объектом данного исследования является технология засветки, применяемая в фотополимерных 3D-принтерах [3]. Эта технология играет ключевую роль в обеспечении точности печати, так как непосредственно влияет на процесс отверждения фотополимера, а следовательно, и на геометрию, а также качество напечатанных изделий. Основное внимание уделяется анализу типов матриц подсветки, используемых в современных фотополимерных принтерах, их воздействию на равномерность засветки, стабильность интенсивности света и влиянию этих факторов на итоговые характеристики изделий.

В качестве исследуемых объектов были выбраны два типа матриц подсветки: параллельные и трапециевидные. Различия между этими типами матриц влияют на распределение светового потока (рисунок 2) по рабочей области принтера, что, в свою очередь, отражается на точности и качестве печати. Исследования направлены на определение оптимальных параметров работы данных матриц, включая напряжение, температуру, продолжительность прогрева, а также выявление оптимальных значений для повышения точности печатных изделий.

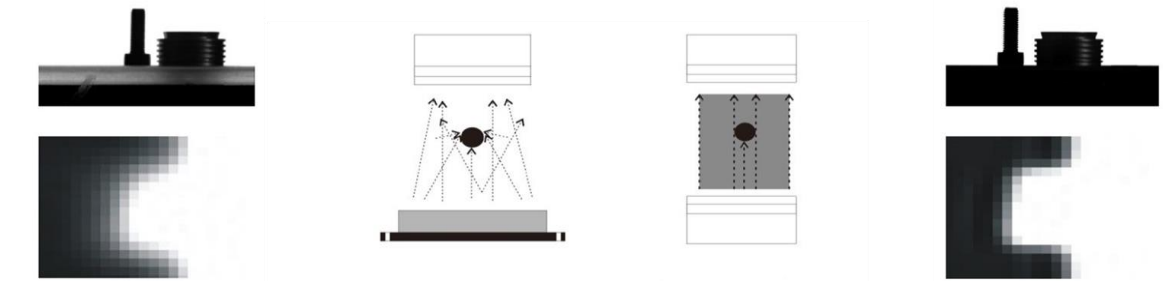


Рис. 2. Распределение светового потока на разных типах матриц

2.2. Методы исследования

Принцип фотополимерной печати заключается в поэтапном затвердевании жидкого свет отверждаемого полимера. Для этого платформа, на которой формируется изделие, опускается в ванну с прозрачным дном, заполненную фотополимером (рисунок 3).

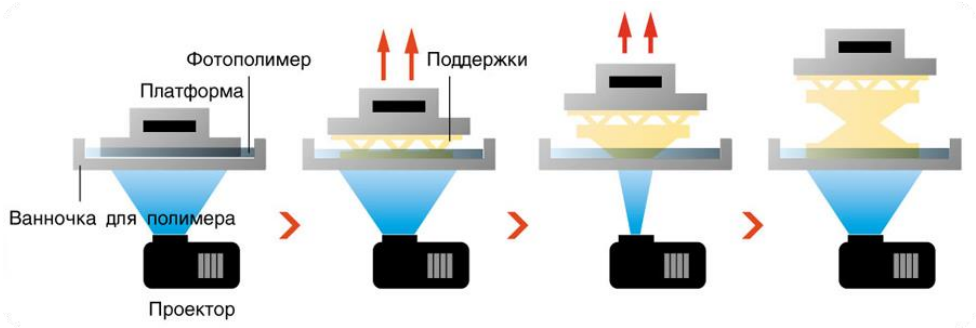


Рис. 3. Устройство фотополимерного принтера

Между дном ванны и платформой остаётся зазор в несколько микрометров. Под ванной расположена воспроизводящая матрица, создающая изображение, а под ней − световая матрица, испускающая мощный световой поток. При включении световой матрицы воспроизводящая матрица формирует изображение слоя, через который проходит свет и воздействует на фотополимер. В результате слой полимера затвердевает, после чего платформа поднимается на высоту следующего слоя, и процесс повторяется [4].

Для оценки размеров образца, сформированного на различных типах матриц, применялся визуально-оптический метод контроля. Этот метод основан на наблюдении за деталями и изделиями в видимом спектре с использованием оптических приборов, обеспечивающих полное отображение исследуемой области. В частности, анализ изображения проводился с помощью инструментального микроскопа (рисунки 4, 5).

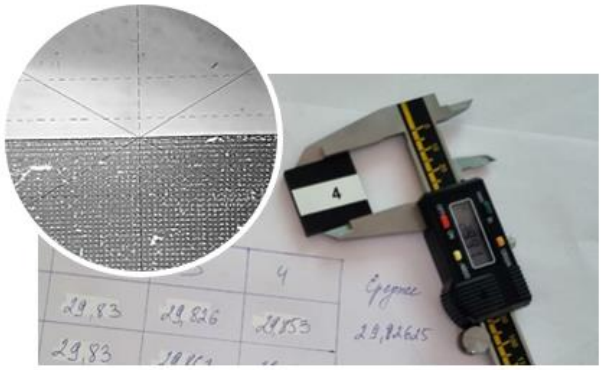


Рис. 4. Исследуемый образец



Рис. 5. БМИ-1 микроскоп

3. Исследовательская часть

3.1. Выявление оптимальных параметров мощности, при которых будет происходить равномерная усадка.

Одним из ключевых факторов, влияющих на точность печати, является усадка материала. В ходе исследования было выявлено, что усадка происходит неравномерно, что может приводить к отклонениям в размерах и деформации готовых изделий.

Результаты экспериментов показали, что скорость и степень усадки зависят от параметров экспонирования. Более щадящие режимы засветки способствуют равномерному распределению остаточных напряжений, что снижает деформацию. Однако после завершения печати детали продолжают усаживаться в течение нескольких часов, что необходимо учитывать при проектировании изделий.

Фактором равномерности усадки по всем направлениям является наибольшая сходимость кривых на графиках (рисунок 6). Каждая кривая соответствует своему параметру мощности, на которых изготавливался образец.

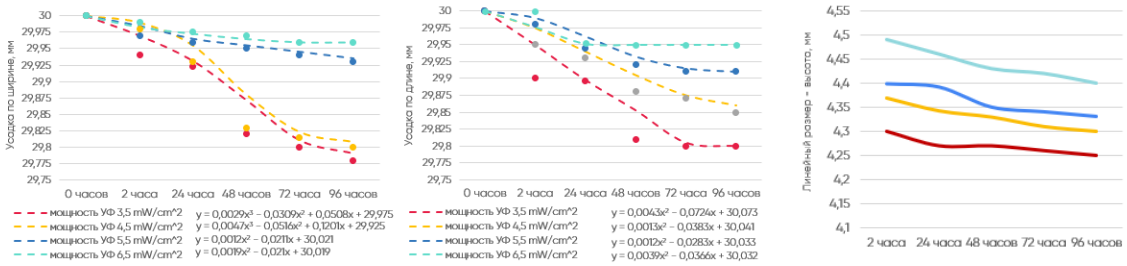


Рис. 6. Зависимость усадки от времени для образцов, изготовленных в разных режимах

3.2. Постобработка и ее влияние на окончательную геометрию изделий

Постобработка является ключевым этапом в процессе 3D-печати, который существенно влияет на точность и качество конечных изделий (рисунок 7). Даже при высоком уровне детализации и точности, обеспечиваемой 3D-принтером, остаточные дефекты, такие как усадка материала, могут привести к отклонениям в геометрии и снижению механических характеристик [7].

Результаты показали, что постобработка позволяет существенно снизить остаточные деформации и стабилизировать геометрию изделия. Без дополнительной обработки детали продолжают менять форму в течение 24 часов после печати, тогда как обработанные образцы демонстрируют стабилизацию размеров уже через 2–3 часа.

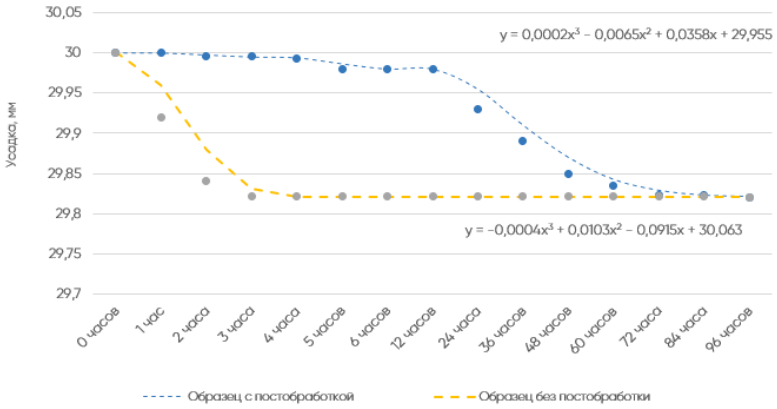


Рис. 7. Влияние постобработки на скорость усадки образца, напечатанного из фотополимера

3.3. Зависимость точности размеров от угла наклона детали

Еще одним важным параметром, влияющим на точность печати, является ориентация модели на платформе (рисунок 8). Исследования показали, что детали, расположенные под углом 30 градусов, лучше всего соответствуют заданным размерам. Это объясняется равномерной усадкой и оптимальным распределением слоев. При вертикальном или горизонтальном расположении возникают отклонения, связанные с неравномерной усадкой и особенностями экспонирования слоев [6].

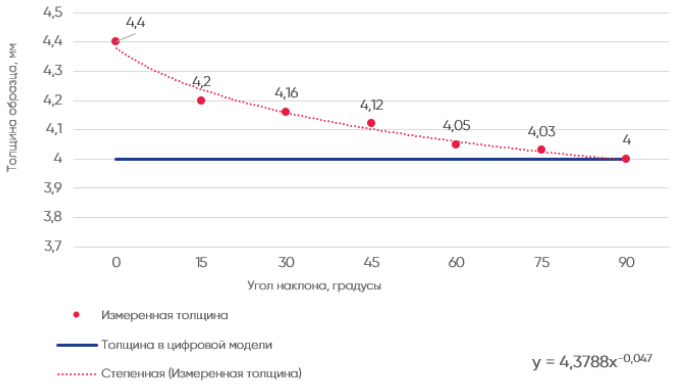


Рис. 8. Зависимость соответствия толщины детали цифровой модели от угла наклона

Заключение

В ходе проведенных исследований были изучены ключевые факторы, влияющие на точность и качество изделий, получаемых методом фотополимерной 3D-печати. Отдельно было проведено исследование типов матриц подсветки, в результате которого была выбрана матрица с параллельным источником света, на которой затем проводились дальнейшие эксперименты.

Результаты экспериментов показали, что использование параллельной матрицы подсветки значительно улучшает равномерность распределения светового потока и, как следствие, точность печати.

Установлено, что правильная настройка мощности и применения уклонов в моделях позволяет компенсировать неравномерную усадку и минимизировать деформации. Также была выявлена необходимость проведения постобработки в спирте при температуре 75°C для стабилизации структуры и улучшения геометрии изделий.

Рекомендуемые методики и параметры настройки могут быть внедрены в практическое применение для повышения качества продукции и минимизации производственных дефектов, что особенно важно в высокоточных отраслях, таких как стоматология, ювелирное производство и инженерия.

Таким образом, проведенные исследования открывают новые возможности для совершенствования процесса фотополимерной печати и повышения точности и долговечности готовых изделий, что способствует улучшению качества производства и расширению сфер применения данной технологии.

Список литературы

1. Анализ факторов, оказывающих влияние на нарушение геометрии изделий в процессе аддитивного построения / А.В. Голунов [и др.] // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2024. – Вып. 1. – С. 557–561. – DOI: 10.24412/2071-6168-2024-1-557-558. – УДК 621.
2. Богданова П.А., Сахаров Д.М., Васильева Т.В. Обзор методов многокритериальной оптимизации в задачах принятия решений // Инновационные аспекты развития науки и техники. 2021. № 6. С. 153–157.
3. Казаков В.С. Фотополимерные 3D-принтеры // Научные вести. 2020. № 6 (23). С. 176–179.
4. Митин В.Ю. Обзор оборудования, программного обеспечения, возможностей и этапов трехмерной печати // Вестник Пермского университета. Математика. Механика. Информатика. 2018. № 2 (41). С. 67–74.
5. Полимерная 3D-печать: История, классификация и современные тенденции развития (обзор) / А.А. Муравский [и др.] // Известия СПбГТИ (ТУ). 2023. № 64 (90). С. 58–66.
6. Kowsari K. et al. Photopolymer formulation to minimize feature size, surface roughness, and stair-stepping in digital light processing-based three-dimensional printing // Additive Manufacturing, 2018, vol. 24, pp. 627–638. DOI: 10.1016/j.addma.2018.10.037.
7. Shahrubudin N., Lee T.C., Ramlan R. An overview on 3D printing technology: Technological, materials, and applications // Procedia Manufacturing, 2019, vol. 35, pp. 1286–1296. DOI: 10.1016/j.promfg.2019.06.089.

Винник Д.В., Сулейманов Д.О.
студенты
Научный руководитель: ***Вольнов И.Н.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЯ «ПРИКЛАД» ПОД ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТОДОМ АДДИТИВНЫХ И ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В работе разбирается современный метод оптимального проектирования – топологическая оптимизация. Даны базовые теоретические принципы топологической оптимизации. Приведены требования для постановки задачи. Упомянуты проблемы, связанные с внедрением оптимизации топологии в производство. Разобран конкретный пример успешного использования топологической оптимизации в конструкторском проектировании.

Ключевые слова: топологическая оптимизация, метод конечных элементов, аддитивные технологии, литейные технологии, автомат Калашникова.

Vinnik D.V., Suleymanov D.O.
Students
Scientific Advisor: ***Volnov I.N.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

TOPOLOGY OPTIMIZATION OF THE GUN STOCK FOR MANUFACTURING BY THE COMBINATION OF THE ADDITIVE AND CASTING TECHNOLOGIES

Abstract. The article discusses a modern method of optimal designing – topology optimization. The basic theoretical principles of topology optimization are given. Requirements for setting the task are given. Also, the article mentions the challenges Associated with implementing topology optimization in production and provides a specific example of the successful use of topology optimization in design engineering.

Keywords: topology optimization, Fine Element method, additive technologies, casting technologies, Kalashnikov rifle.

Вступление

Топологическая оптимизация изделий в машиностроении получает всё большее распространение, так как позволяет предельно минимизировать массу изделия без снижения прочностных характеристик. Ранее использование топологической оптимизации в машиностроении затруднялось из-за усложнения технологии их изготовления оптимизированных изделий, обладающих сложной геометрией. Однако применение аддитивных методов

производства может решить эту проблему, так как кратно расширяет рамки доступных форм изделий по сравнению с традиционными технологиями. При этом помимо прямого получения готовых изделий, аддитивные технологии можно использовать на промежуточных переделах других производств, например – в литье. Можно изготавливать модели, либо сразу литейные формы для получения самых сложных изделий, в том числе – и топологически оптимизированных.

Теоретическая часть

Топологическая оптимизация (ТО) − это математический метод, который используется для определения оптимального распределения материала в пределах заданных конструктивного пространства, условий нагружения и ограничений. В отличие от параметрической оптимизации размеров и формы, ТО позволяет создавать принципиально новые конструкции, изменяя их топологию (количество отверстий, связность и т.д.).

Теоретические основы топологической оптимизации:

1. Постановка задачи.

Целевая функция: функция, которую необходимо минимизировать или максимизировать. Примеры:

Минимизация податливости (увеличение жесткости) при заданном объеме материала.

Максимизация частоты собственных колебаний.

Минимизация веса при заданном уровне жесткости.

Ограничение объёма: ограничение на максимальное количество материала, которое можно использовать в конструкции.

Граничные условия: описывают, как конструкция крепится и взаимодействует с окружающей средой. Эти условия включают в себя:

- зафиксированные границы – указывают области, которые не могут перемещаться;
- приложенные нагрузки – силы и моменты, действующие на конструкцию;
- область проектирования – пространство, в котором может располагаться материал [2].

2. Методы дискретизации.

Поскольку непрерывное топологическое изменение сложно обрабатывать напрямую, область проектирования обычно дискредитируется. Наиболее распространенные методы:

Метод конечных элементов (МКЭ). Область проектирования разбивается на маленькие объёмные элементы, каждый из которых имеет свою плотность, представляющую наличие или отсутствие материала. Это наиболее популярный подход, поскольку он позволяет использовать мощные вычислительные инструменты МКЭ для анализа напряженно-деформированного состояния.

Конечные разности (МКР). Область проектирования разбивается ортогональной сеткой, и для каждой ячейки записываются разностные уравнения.

Иммерсивные методы. Область проектирования погружается в сетку, и граница конструкции определяется внутри сетки.

3. Методы оптимизации.

После дискретизации необходимо выбрать алгоритм оптимизации для решения задачи. Наиболее популярные методы:

Метод пенализации для твердого изотропного тела (Solid Isotropic Material with Penalization – SIMP). Является наиболее распространённым. Он использует МКЭ и вводит переменную плотность для каждого элемента. Функция упругости материала связана с плотностью элемента через штрафной коэффициент (penalty factor, p > 1), чтобы предотвратить использование промежуточных плотностей.

$$E = E_0 \times \rho^p, \quad (1)$$

где E – модуль упругости, E_0 – модуль упругости твердого материала, ρ – плотность элемента (0 <= ρ <= 1), и p – штрафной коэффициент). Значения p обычно варьируются от 3 до 5.

Метод уровня множества (Level Set Method – LSM): представляет границу конструкции как уровень (обычно нулевой) функции уровня множества. Это позволяет явно отслеживать изменения топологии, такие как появление и слияние отверстий.

Метод дискретного материала (Discrete Material Optimization – DMO): использует дискретные переменные для представления наличия или отсутствия материала в каждом элементе. Это часто приводит к более четким результатам, но может быть в вычислительном смысле более затратным.

Метод эволюционной структурной оптимизации (Evolutionary Structural Optimization – ESO) и ее вариант Би-эволюционной структурной оптимизации (BESO). Итеративно удаляет малоэффективный материал из конструкции, пока не будет достигнуто объемное ограничение. BESO также добавляет материал в высоконапряженные области.

Таким образом, топологическая оптимизация − это мощный инструмент для проектирования эффективных и инновационных конструкций. Понимание теоретических основ, включая постановку задачи, методы дискретизации и оптимизации, а также проблем и решений, имеет решающее значение для успешного применения ТО в различных областях инженерии. Дальнейшие исследования в этой области направлены на разработку более эффективных алгоритмов, учет ограничений на изготовление и интеграцию ТО с другими инструментами проектирования.

Современные проблемы оптимизации топологии

Их несколько, однако остановимся на одной важной проблеме: сложность геометрии типологически оптимизированных изделий. Она такова, что в большом проценте случаев не позволяет изготавливать изделие с использованием только традиционных методов, таких как обработка давлением или фрезеровка. В случае с металлическими изделиями именно обработка давлением позволяет добиться наибольшей прочности за счёт воздействия на структуру металла. Токарная и фрезерная обработка позволяют использовать полученные методом обработки давлением заготовки. Говоря о топологически оптимизированной геометрии, мы зачастую лишены возможности использовать эти методы производства. Остаётся 3D печать. Но она обладает рядом недостатков, таких, например, как анизотропия свойств. Или, в случае печати металлом, невозможность печати некоторыми высокопрочными сплавами алюминия или стали. Мы можем использовать также литьё, внедрив аддитивные технологии на промежуточных этапах. Например, печатать литейные формы или печатать выжигаемые модели (этот способ и был выбран для производства изделия, которое мы описываем в настоящей работе). Так мы можем изготовить отливку сложной геометрии. И, тем не менее, литьё не всегда позволяет добиться столь же высокой прочности, как например обработка давлением. Некоторые прочные деформируемые сплавы (например, многие алюминиевые сплавы) просто не льются. Повысить прочность литых изделий часто можно термообработкой. Но даже после этого при прочих равных кованая, например, или фрезерованная из цельной заготовки деталь будет прочнее литой.

И тем не менее, преференции, которые даёт топологическая оптимизация, в основном перевешивают. Проблеме получения оптимизированных изделий стараются искать решение.

Практическая часть

Разберём процесс оптимизации топологии на конкретном примере. Заказчиком поставлена задача: спроектировать топологически оптимизированный складной приклад для автомата АК-74 под изготовление методом 3D печати алюминиевым сплавом. Целевая функция: минимизация массы изделия при сохранении достаточной эксплуатационной прочности. Средний вес алюминиевого приклада для автомата Калашникова составляет в районе 400 граммов (рис. 1). Была поставлена задача уменьшить это значение. При идеальном стечении обстоятельств масса приклада в сборе со стальной закладной петлёй и прорезиненной пяткой должна составлять менее 350 граммов. Отдельной второстепенной задачей стояло добиться нестандартного, но гармоничного дизайна изделия.

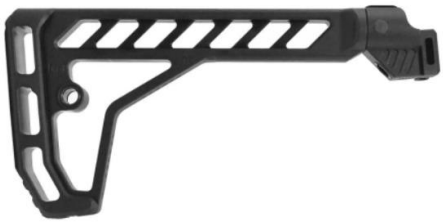


Рис. 1. Скелетный приклад для автомата семейства АК [1]

1. Создание области проектирования

Для проведения оптимизации программе требуется объём, в котором она будет находить наиболее нагружаемые участки и места, которые, наоборот, можно удалить. Поэтому необходимо спроектировать намеренно утолщённое тело приклада. Данные работы производились в программе Rhinoceros. Была построена схематичная модель ствольной коробки, крышки ствольной коробки и боковой планки автомата. Также была спроектирована стальная закладная петля, совместимая со стандартным складным механизмом приклада семейства АК. За этим последовало проектирование тела приклада, зафиксированных зон, областей заделки и точек приложения нагрузки (рис. 2).

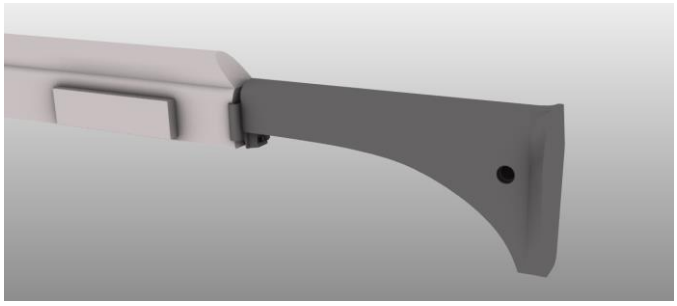


Рис. 2. Создание области проектирования

2. Постановка задачи

Для дальнейшего этапа мы импортируем построенные твердотельные объекты в программу nTopology. В программе мы создаём из тела приклада объёмную сеть тетраэдрических конечных элементов, которая требуется для проведения оптимизации. Также необходимо создать области заделки и зоны приложения нагрузки [3]. Заделка – это зона крепления приклада к стальной закладной (рис. 3, выделена красным). Нагружения были приняты следующие: 40Н на щёку приклада, 100Н во все стороны на слот под крепление антабки ремня, 100Н боковой нагрузки на изгиб, а также 500Н на пятку приклада параллельно оси оружия (рис. 3, выделены жёлтым). При выстреле приклад испытывает нагрузки меньше, чем 500Н. Однако таковые могут возникнуть, например, при ударе или падении.

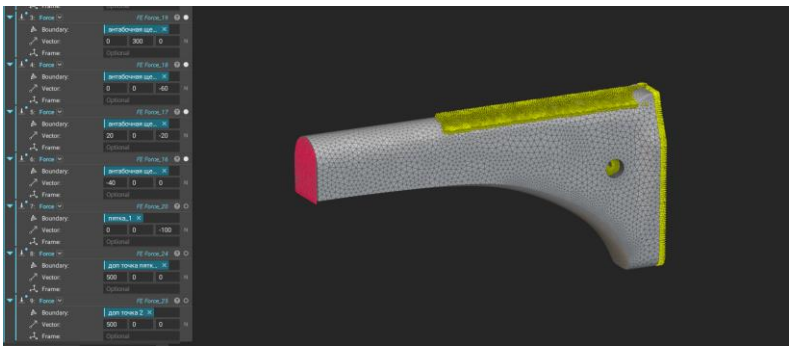


Рис. 3. Подготовка к топологической оптимизации

3. Топологическая оптимизация

Ранее заданные блоки объёмной сетки, заделки и прикладываемых сил были загружены в блок топологической оптимизации. Также необходимо задать материал – алюминиевый сплав AlSi10Mg и целевую функцию – снижение массы. После задания всех требуемых параметров выполняется расчёт.

Результат расчёта подвергается постобработке: требуется перевести его из объёмной сетки в один из стандартных форматов файла 3D модели, объединить его с незатрагиваемыми оптимизацией областями – поверхностью крепления пятки приклада, областью стыка со стальной закладной петлёй, щекой приклада, которая остаётся цельной для удобства использования, а также со слотами под антабку ремня. Некоторые места зафиксированных зон могут быть подвергнуты облегчению вручную.

Так мы получаем полноценное изделие (рис. 4, 5). Теперь можно измерить ориентировочную массу изделия. Она составила 325 граммов, что соответствует условиям поставленной задачи.

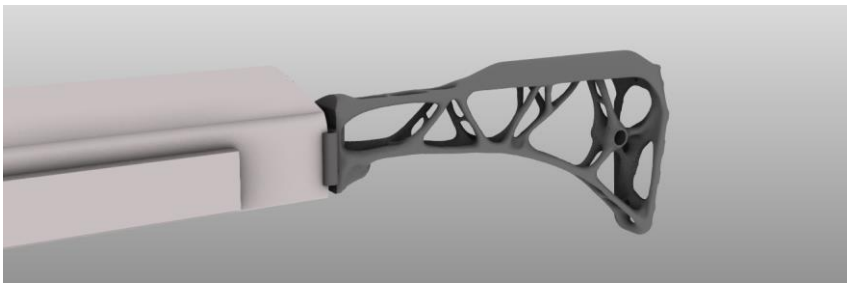


Рис. 4. Результат топологической оптимизации.

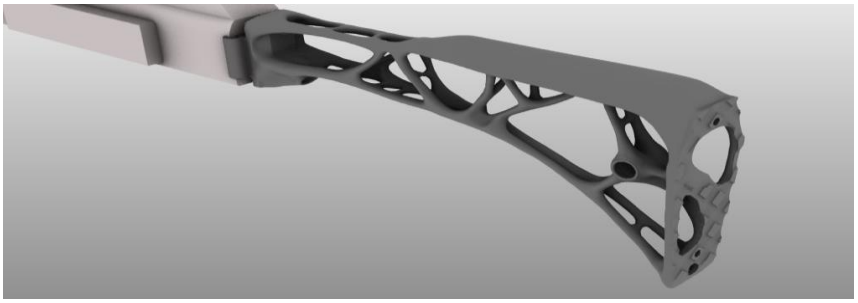


Рис. 5. Результат топологической оптимизации

4. Статический анализ

Для того, чтобы убедиться в удовлетворительности прочностных характеристик, было проведено несколько сессий статического анализа нагружений изделия в программе nTopology. Первый анализ был направлен на изучение поведения приклада при нагрузке в 500Н, параллельной оси оружия. Самый сильный сконцентрированный очаг напряжения составил 27 МПа (рис. 6), что значительно ниже предела прочности данного сплава алюминия, который находится в районе 200 МПа (варьируется в зависимости от термообработки).

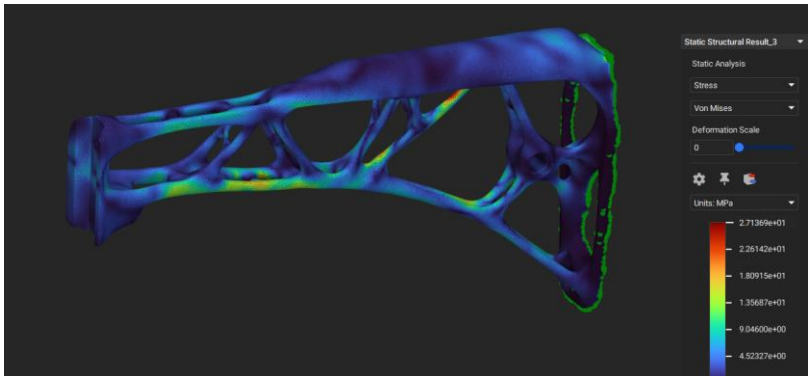


Рис. 6. Статический анализ 1

Следующий расчёт был направлен на анализ прочности узла со слотом под антабку ремня. При приложении боковой нагрузки в 100Н максимальное напряжение составило 124 МПа (рис. 7).

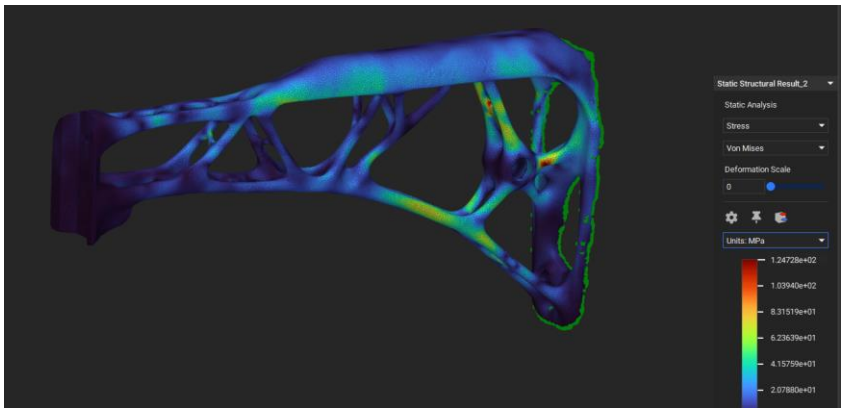


Рис. 7. Статический анализ 2

В третьем анализе просчитывалась боковая нагрузка в 250Н, приложенная к пятке приклада. В наиболее сильной точке концентрации напряжений значение составило 177 МПа, что тоже находится в границах предела прочности используемого сплава (рис. 8). При приложенной нагрузке общая деформация изделия составит не более 4,5 мм (рис. 9). Из этих данных можно

заключить, что спроектированное изделие соответствует требованиям заказчика по прочностным характеристикам.

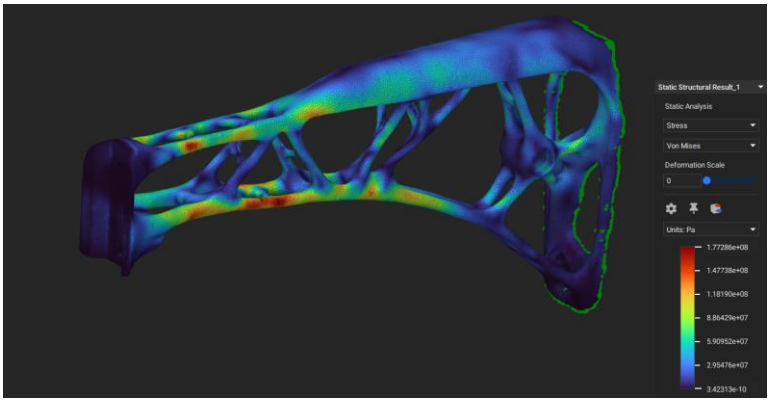


Рис. 8. Статический анализ 3

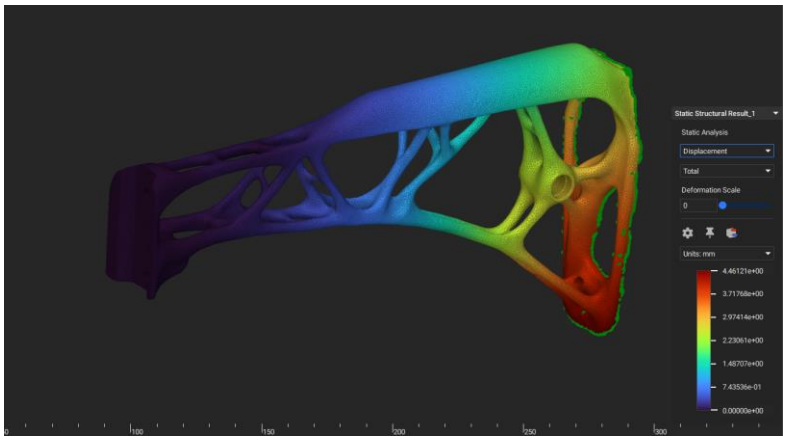


Рис. 9. Статический анализ 3. Анализ деформации

Заключение

В работе были рассмотрены базовые принципы топологической оптимизации, разобраны проблемы, встающие при внедрении топологической оптимизации в производство, на конкретном примере разобран вариант успешного применения ТО при проектировании изделия для массового производства.

Список литературы

1. АРМАКОН. Производство оружейного тюнинга. // ARMACON.SU. URL: https://armacon.su/company.html (дата обращения: 01.04.2025).

2. Косых П.А., Назаров А.В. Теория и анализ методов топологической оптимизации. М.: МГТУ им. Баумана, 2023. 20 с.

3. nTopology – Engineering design software for the world's most innovative products. // NTOP.COM. URL: https://www.ntop.com/software/products/ (дата обращения: 01.04.2025).

Аль Али Д.
студент
Научный руководитель: ***Вольнов И.Н.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

К ВОПРОСУ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕСЧАНЫХ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОГО СТЕКЛА В КАЧЕСТВЕ СВЯЗУЮЩЕГО

Аннотация. Разработана рецептура жидкого стекла для 3D-печати литейных форм и стержней. Определили вязкость и плотность фуранового связующего и добились таких же значений этих параметров в жидком стекле. Это позволяет, не меняя конструкцию 3D-принтера и используя тоже сопло (печатающую головку) заменить фурановое связующее на жидкое стекло. Также установлена количественная зависимость, определяющая содержание связующего в песке в прямой пропорциональности среднему объему сопла и в обратной пропорциональности плотности песка, скорости сканирования, высоте слоя и диаметру сопла.

Ключевые слова: прочность, живучесть, жидкое стекло, фуран, принтер FHZL.

Al Ali D.
Student
Scientific Advisor: ***Volnov I.N.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

REGARDING THE PRODUCTION OF SAND MOLDS FOR CASTING USING LIQUID GLASS AS A BINDER

Abstract. A formulation for liquid glass has been developed for 3D printing of casting molds and cores. The viscosity and density of the furan binder were determined, and equivalent values were achieved for liquid glass. This allows the replacement of the furan binder with liquid glass without modifying the 3D printer design or the nozzle (print head). A quantitative relationship has also been established, showing the binder content in the sand to be directly proportional to the average nozzle volume and inversely proportional to sand density, scan speed, layer height, and nozzle diameter.

Keywords: strength, survivability, liquid glass, furan, FHZL printer.

В условиях усиливающейся конкуренции литейного производства и аддитивных технологий, актуальным становится вопрос сокращения количества технологических переделов и длительности технологического цикла литья, что может быть обеспечено переходом на принцип «безмодельного литейного производства» или прямого изготовления литейной формы и стержней методами 3D печати на минеральных (неорганических) связую-

щих. 3D печать литейной формы актуальна также в следующих двух случаях: для малых и гибких производств, специализирующихся на единичных и мелких партиях отливок и для изготовления опытных партии отливок в серийных и крупносерийных производствах [1, 2].

В настоящем исследовании изучаются механические и физические свойства (плотность, вязкость, живучесть) фурана как связующего, используемого при изготовлении песчаных форм. Другое литейное связующее «жидкое стекло» подвергнуто модифицирования с целью привести его вязкость к значениям, характерным для вязкости оригинальных связующих, используемых в головках 3D принтеров. Модифицированное по вязкости жидкое стекло далее подвергается последующему тестированию по его основным технологическим свойствам и возможности его использования в качестве связующего в головках 3D принтеров при изготовлении литейных форм и стержней методами 3D печати.

При изучении фурана как связующего проводились работы по определению его плотности и вязкости при различных температурах и концентрациях. Так же оценивалась его живучесть как скорость отвердевания при различных условиях этого отверждения с добавлением катализаторов и ускорителей.

Модифицирование жидкого стекла состояло из следующих этапов. Сначала изучались базовые свойства жидкого стекла, включая его плотность и вязкость. Проводилось исследование процессов модифицирования, таких как добавление различных добавок и модификаторов с различными их концентрациями и составами для достижения желаемых свойств, аналогичных фурану. Определялось влияния модифицирования на физические и механические свойства жидкого стекла. Модифицированное жидкое стекло тестировалось для определения его пригодности в качестве связующего для изготовления песчаных литейных форм и стержней.

Далее проводилось сравнительное тестирование и анализ жидкого стекла и фурана. Выполнялась оценка пригодности модифицированного жидкого стекла для использования в производстве песчаных литейных форм. Исследовались преимущества и недостатки модифицированного жидкого стекла по сравнению с фураном. Определялись оптимальные условия использования модифицированного жидкого стекла в производственном процессе.

Базовое жидкое стекло (ЖС), с которым проводились эксперименты имело модуль 2,9 и плотность 1,47 г/см^3. Согласно рекомендациям, в литейном производстве для жидкостекольных смесей применяют натриевое ЖС с модулем 2,3…2,5 и плотностью 1,46…1,5 г/см^3. Поэтому свойства ЖС перед использованием доводили до рекомендуемых значений, введением раствора едкого натра, по методике, представленной в работе [1].

$$Q_{NaOH} = \frac{7076.18*(1.225*\rho-1)*(M_1-M_2)}{M_2*C_{p-pa}NaOH*(M_1+1.032)}$$

где: Q_{NaOH} – количество расход раствора едкого натра на 100 кг жидкого стекла, кг; M_1 – модуль исходного ЖС; M_2 – заданный модуль ЖС; ρ – плотность жидкого стекла, кг/дм^3; С – концентрация раствора едкого натра, массовых долей %.

Таблица 1

Концентрация едкого натра в зависимости от его плотности

1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1,220	20,07	1,280	25,56	1,340	31,14	1,395	36,49	1,450	42,07
1,225	20,53	1,285	26,02	1,345	31,62	1,400	36,99	1,455	42,59
1,230	20,98	1,290	26,48	1,350	32,10	1,405	37,49	1,460	43,12
1,235	21,44	1,295	26,94	1,355	32,58	1,410	37,99	1,465	43,14
1,240	21,90	1,300	27,41	1,360	33,06	1,415	38,49	1,470	44,17
1,245	22,36	1,305	27,87	1,365	33,54	1,420	38,99	1,475	44,69
1,250	22,82	1,310	28,33	1,370	34,03	1,425	39,49	1,480	45,22
1,255	23,27	1,315	28,80	1,375	34,52	1,430	40,00	1,485	45,74
1,260	23,73	1,320	29,26	1,380	35,01	1,435	40,51	1,490	46,27
1,265	24,19	1,325	29,73	1,385	35,50	1,440	41,03	1,495	46,80
1,270	24,64	1,330	30,20	1,390	36,00	1,445	41,55	1,500	47,33
1,275	25,10	1,335	30,67						
Примечание: 1 – ρ, кг/дм^3; 2 – С массовая доля, % NaOH в 100% раствора									

Чтобы снизить модуль добавляли 10,44 г силиката натрия с небольшим количеством воды 14,10 г к 200 г ЖС. Раствор размешивали и затем измеряли вязкость, плотность и температуру, которые составили соответственно: время вязкость – 40,86 сек, кинематическая вязкость = (170) мм^2/с, плотность – ρ = (1,45 г/см^3), температура – 27,3˚С. Этот состав назвали ЖС№1 (М = 2,5, ρ = 1,45 г/см^3).

Определили вязкость фурана на 100 мл при температуре 21,9˚С, время составило 13,76 сек, кинематическая вязкость= 13,169 мм^2/с.

Снижали вязкость ЖС№1 с 40,86 секунды до вязкости фурана 13,76 сек.

При добавлении 10 мл воды на 100 мл ЖС№1, вязкость с 40,86 до 19,22 сек.

Ещё раз добавляли 3 мл воды и рассчитали вязкость на 100 мл, время уменьшается с 19,22 до 18,55 сек. Добавляли еще 5 мл воды: время уменьшилось до 16,18 сек. Ещё 5 мл воды: время уменьшилось до 15,52 сек. Ещё 7,75 мл воды: время – 14,00 сек.

Опытным путем установлена зависимость вязкости от содержания воды (рис. 1).

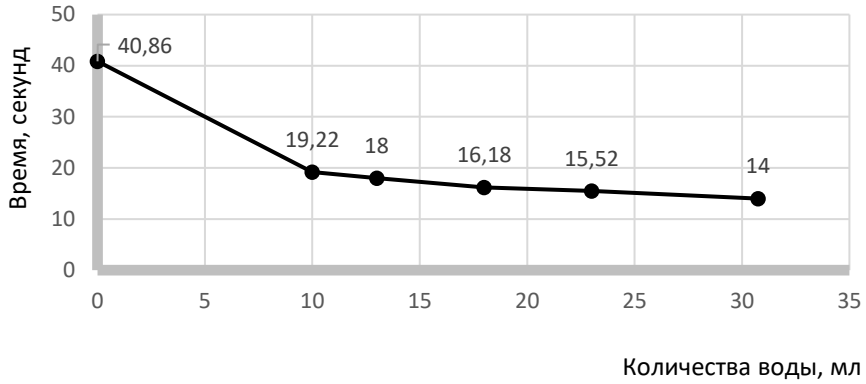


Рис. 1. Зависимость вязкости ЖС от содержания воды

Далее подготовили четыре типа смесей, состав которых показан в таблице 2.

Таблица 2

Типы смесей и их состав

№ смеси	Связующее	Песок	Отвердитель
1	Фуран	2К20102	Специальный отвердитель для фурана
2	ЖС№1: М = 2,5, ρ = 1,39 г/см^3	2К20102	Катасил 1М
3	ЖС№2: М = 2,9, ρ = 1,31 г/см^3	2К20102	Катасил 1М
4	ЖС№1: М = 2,5, ρ = 1,39 г/см^3	электрокорунд	Катасил 1М

В таблице 3 приведены свойства образцов.

Таблица 3

Свойства образцов

Смесь	Живучесть, мин	Прочность, МПа	Плотность, г/см^3
1	14,5	0,85	1,54
2	16	0,4	1,56
3	23	3	1,57
4	27	1,377	2,149

При сравнении отметим, что свойства второй смеси близки к свойствам первой смеси с разницей в прочности, поэтому предлагаем увеличить степень сжатия смеси, увеличить количество жидкого стекла или увеличить количество отвердителя.

Влияние времени хранения на свойства распечатанный образец

Для исследования влияния времени хранения на свойства печатных песчаных образцов, был поставлен эксперимент, в котором смешивали кварцевый песок (2К20102) с отвердителем (Катасил 1М) в следующей пропорции: количество песка 400 г, ЖС№1 – 6% от песка = 24 г, отвердитель – 0,4 % от ЖС = 9,6 г.

Разделили смесь (песок с отвердителем) на три части. Первая часть: в готовую смесь добавляли ЖС, формировали вручную образец и измеряли живучесть, прочность и плотность образца. Живучесть = 24 мин, прочность на изгиб $\sigma_{изгиб}$ = 1,8 МПа, плотность ρ = 1,47 г/см^3.

Вторая часть. Добавляли ЖС в смесь после ее 24-часовой выдержки, вручную формировали образец и измеряли свойства: живучесть= 5 мин, прочность на изгиб $\sigma_{изгиб}$ = 1,95 МПа, плотность образца ρ = 1,46 г/см^3.

Третья часть: Добавляли ЖС в смесь после ее 48-часовой выдержки, вручную формировали образец и измеряли прочность на изгиб: $\sigma_{изгиб}$ = 2,1 МПа.

Зависимость прочности от времени хранения песка показана на рис. 2.

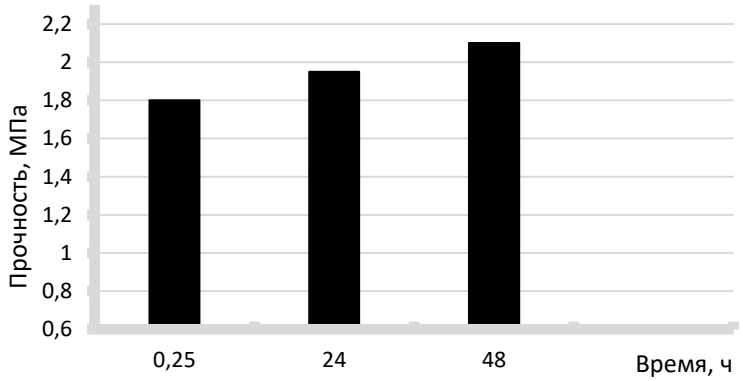


Рис. 2. Зависимость прочности от времени хранения песка

Также проверяли прочность образцов двух типов, напечатанных на FHZL принтере:

1. Песок с отвердителем выдерживали в бункере 10 дней, далее смешивали с ЖС и отправляли на печать: $\sigma_{изгиб1}$ = 3,60 МПа.
2. Песок смешивали с отвердителем и не выдерживая его сразу смешивали с ЖС отправляли на печать: $\sigma_{изгиб2}$ = 3,97 МПа.

Также обнаружено, что прочность на изгиб образцов, напечатанных на 3D-принтере, выше, чем у образцов, которые формовались вручную. Поэтому, чтобы достичь в образцах, сформированных вручную, прочности равной прочности напечатанных образцов, в первых необходимо увеличить количество связующего или долю отвердителя.

Моделирование содержания связующего в песчаной форме

Количественный анализ содержания связующего в песчаной форме и определение математической связи между различными параметрами печати для предложенного в настоящей работе метода, может быть выполнено для схемы, показанной на рис. 3. Это схема печати и нанесения связующего одной форсункой, в предположении, что объем песка равен требованиям формовки, а количество подаваемого связующего и отвердителя соответствует техническим требованиям.

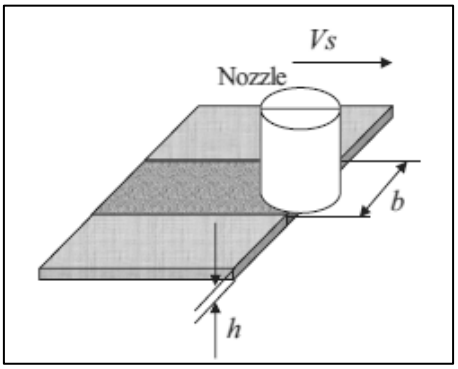


Рис. 3. Схема нанесения связующего соплом.

Предполагая, что поверхность построения имеет прямоугольную форму, форсунка – цилиндрическая, количество связующего для печати формы от одной форсунки можно рассчитать по уравнению:

$$m_d = \eta * c_s * \rho_s * \upsilon_s * \Delta t * b * h, \quad (1)$$

где переменные слева направо соответственно – массовое соотношение связующего к грубому песку, степень уплотнения песка, плотность грубого песка, скорость сканирования форсунки, временной интервал сканирования, диаметр форсунки и высота слоя. Количество связующего от одной форсунки также может быть выражена уравнением 2:

$$m_j = \rho_f * q_n * \Delta t, \quad (2)$$

где (ρ_f) − плотность связующего, а (q_n) − средний объем одного сопла. Объединив соотношение в количественном выражении, потребность связующего равна объему впрыскиваемого связующего, как показано в уравнении (3):

$$m_d = m_j \quad (3)$$

Здесь (η) можно решить, объединив уравнения (1)-(3), что выражается как уравнение (4):

$$\eta = \frac{\boldsymbol{\rho_f * q_n}}{\boldsymbol{\rho_s * c_s * \upsilon_s * b * h}} \quad (4)$$

Из уравнения (3) следует, что содержание связующего в песке находится в прямой пропорции со средним объемом одного сопла и в обратной пропорции с плотностью сырого песка, скоростью сканирования и высотой слоя, а также диаметром сопла.

В процессе печати соплом определенного диаметра и потоком связующего контролируются только скорость сканирования и объем. Другие параметры необходимо определить заранее. Более того, высота слоя и степень уплотнения песка имеют значительную корреляцию с горизонтальной и вертикальной диффузией связующего, что влияет на прочность песчаной формы [2].

Список литературы

1. Формовочные материалы и технология литейной формы: Справочник / С.С. Жуковский [и др.] – М.: Машиностроение, 1993. – 432 с.

2. Research on key technique of line forming for 3D sand mould printing based on quantitative analysis of binder content / Donghua Zhao [and others] // Rapid Prototyping Journal. – 2018, Т. 24, № 3. – С. 912–920.

Кишка А.И.
студент
Научный руководитель: ***Петров М.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ «ПОЛУСФЕРА НИЖНЯЯ» ИЗ НИОБИЕВОГО СПЛАВА

Аннотация. Представлен технологический процесс изготовление полусферической листовой детали из ниобиевого сплава Нб5В2МЦ. Выполнено численное моделирование по методу конечных элементов (МКЭ) в программе QForm. На основании аналитических расчётов определена формула радиусов закругления пуансона и матрицы. По результатам экспериментальных исследований определены геометрические характеристики заготовки для вытяжки. С целью определения отличий в характере течения заготовки из ниобиевого сплава было выполнено сравнительное моделирование рассматриваемого технологического процесса, но для заготовки из титана ВТ1-00.

Ключевые слова: полусферическая деталь, глубокая вытяжка, ниобиевый сплав, титан, МКЭ.

Kishka A.I.
Student
Petrov M.A.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

DESIGN OF SHEET METAL FORMING PROCESS OF THE PART «LOWER HEMISPHERE» MADE OF NIOBIUM ALLOY

Abstract. The paper deals with the technological process of a hemispherical sheet part production made of niobium alloy Nb-W-Mo-Zr. The numerical simulation was carried out by means of finite element (FE) method in QForm. The equation for the radii of the punch and die was derived from the analytical calculations. The geometric characteristics of the initial blank were determined experimentally for the deep drawing process. The difference in material flow was shown for deep drawing of niobium blank by its comparing with the blank made of titanium VT1-00.

Keywords: hemispheric part, deep drawing, niobium alloy, titanium, FE-simulation.

Введение

Ниобиевый сплав Нб5В2МЦ является весьма редким материалом для применения в листовой штамповке. Для получения детали полусферической формы необходимо осуществить предварительную цилиндрическую вытяжку с фланцем, которая предотвращает разрушение материала заготовки. Геометрические характеристики детали получены с помощью численного моделирования.

Вытяжка полусферической детали в листовой штамповке является сложным процессом, что обусловлено возникновением высоких напряжений из-за неполного соприкосновения заготовки с инструментом и утонению материала, с последующим отрывом донной части.

На результат процесса оказывает влияние конструкция инструмента и используемый материал. В данном исследовании проанализирован аналогичный технологический процесс с титановой заготовкой из ВТ1-00.

Описание технологического процесса

Исходная листовая заготовка из ниобиевого сплава Нб5В2МЦ имеет толщину t=1,7 мм и представляет собой круг ∅230 мм. Объектом исследования является полусферическая деталь с фланцем, процесс изготовления которой состоит из двух операций, результаты выполнения которых представлены на рисунках 1 и 2, соответственно.

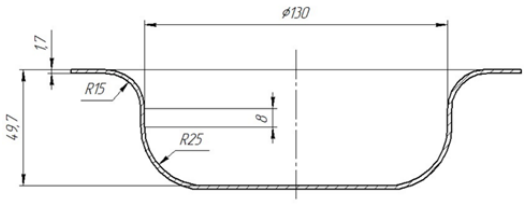


Рис. 1. Цилиндрическая вытяжка (1-я операция)

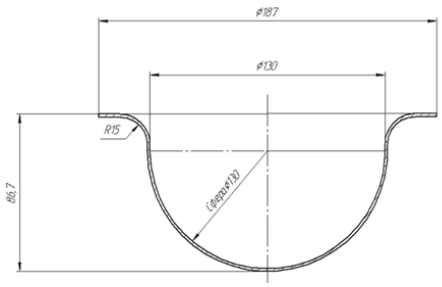


Рис. 2. Вытяжка полусферы (2-я операция)

Согласно справочной литературы [1,2] известно, что рекомендуемый радиус закругления пуансона и матрицы для цилиндрической вытяжки с фланцем при исходных данных составляет R=8 мм. Исходя из общей площади поверхности заготовки и геометрии получаемой детали были вычислены вытяжные высоты для радиусов закругления (R) в интервале 5…27 мм с шагом s=2 мм (табл. 1).

Таблица 1

Определение вытяжных высот

Радиусы (R), мм	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5
Высота, мм	5	8	12	15	18	21	24	27	30	32	35	37

Численное моделирование технологического процесса

Для обоснования выбора геометрических характеристик заготовки цилиндрической вытяжки с фланцем выполнялось численное моделирование в программном комплексе QForm по методу конечных элементов. Геометрия штамповой оснастки для моделирования разработана с применением CAD–программы Компас 3D и имеет упрощённый вид, не снижающий качества моделирования процесса (рис. 3). Штамповая оснастка состоит из следующих элементов: подвижный пуансон, силовой прижим, для удержания фланца и предотвращения образования волн на фланце, и неподвижная матрица. Параметрами оборудования являются следующие: номинальная сила пресса составляет 2,5 МН, сила прижима составляет 400 кН.

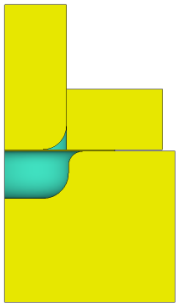


Рис. 3. Штамповая оснастка для 1-й операции

Контактное трение описывается по закону Кулона, для которого коэффициент трения равен μ=0,3, а коэффициент теплопередачи равен 0,3 Вт/м^2 К. Эти значения соответствуют полиэтиленовой пленке, применяемой весьма часто в процессах листовой штамповки. Материалом инструмента является сталь 40Х. Авторы статьи [3] рассматривают влияние температуры обработки на механические свойства ниобиевого сплава аналогичной системы. Полученные ими графики были использованы для описания реологической характеристики материала.

В результате моделирования выявлены благоприятные окна геометрических характеристик цилиндрической вытяжки с фланцем для ниобиевого сплава (табл. 2), в которой буквой «Р» обозначены разрывы, а буквой «Б» – благоприятно протекающий технологический процесс вытяжки.

Таблица 2

Окно благоприятных значений геометрических характеристик для 1-й операции

Радиусы (R), мм	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5
Результат моделирования	Р	Б	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

На основании результатов вычислений установлена зависимость для определения радиуса (R) закругления пуансона и матрицы при цилиндрической вытяжке с фланцем, с относительной толщиной заготовки 0,7 %, согласно уравнению (1):

$$R = (15\ldots16) \times t, \qquad (1)$$

где R – радиус закругления; t – толщина заготовки.

Вытяжка полусферы осуществляется с помощью подвижного пуансона, неподвижной матрицы и силового прижима (рис. 4). Описание оборудования и смазочного материала наследуются из предыдущей операции.

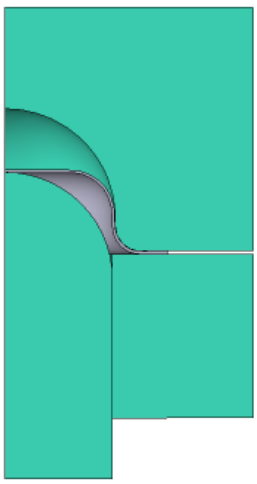


Рис. 4. Штамповая оснастка для 2-й операции

Результаты и обсуждение

Максимальное напряжение после 1-ой операции составило σ_{max}=434 МПа в области фланца, что меньше предела текучести ниобиевого сплава, а минимальное значение σ_{min}=174 МПа. Минимальная толщина составила t=1,3 мм в купольной части, а максимальная – t=1,82 мм во фланце (рис. 5).

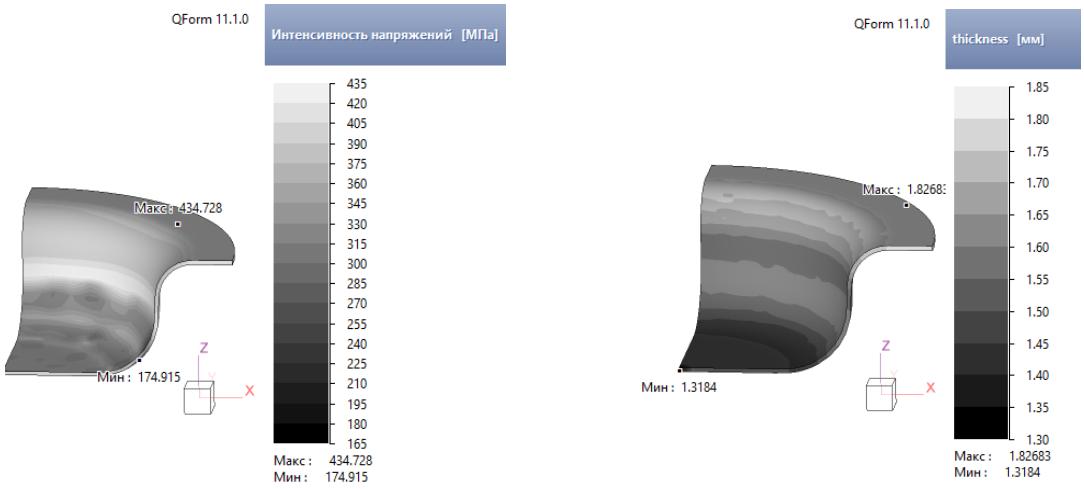


Рис. 5. Поля интенсивности напряжений и толщины первой вытяжки

Численное моделирование 2-й операции показало, что подвижность пуансона и матрицы не оказывают влияние на характеристики получаемой детали. Распределение толщины и интенсивности напряжений идентичны.

Минимальная толщина составила t=0,8 мм в области купола полусферы, а максимальная толщина – t=1,9 мм в области фланца, что является допустимым. Максимальное напряжение составляет σ_{max}=377 МПа в области пояска, что меньше предела текучести ниобиевого сплава (рис. 6).

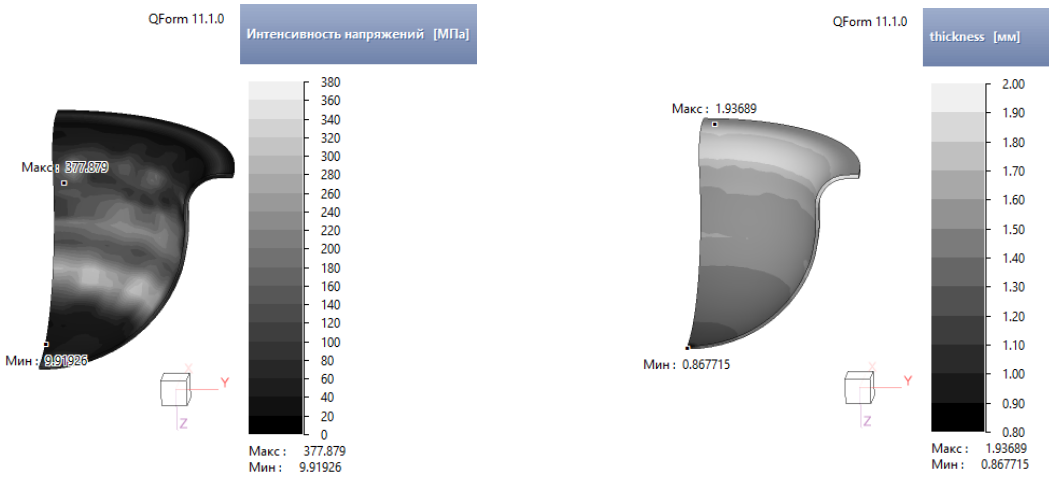


Рис. 6. Поля интенсивности напряжений и толщины второй вытяжки

Для анализа поведения ниобиевого сплава проведено сравнительное численное моделирование с аналогичными параметрами технологического

процесса вытяжки заготовки из технического титана ВТ1-00. Минимальная толщина детали составила t=0,7 мм в области купола, а максимальная толщина – t=1,8 мм в области фланца, что является также допустимым. Максимальное напряжение составляет σ_{max}=913 МПа в области пояска, что меньше предела текучести титанового сплава. Заготовка из титана, как и заготовка из ниобиевого сплава, может быть продеформирована без разрушения.

Список литературы

1. Кухтаров В.И. Холодная штамповка. М.: Машгиз, 1962. 402 с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение, 1979. 520 с.
3. V.V. Bukhanovsky, I. Mamusic. The effect of temperature on mechanical characteristics of niobium alloys of the system Nb-W-Mo-Zr // Metallurgija. 2003. Vol. 42(2). pp. 85–90.

Лызлов П.В.
студент
Научный руководитель: ***Крутякова М.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ «ГАЙКА ДВЕНАДЦАТИШЛИЦЕВАЯ САМОКОНТРЯЩАЯСЯ» С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Аннотация. Деталь «Гайка двенадцати шлицевая прорезная самоконтрящаяся» 8-Ср ОСТ 1 33246-89 применяется в современных отечественных турбореактивных двигателях. Основной проблемой технологического процесса изготовления детали является достижение заданных размеров и качества поверхностей при обработке шести пазов. Предлагается вместо горизонтально-фрезерной операции использовать электро-физикохимические методы (ЭЭО, ЭХО). Использование метода электрохимического шлифования позволяет повысить качество поверхностного слоя детали, приводит к сокращению нормы времени на основную операцию и дополнительную слесарную обработку. Работа выполняется на конкретном производственном предприятии.

Ключевые слова: гайка двенадцати шлицевая прорезная самоконтрящаяся, электрохимическая обработка (ЭХО), электроэрозионная обработка (ЭЭО).

Lyzlov P.V.
Student
Scientific Advisor: ***Krutyakova M.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

IMPROVING THE QUALITY OF THE SURFACE LAYER OF THE PART «TWELVE-SPLINE SELF-LOCKING NUT» USING THE METHOD OF ELECTROCHEMICAL TREATMENT

Abstract. The part «Twelve-slot self-locking slotted nut», Russian Standard 1 33246-89, is used in modern domestic turbojet engines. The main problem of the technological process of manufacturing the part is achieving the specified dimensions and surface quality when processing six slots. It is proposed to use electro-physicochemical methods (ECM, EDM) instead of horizontal milling. Using the electrochemical grinding method allows to improve the quality of the surface layer of the part, leads to a reduction in the time standard for the main operation and additional metalworking. The article is performed at a specific production facility.

Keywords: twelve-slot self-locking slotted nut, electrochemical machining (ECM), electrical discharge machining (EDM).

Повышение качества поверхностного слоя детали «Гайка двенадцати шлицевая прорезная самоконтрящаяся», в условиях предприятия, невозможно без проведения экспериментальных изысканий в области технологии ее производства. При этом возникает необходимость проверки и возможной корректировки не только технологического процесса, используемых режимов обработки, конструкций инструментов и приспособлений, но и затраченного времени на изготовление детали. При решении задач важно также обращать внимание на возможность применения и более полного использования оборудования, имеющегося в данном производственном подразделении. Проверка и отладка проводится при выпуске пробных серий.

В настоящее время деталь «Гайка двенадцати шлицевая прорезная самоконтрящаяся» применяется в современных отечественных турбореактивных двигателях. Эскиз и размеры данной детали представлены в ОСТ 1 33246-89 (рис. 1 и табл. 1).

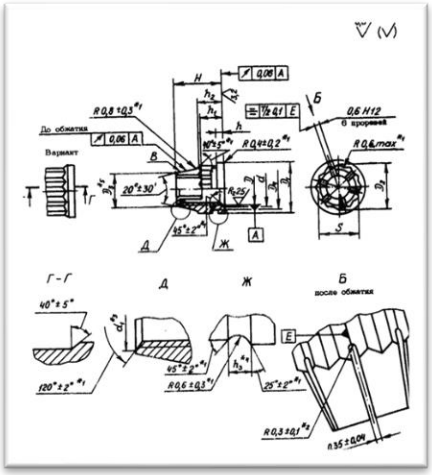


Рис. 1. Эскиз детали «Гайка двенадцати шлицевая прорезная самоконтрящаяся»

Таблица 1

Размеры детали «Гайка двенадцати шлицевая прорезная самоконтрящаяся»

	D_1 h11 мм	D_2 h12 мм	D_3 h11 мм	D_4 h12 мм	d H12 мм	d_1 ±0,2 мм	S h12 мм	H h14 мм	h h14 мм	h_1	h_2	h_3	Масса 100 шт., кг
										±0,2 мм			
MR6	10,5	10,4	7,4	9,1	6,6	6,1	9	11,0	1,7	5,0	6,0	1,6	0,3
MR8	13,0	12,7	9,2	11,2	8,6	8,1	11	12,0	1,8	5,5	6,5	1,8	0,5
MR10	15,2	15,0	11,6	13,2	10,6	10,1	13	13,5		6,5	7,5	2,0	0,7

Существующий на производстве технологический маршрут обработки детали состоит из 35 операций, среди которых формообразующими являются токарная автоматная, токарно-винторезная, вертикально-сверлильная, горизонтально-фрезерная.

Основной проблемой данного технологического процесса является достижение заданных размеров и качества поверхностей при обработке шести пазов. Согласно пункту 7 ОСТ 1 33246-89, в контрящей части заусенцы в прорезях не допускаются [5].

В данном технологическом процессе формообразование поверхности пазов происходит в горизонтально – фрезерной операции. При фрезеровке пазов возникает большое число заусенцев (рис. 2). Малые габариты детали и размеры, получившихся канавок, создают трудности при их удалении и требуют много времени на дополнительную слесарную обработку.

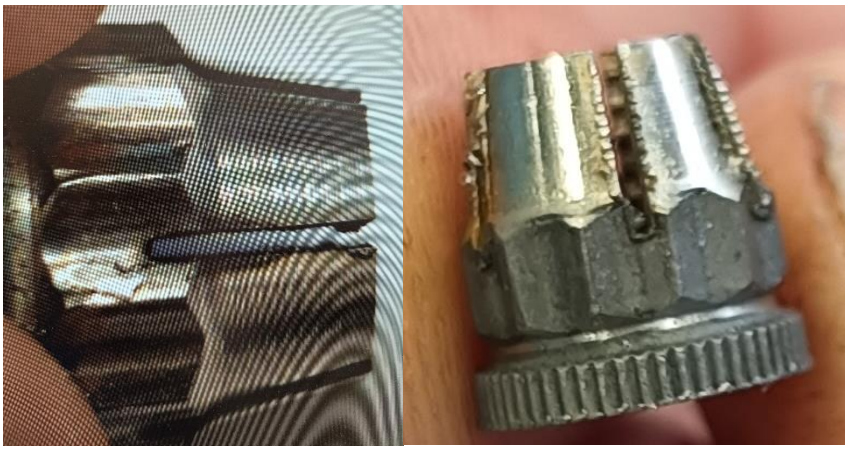


Рис. 2. Заусенцы в контрящей части

В настоящей работе предлагается вместо горизонтально-фрезерной операции использовать электро-физико-химические (ЭФХО) методы обработки. Для формообразования поверхности пазов рассматривается два способа ЭФХО, основанные на химическом действии электрического тока – метод электрохимической обработки (ЭХО) и тепловом воздействии электрического тока – метод электроэрозионной обработки (ЭЭО) [3].

Применение данных методов вместо механической обработки резанием позволяют механизировать и автоматизировать такие операции, как удаление заусенцев, а также способствуют сокращению числа операций по сравнению с механической обработкой и снижению времени на слесарную обработку [4].

Основными преимуществами методов ЭФХО по сравнению с механической обработкой является возможность введения энергии большой мощности в рабочую зону, что обеспечивает высокую производительность обработки, практически без силового воздействия инструмента на деталь. Основной недостаток методов ЭФХО по сравнению с механической обработкой их высокая энергоемкость [3].

В связи с выше сказанным, в работе сравниваются методы достижения заданного качества обрабатываемой поверхности по затраченному времени на обработку пазов.

Хорошо известно, что в основе электроэрозионной обработки лежит эффект расплавления и испарения микропорций материала тепловым воздействием импульсов электрической энергии. Эта энергия выделяется на поверхностях двух токопроводящих электродов (электрода инструмента и электрода детали), погруженных в жидкую диэлектрическую среду. Высокая температура приводит к испарению металла, далее он попадает в охлажденный диэлектрик и удаляется в виде шлама. За счет специфики образования поверхностного слоя при воздействии импульсных электрических разрядов заусенцы па поверхности не образуются, так как отсутствует механическое воздействие на деталь [6].

Применение данного метода на производстве с использованием станка MAX SEE P26 имеет определенные ограничения. Большое время обработки детали сказывается на производительности процесса получения готового изделия. Необходимо применять специальные приспособления и электрод инструмент (ЭИ). При обработке электродом малого диаметра может возникать некоторое снижение точности формообразования из-за высокой степени износа ЭИ и малой жесткости при его консольном зацеплении. При ЭЭО предъявляются особые требования к вытяжным и фильтрующим системам станка из-за применения углеводородных сред в качестве рабочей жидкости процесса обработки (требования по температуре вспышки – не менее 61 ^{0}C). Поэтому на производстве данное оборудование обычно устанавливается в отдельных помещениях и имеет высокую загруженность [4].

В основе метода ЭХО лежит явление перехода атома металла из кристаллической решетки в раствор в виде ионов при протекании внешнего тока через электрохимическую систему. В результате электрохимических реакций происходит растворение анода [7].

Анодное растворение металла протекает по уравнению:

$$Me - ne^- \rightarrow Me^{n+}$$

Для железа (Fe), хрома (Cr) и никеля (Ni) на поверхности анода возможно образование оксидов и гидроксидов железа, хрома и никеля по следующему электрохимическому процессу:

$$Me + H_2O \rightarrow MeO_{\text{адс}} + 2H^+_{\text{водн}} + 2e^-$$

$$Me + H_2O \rightarrow MeOH_{\text{адс}} + H^+_{\text{водн}} + e^-$$

Их образование и удаление из МЭП влияет на скорость формообразования. Растворение гидроксидов и оксидов зависит от pH среды электролита и контролируется при проведении процесса его плотностью [2]. В ходе исследования был проведён замер плотности электролита (рис. 3).



Рис. 3. Измерение плотности электролита эесперементальным путём

Для получения пазов с заданными размерами в работе предлагается использовать метод алмазно-электрохимического шлифования, в основе которого лежит механизм электрохимического разрушения материала. Инструментом является тонкостенный вращающийся диск, совершающий поступательные перемещения относительно заготовки. Электролит подается поливом через специальное сопло в зазор между диском и обрабатываемой деталью. Проведение электрохимической обработки возможно на станке ОШ6225Э-3Ф (рис. 4) при определенных режимах: S=50 мм/мин, n=4000 об/мин, U=6 В.



Рис. 4. Станок ОШ6225Э-3Ф

Операции, применяемые в данном виде обработки, обеспечивают дополнительное разрушение поверхностной защитной пленки, образующейся при ЭХО сплавов никеля и хрома, за счет вращения абразивного электрода-инструмента и постоянного обновления электролита и удаления шлама из межэлектродного пространства.

Обработка будет происходить в специальном многоместном приспособлении, одновременно на 15 деталей.

Для выбора варианта технологического процесса изготовления детали «Гайка», экспериментальным путем были получены нормы времени для трех способов обработки (горизонтально-фрезерной, ЭЭО и ЭХО), обеспечивающих выполнение технических требований, предъявляемых к детали [1]. При этом было выбрано оборудование, имеющееся на предприятии с целью его использования для обработки детали. В связи с нецелесообразностью применения метода ЭЭО для обработки деталей поштучно, было проведено уточнение нормы времени на изготовление единовременно 15 деталей.

В таблице 2 представлены основные сравнительные характеристики трех методов обработки.

Таблица 2

Сравнительная характеристика методов обработки

Характеристика оборудования	Метод обработки		
	Фрезерование	ЭЭО	ЭХО
Марка станка	6Т82Г	MAX SEE P26	ОШ6225Э-3Ф
Габариты,мм	2280Х1965Х1690	1500Х1350Х1500	2400Х1500Х1900
Масса,кг	3150	1650	2000
Мощность, кВт	6	6	7,13
Рабочая жидкость	СОЖ Эмульсия ЭГТ 5%	Диэлектрик РЖ3 или РЖ1	Электролит
Норма времени на основную операцию, мин	4,5	9,9	2,5
Норма времени на слесарную операцию,мин	2,0	0,8	0,8

Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод, что несмотря на то что наиболее энергоемким оборудованием является станок для ЭХО, норма времени, затраченная на основную операцию – минимальна. Электроэрозионная обработка при оптимальных габаритах станка, имеет наиболее низкую производительность.

Таким образом, для получения пазов с заданными размерами наиболее предпочтительным за счет уменьшения трудоёмкости оказывается метод алмазно-электрохимического шлифования.

Применение электрофизикохимических методов обработки для получения шести пазов позволяет повысить качество поверхностного слоя детали. Применение метода ЭХО, по сравнению с ЭЭО, более целесообразно. Отсутствие заусенцев существенно сокращает время дополнительных слесарных операций, в результате чего уменьшается трудоёмкость и снижается себестоимость конечной детали. В настоящее время продолжаются экспериментальные и конструкторские разработки (разработка специального многоместного приспособления для операции ЭХО).

Список литературы

1. Генкин Б.М. Организация, нормирование и оплата труда на промышленных предприятиях. М: изд. «Норма», 2024. 416 с.
2. Механизм анодного растворения коррозионностойких и конструкционных углеродистых сталей в условиях электроимпульсного полирования Иванова Н.П., Синькевич Ю.В., Шелег В.К., Янковский И.Н. Наука и техника, №1, 2013, с.24–30.
3. Наукоёмкие технологии машиностроительного производства. Физико-химические методы и технологии: учебное пособие / Ю.А. Моргунов [и др.], под редакцией Б.П. Саушкина. М.: ФОРУМ, 2013 – 928 с.
4. Немилов Е.Ф. Справочник по электроэрозионной обработке материалов. Л.: Машиностроение. Ленигр. отд-ние, 1989. 164 с.
5. ОСТ 1 33246-89 Гайки двенадцати шлицевые прорезные самоконтрящиеся.
6. Савицкий В.В. Электроэрозионные методы обработки материалов. Учеб. пособие /В.В Савицкий. Витебск: УО «ВГТУ», 2006. 276 с.
7. Электрохимическая размерная обработка металлов и сплавов. Проблемы теории и практики: Монография/О.И. Невский, В.М. Бурков, Е.П. Гришина, Е.Л. Гаврилова, А.В. Балмасов, А.В. Носков, М.Г. Донцов. ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2006, 282 с.

Мосолков К.К.
студент
Научный руководитель: ***Шпунькин Н.Ф.***
к.т.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОВЫХ ПРУЖИН В КУЗОВНОЙ ШТАМПОВКЕ

Аннотация. В статье рассматривается применение газовых пружин в кузовной штамповке. Описывается устройство газовой пружины и её преимущества по сравнению с обычными пружинами. Отмечается, что газовые пружины расширяют технологические возможности кривошипных прессов простого действия, позволяя выполнять операции глубокой вытяжки и использовать их в качестве выталкивателей.

Ключевые слова: кузовная штамповка, газовые пружины.

Mosolkov K.K.
Student
Scientific Advisor: ***Shpunkin N.F.***
Candidate of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

THE USE OF GAS SPRINGS IN BODY STAMPING

Abstract. The article discusses the application of gas springs in body stamping. It describes the design of a gas spring and its advantages compared to conventional springs. It is noted that gas springs expand the technological capabilities of crank presses with single action, allowing for deep drawing operations and their use as ejectors.

Keywords: body stamping, gas springs.

Введение

Кузовная штамповка – это одно из направлений в обработке материалов давлений. Данный вид штамповки является одним из самых сложных в технологиях листовой штамповки. Существует множество конструкций штампов для различных операций. Штампы состоят из разных деталей и механизмов. При конструировании штампов есть практика заменять обычные пружины на газовые пружины.

Газовые пружины представляют из себя цилиндр с высоким давлением и специальный шток с поршнем (рисунок 1).

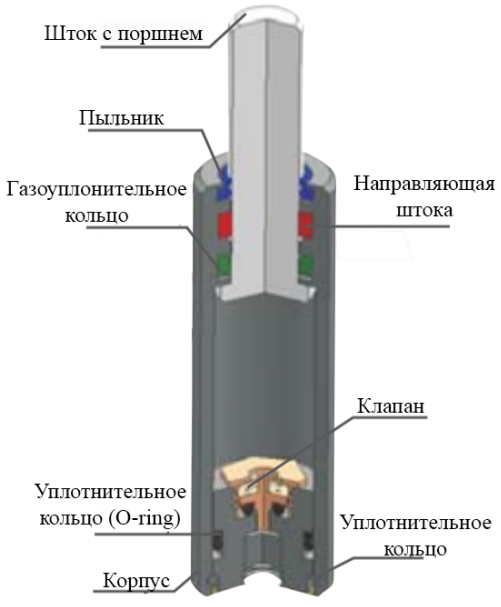


Рис. 1. Устройство газовой пружины

Основная часть

Газовые пружины имеют несколько преимуществ: одна газовая пружина способна заменить до десятка обычных пружин, компактная конструкция, большое усилие, внушительный срок службы и высокая надежность.

При идентичном рабочем ходе газовая пружина имеет меньшую высоту и большее усилие в сравнение с обычной пружиной.

Также на газовых пружинах предусмотрена небольшая предварительная нагрузка. Это облегчает и ускоряет их монтаж и демонтаж.

Газовые пружины имеют возможность соединения в одну систему, благодаря этому непрерывно прикладывается одно и тоже усилие в каждой точке контакта (рисунок 2). Существует множество вариантов установки газовых пружин. Рассматривая каталог газовых пружин «Vira» [5], можно сказать, что существует большой ассортимент газовых пружин. Все пружины заправляются азотом, имеют диапазон рабочего давления от 25 бар до 150 бар, рабочая температура от 0˚С до 80˚С, рабочая скорость составляет 1,8 метра в секунду. Диапазон усилий от 2000Н до 120000Н.

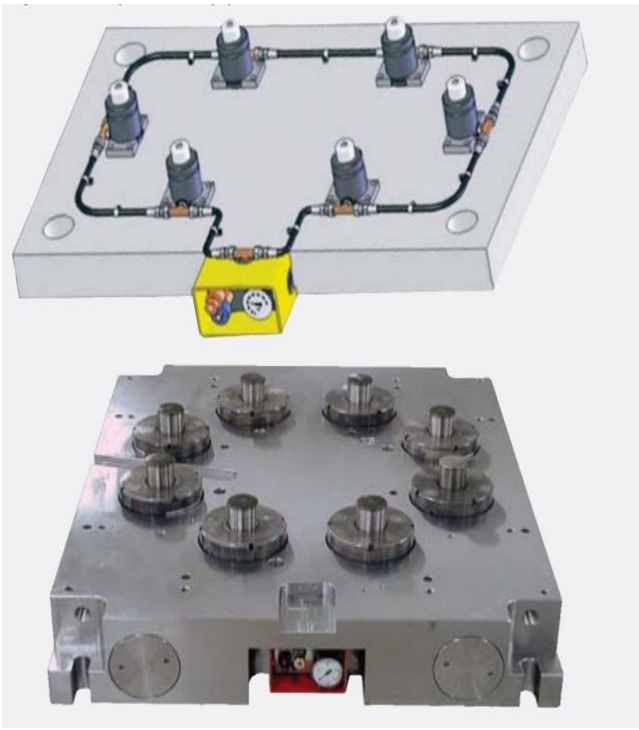


Рис. 2. Система из газовых пружин

Самое распространенное применение газовых пружин в кузовной штамповке – это осуществление прижима фланца заготовки при вытяжке крупных изделий. Требуемая сила прижима может достигать больших значений, и не каждый пресс двойного действия способен приложить необходимую силу к прижиму. В таком случае можно выполнить данную операцию на прессе простого действия с применением газовых пружин, подключенных в одну систему.

Штамп с прижимным устройством устанавливается на прессе простого действия. Его функции в технологическом процессе остаются такие же, как и на прессе двойного действия (рисунок 3). Главным отличием является, приводной механизм и область крепления его в штампе. Прижим приводят в действие газовые пружины.

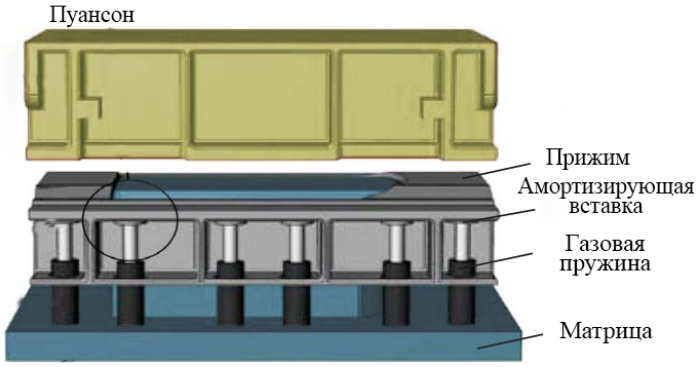


Рис. 3. Схема установки газовых пружин в прессе простого действия

Штампы с газовыми пружинами, установленные на кривошипных прессах простого действия, позволяют расширить их технологические возможности. На штампах, оснащенных газовыми пружинами, кроме вырубки, неглубокой вытяжки и гибки, становится возможным выполнять операции глубокой вытяжки и использовать их в качестве привода выталкивателей. При этом появляется возможность более широкого использования в кузовной штамповке прессов простого действия взамен прессов двойного действия, являющихся более дорогим видом оборудования и требующих повышенных затрат при своей эксплуатации.

Технология применения газовых пружин – это современная и недостаточно распространенная технология, требующая внимательного изучения и внедрения в производство. Данная технология имеет большой потенциал для применения как в кузовной штамповке, так и в других видах штамповки.

Список литературы

1. Аверкиев, А. Ю. Ковка и штамповка: справочник: в 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / А. Ю. Аверкиев, С. И. Вдовин, Н. Ф. Шпунькин [и др.]; под ред. С. С. Яковлева. − Москва: Машиностроение, 2010. − 1 т.

2. Каталог газовых пружин Vira: [электронный ресурс]. − URL: https://www.vivtech.ru/upload/pic/dme_new/componenti_sh/gas_springs/8_shtamp.pdf (дата обращения: 15.03.2025).

3. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. − 6-е изд., перераб. и доп. − Ленинград: Машиностроение, 1979. − 520 с.

4. Справочник конструктора штампов: листовая штамповка / под общ. ред. Л. И. Рудмана. − Москва: Машиностроение, 1988. − 496 с.

5. Шпунькин Н. Ф. Технология кузовостроения: учебное пособие для вузов / Н. Ф. Шпунькин. − Москва: МГТУ «МАМИ», 2007. − 320 с.

Петухова К.А.
студент
Научный руководитель: ***Бурцев Д.С.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВЛИЯНИЕ ПОСТОБРАБОТКИ ФОТОПОЛИМЕРНОЙ МОДЕЛИ НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ОТЛИВКИ ПРИ ЛИТЬЕ В МОНОЛИТНЫЕ ГИПСОВЫЕ ФОРМЫ МЕТОДОМ ЛИТЬЯ ПО ВЫЖИГАЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Аннотация. Благодаря развитию аддитивных технологий становятся доступными новые методы быстрого прототипирования, в частности фотополимерная 3D-печать. Кроме того, для данной технологии появились полимеры, позволяющие применять полученные изделия в качестве выжигаемых моделей (ВМ) для литья в монолитные гипсовые формы (ЛВМ). Для изучения влияния различных факторов на качество отливки было проведена серия экспериментов. В результате были выбраны такие параметры как положение чаши формы при выжигании и среда постобработки выжигаемых моделей. В результате были получены отливки из нейзильбера ALPCAST, не имевшие каких-либо дефектов.

Ключевые слова: аддитивные технологии, постобработка, фотополимер, литье по выжигаемым моделям.

Petukhova K.A.
Student
Scientific Advisor: ***Burtsev D.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

INFLUENCE OF POSTPROCESSING OF A PHOTOPOLYMER MODEL ON THE QUALITY OF THE CASTING SURFACE WHEN CASTING INTO MONOLITHIC GYPSUM MOLDS BY THE METHOD OF CASTING ON BURNED MODELS

Abstract. Thanks to the development of additive technologies, new methods of rapid prototyping are becoming available, in particular photopolymer 3D printing. In addition, polymers have appeared for this technology that allow the use of the resulting products as burnable models (BM) for casting in monolithic gypsum molds (MGM). A series of experiments were conducted to study the influence of various factors on the quality of the casting. As a result, such parameters as the position of the mold bowl during burning and the post-processing environment of the burned models were selected. As a result, ALPCAST nickel silver castings were obtained that did not have any defects.

Keywords: additive technologies; post-processing; photopolymer; casting using burnt models.

Данная технология имеет ряд преимуществ, таких как более высокая скорость получения изделий; возможность изготовления моделей, имеющих сложную форму и поверхность; более доступное оборудование, более высокая прочность фотополимерных ВМ относительно выплавляемых моделей [1]. Но фотополимеры (смолы), применяющиеся в качестве выжигаемых моделей, стали доступными на рынке относительно недавно, и все еще имеют достаточно высокую стоимость (от 5 000 р/л), поэтому многие факторы, влияющие на качество получаемой формы и отливки еще не изучены.

На рынке представлены различные фотополимеры для литья по выжигаемым моделям. Они могут различаться по количеству содержания воска, температуре выгорания полимера, схеме постобработки моделей. Как правило производитель указывает параметры постобработки моделей и режимы термообработки, но часто эти сведения носят рекомендательный характер. Таким образом для каждого полимера необходимо подбирать методы постобработки и режимы термообработки формы.

Одним из важнейших этапов получения фотополимерной модели является постобработка, включающая в себя этап финишной засветки, т.н. «досветки». Он включает в себя обработку изделия ультрафиолетовым излучением в течение определённого времени в определенной среде. При работе со смолами различного назначения применяют несколько сред, обычно указываемых производителем. Для выжигаемых смол в качестве оптимальной среды постобработки ВМ наиболее часто указывается воздух, вода или глицерин.

Siraya Tech Cast purple [3] является доступным на рынке, имея наиболее низкую стоимость (5300 р/л). При работе с данным полимером возникали дефекты в виде «змеиной кожи», повышенной шероховатости и мелкой пористости на стороне отливки противоположной литейной чаше. Прокалка форм проводилась чашей вверх, постобработка моделей в растительном масле 40 минут под ультрафиолетом, так как в некоторых источниках рекомендовали использовать растительное масло в качестве замены глицерина. Решено было использовать масло, поскольку при постобработке в глицерине возникали затруднения, так как образцы всплывали на поверхность и необходимо было удерживать их с помощью груза. Особые сложности возникали с крупными изделиями, так как глицерин преимущественно продается в малых объемах. Для получения качественных отливок решено было провести серию экспериментов.

При сжигании образца горелкой на воздухе выделилось большое количество воды и газа. На этом основании сделано несколько предположений, которые заключаются в том, что:

1. При выжигании формы чашей вверх выделяющаяся вода скапливается размывает дно и стенки формы.

2. При постобработке образцы могут впитывать газы из воздуха, при выжигании они или могут влиять на форму, вызывая появление пористости.

Для изучения данных предположений предложено 2 эксперимента.

Цикл термообработки проводится чашей вверх/чашей вниз. Предположительно, при выжигании полимера вода может скапливаться на дне формы и разрушать ее. При положении чашей вниз избытки воды должны вытекать из формы, что может решить проблему дефектов на стороне отливки противоположной чаше.

Для постобработки применяются различные среды: вода, глицерин, растительное масло, воздух, а также 1 образец промывается в спирте без дополнительной обработки. Решено исследовать, как повлияет среда постобработки на качество отливки, чтобы исследовать более доступные среды постобработки (вода, воздух) или вовсе отказаться от нее (образец №5).

Сборка модельного блока производится на модельный состав, формовочная смесь Prestige Optima. Образцы печатались на принтере Anycubic Photon Mono M5s. Обработка изделий заключается в отделении их от поверхности рабочего стола, удалении поддержек, соединяющих изделие и рабочий стол, промывки изделия в изопропиловом спирте и процессе постобработки. Далее можно использовать ВМ для сборки модельного блока и изготовлении формы. Формы были изготовлены из формовочной смеси Prestige Optima [2], предназначенной для ЛВМ.

Заливаемый металл нейзильбер ALPCAST.

Химический состав: Cu55%, Zn36%, Ni9%

Температура плавления – 915-955 градусов

Выбивка формы через 5 мин в горячей воде.

Термообработка проводилась по схеме, представленной на рис. 1.

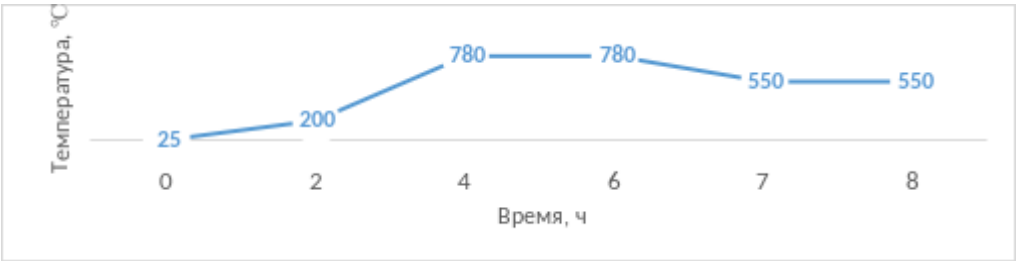


Рис. 1. График термообработки

Эксперимент №1. Изменение положения чаши при термообработке

Для получения более точного результата было изготовлено 6 одинаковых форм с 1 образцом, представленных на рис. 2, 3, формы располагались чашей вверх, 3 другие чашей вниз в процессе термообработки. Образцы проходили постобработку в глицерине.

Результаты визуального изучения образцов представлены в таблице 1. Фотографии отливок представлены на рис 3 (термообработка чашей вверх) и 4 (термообработка чашей вниз).

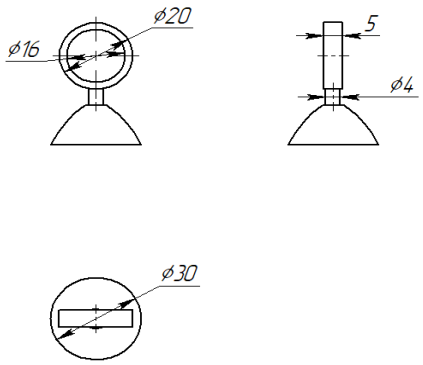


Рис. 2. Схема отливки для эксперимента №1

Таблица 1

Результаты эксперимента №1

№ образца	Чашей вверх (А)	Чашей вниз (Б)
1	Мелкая пористость на противоположной чаше стороне отливки	Дефектов нет
2	Несколько крупных пор на противоположной чаше стороне отливки	Дефектов нет
3	Несколько мелких пор на плоскости образца	Дефектов нет



Рис. 3. Фото отливок А



Рис. 4. Фото отливок Б

Эксперимент №2. Влияние постобработки на качество отливки

Суть эксперимента заключается в изготовлении формы, где расположено 5 одинаковых по конфигурации моделей, прошедших постобработку (досветку) в различных средах (рис. 5). Предполагается, что если постобработка оказывает влияние на качество отливки, то это повлияет на результат эксперимента. По результатам первого эксперимента термообработка проводилась чашей вниз.

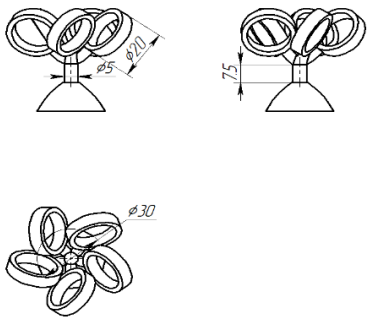


Рис. 5. Схема отливки для эксперимента №2

В качестве сред постобработки выбраны вода, воздух, глицерин, растительное масло (как среда схожая с глицерином, но имеющая меньшую плотность) и контрольная модель, не прошедшая постобработку. Для моделей, проходящих «досветку» была выбрана одинаковая продолжительность времени (20 мин) в соответствии с указанными производителем. Для того чтобы различать образцы, на каждом из них был нацарапан символ, соответствующий среде постобработки. В каждом модельном блоке находилось по одному образцу каждого вида.

В процессе получения образцов было выяснено, что масло плохо удалялось с поверхности образца, а на образцах, засвеченных в воде, выделялись пузырьки газа (см рис. 6).



Рис. 6. Фото выделившегося газа на поверхности образцов

В результате эксперимента (см. таблицу 2) наилучшие результаты показали образцы, прошедшие постобработку в глицерине. Их поверхность не имеет визуально различимых дефектов. Образцы, обработанные в масле, также показали хорошие результаты, имея только наплывы металла, которые можно удалить при помощи механической обработки. Остальные образцы имеют значительные дефекты. Для лучшего понимания результатов, образцы были срезаны с ЛПС и отбелены в лимонной кислоте.

Таблица 2

Результаты эксперимента №2 (рис. 7)

Среда / № блока	1 (рис. 8, образцы слева)	2 (рис. 8, образцы в центре)	3 (рис. 8, образцы справа)
Промывка в спирте (Х)	Крупные поры по всей отливке, особенно на верху отливки	Множественные поры по всей отливке	Крупные множественные поры по всей отливке
Воздух (О)	Мелкие множественные поры на верху отливки, несколько крупных пор	Значительная пористость верхней части отливки	Множественные поры
Вода (В)	Единичная область вверху отливки с множественными мелкими порами	Несколько мелких областей с множественной пористостью	Единичная область вверху отливки с множественными порами
Растительное масло (М)	Наросты металла на поверхности	Единичные небольшие наросты	Несколько мелких наростов
Глицерин (Г)	Дефектов нет	Дефектов нет	Дефектов нет

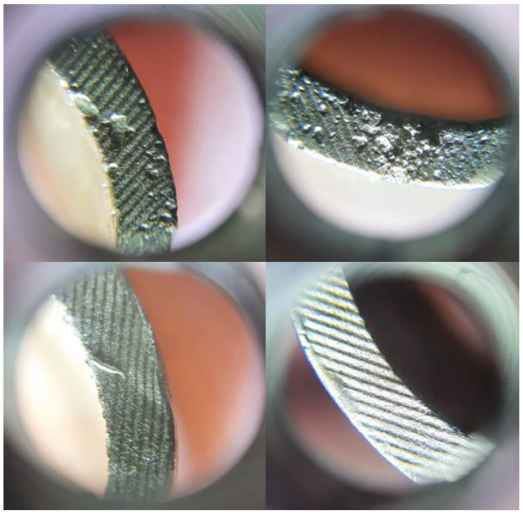


Рис. 7. Фотографии дефектов в приближении (х60)
1 – крупные поры, 2 – множественные поры, 3 – наросты, 4 – без дефектов



Рис. 8. Фото образцов с блоков 1, 2, 3

Решено провести эксперимент №3, дополняющий №1.

Модель в виде пирамиды, расширяющейся снизу, разместить в форме так, чтобы широкая часть образовывала чашу. Выжигание двух образцов чашей вверх и чашей вниз. Предположительно вода, образовавшаяся в процессе выжигания должна будет размыть дно формы, выжигаемой чашей вниз. Полученные открытые формы были визуально оценены на наличие дефектов. В результате у формы, проходившей ТО чашей вверх (А) выявлены включения на дне, потемнение дна формы. У формы Б подобных дефектов не обнаружено (рис. 9).



Рис. 9. Форма А (слева), форма Б (справа)

Оптимальным положением формы при проведении термообработки является положение «чашей вниз».

Наибольший потенциал для среды постобработки в качестве замены глицерина имеет масло, поскольку дефекты в виде наплывов металла возможно удалить при помощи механообработки, но наилучшее качество все же имеет глицерин. В дальнейшем возможно рассмотреть применение минерального масла, дополнительной очистки образцов после постобработки в масле для получения более качественной поверхности.

Список литературы

1. Дикарева В.В., Петров П.А. Сравнение аддитивных технологий, позволяющих печатать воскоподобным материалом. // Известия ТулГУ. Технические науки. 2021. Вып 2. С.408-414

2. Лассо / Формомасса Prestige Optima [Электронный ресурс]. URL: http://lasso.com.ru/casting/formomassa/catalog/2980/ (дата обращения 01.04.2025)

3. Siraya Tech / Siraya Tech Cast – Castable resin [Электронный ресурс]. URL: https://siraya.tech/products/cast-castable-resin (дата обращения 01.04.2025)

Пивоваров И.О., Авдеева В.В.
студенты
Научный руководитель: ***Петров М.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНИГ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ: ТЕНДЕНЦИИ И ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. Данная статья посвящена тенденциям реверсивного инжиниринга и его практической реализации современными инструментами на примере восстановления полимерного корпуса мультиварки. Установлено, что с выходом на «плато продуктивности» технологии 3D-сканирования инструменты геометрического обратного проектирования стали более доступными. Рассмотрено поэтапное выполнение задач от проектирования геометрии до изготовления прототипа корпуса методом экструзионной 3D-печати (FFF), с обоснованием выбора конструкционного материала.

Ключевые слова: реверсивный инжиниринг, цикл зрелости Гартнера, аддитивные технологии, корпус мультиварки, CAD, CAE, CAI.

Pivovarov I.O., Avdeeva V.V.
Students
Scientific Advisor: ***Petrov M.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

REVERSE ENGINEERING IN MODERN WORLD: TRENDS AND APPLICATION

Abstract. This article is devoted to the trends of reverse engineering and its practical realization by modern tools on the example of replacement of polymer housing for multicooker. It is established that with the 3D scanning technology reaching the «productivity plateau» geometric reverse engineering tools have become more accessible. The step-by-step fulfillment of tasks from geometry design to manufacturing of the housing prototype by FFF additive method is considered, with justification of the choice of construction material.

Keywords: reverse engineering, Gartner Hype Cycle, additive technologies, multicooker housing, CAD, CAE, CAI.

Введение

Технологии реверсивного-инжиниринга направлены на создание копий изучаемых объектов и внесение в них изменений, улучшающих их эксплуатационные характеристики. Современные инструменты проектирования и изготовления объектов изучения позволяют выполнять подобные манипуляции для любых работ, начиная от простых деталей и заканчивая слож-

ными машиностроительными сборками. Развитие и использование 3D-сканирования радикально изменило подход к реинжинирингу или обратному инжинирингу, сделав его более точным, эффективным и доступным.

Интеграция 3D-сканирования в реверсивный инжиниринг обычно включает в себя четыре этапа.

Сканирование объекта. Используется 3D-сканер для получения физических характеристик объекта. Сканер генерирует облако точек, принадлежащих поверхности изучаемого объекта.

Обработка данных. Данные облака точек обрабатываются с помощью специализированного программного обеспечения, их преобразование в полигональную сетку, которая является фактической 3D-моделью объекта.

Обратный инжиниринг данных. Цифровая фасеточная 3D-модель может быть импортирована в специализированное ПО, например, Geomagic Design X, для перепроектирования и реконструкции геометрии.

Цифровая метрология. На заключительном этапе итоговая полигональная модель сравнивается с чертёжной моделью и выполняется метрологическая оценка соответствия размеров и отклонений двух моделей. Возможно выполнение сравнения моделей и на других этапах обратного проектирования.

Реверсивный инжиниринг – это «начало с готового продукта или процесса и логическая работа в обратном направлении для обнаружения базовой новой технологии» [1]. Этот процесс можно использовать в любой сфере деятельности человека от создания деталей в тяжелом машиностроении до восстановления ручки ножа в домашних условиях. Неотъемлемой частью является 3D-сканирование. Системы для выполнения 3D-сканирования различаются по разрешению и точности сканирования. Геометрические характеристики сканируемого элемента, меньшие разрешения сканера, не регистрируются [2].

Анализ трендов

Согласно системе Google Trends на запрос ключевого словосочетания «reverse engineering» количество запросов, отражающих интерес аудитории, описывается гиперболой, которая с 2012 года приобретает характер горизонтальной прямой на уровне 25% от первоначальных запросов 2007 года, которые составляли почти 100% (рис. 1).

Рассматривая «цикл хайпа» или «цикл зрелости» технологии Гартнера [3] (3D-сканеры впервые были включены в диаграмму в 2012 году) можно сказать, что интерес к подходу реверсивного инжиниринга существовал всегда, но его реализация инструментами цифрового проектирования и изготовления стала возможна лишь после 2012 года, когда на рынке появились не только аппаратные, но и программные инструменты (рис. 2). Впоследствии технологии реверсивного инжиниринга достигли плато продуктивности и сегодня повсеместно используются в инженерной практике.

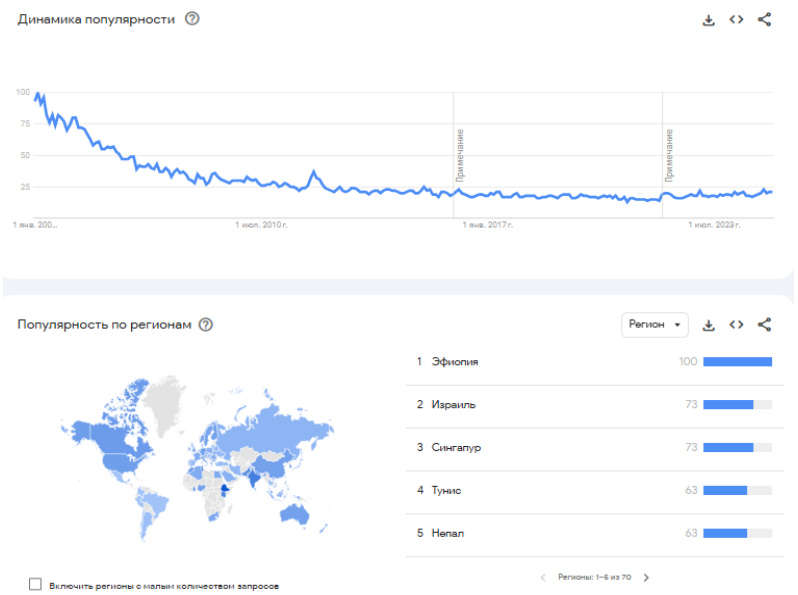


Рис. 1. Изменение динамики популятности запроса «reverse engineering»

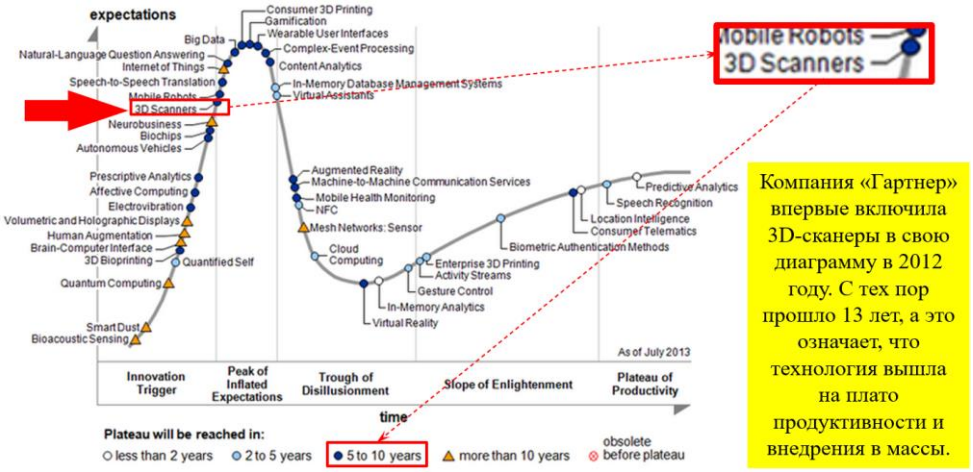


Рис. 2. «Цикл зрелости» новых технологий на 2012 г.

Проектирование корпуса мультиварки

При транспортировке мультиварки её корпус был повреждён, что снизило жёсткость конструкции (рис. 3). Подготовка корпуса к сканированию требовала восстановления его исходной геометрии. Для этого была выполнена разборка мультиварки, а сам корпус соединён малярной лентой для восстановления целостности. 3D-сканирование выполнялось на поворотном столике с применением программно-аппаратного комплекса RangeVision, включающего систему 3D-сканирования RV Spectrum на основе структурированного подсвета, а также программное обеспечение RV 3D Studio, в котором выполняется обработка сканов, их совмещение, удаление избыточной геометрии и шума, подготовка итоговой модели и её экспорт в файл полигональной модели. Результат 3D-сканирования представлен на рис. 4.

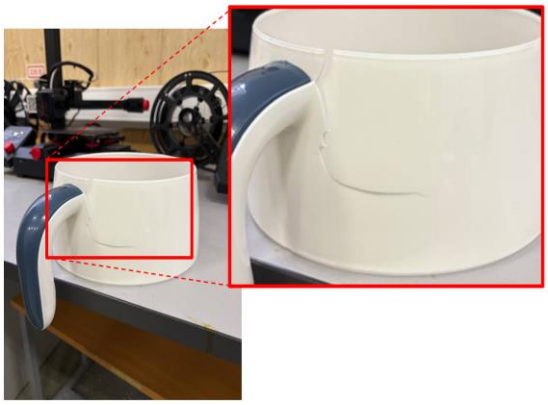


Рис. 3. Повреждённое место корпуса мультиварки



Рис. 4. Полигональная модель корпуса

На втором этапе выполнялся обоснованный выбор материалов на основе численного моделирования [4]. Для этого в программе T-Flex CAD было выполнено построение твердотельной 3D-модели корпуса по результатам ручного измерения и проведён статический анализ нагружения по схеме, представленной на рис. 5, для условия изготовления корпуса из полиэтилентерефталата гликоля (ПЭТГ). Рассматривались два варианта толщины стенки корпуса: 3,4 мм (вариант 1) и 2 мм (вариант 2).

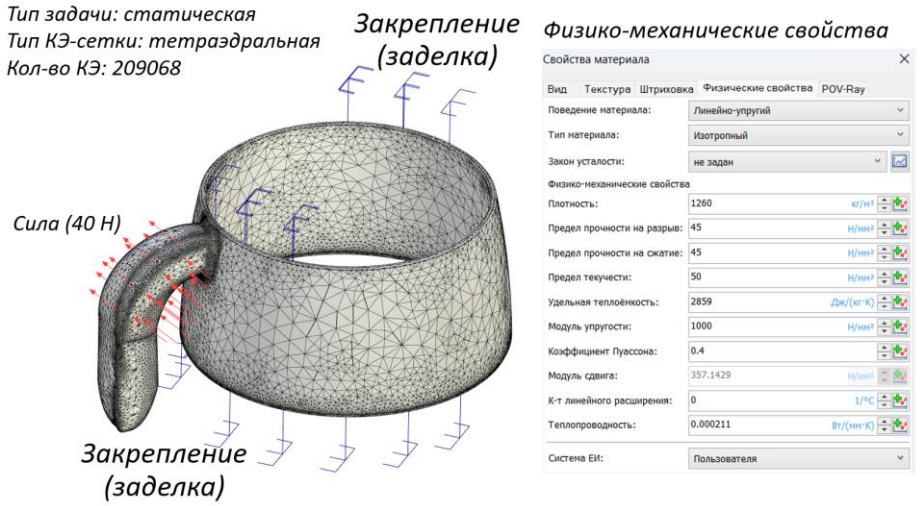


Рис. 5. Постановка задачи статистического нагружения корпуса

Задание физико-механических свойств осуществлялось вручную. На рис. 6 представлены результаты расчётов, а именно поле коэффициента запаса по эквивалентным напряжениям. Видно, что место разрушения корпуса является наиболее нагруженным при заданной силе. Однако, минимальное значение коэффициента запаса по варианту 1 составило ~3,8, что является более, чем достаточным показателем высокой прочности детали. Таким образом, заданный материал является надёжным для заданных условий нагружения, а толщина стенки может быть уменьшена до 2 мм (вариант 2).

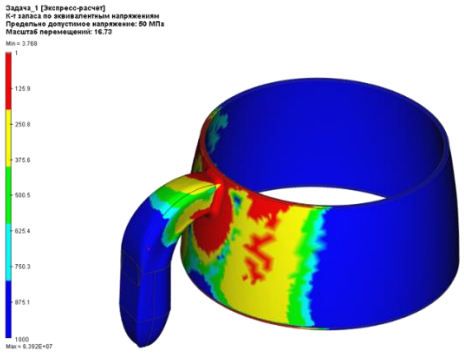


Рис. 6. Поле коэффициента запаса

На третьем этапе выполнялось изготовление прототипа корпуса по технологии экструзионной 3D-печати (FFF) на настольном 3D-принтере Anycubic Kobra 2. Общее время печати корпуса составило ~4 часа.

И, наконец, на заключительном, четвёртом этапе, выполнялись доделочные операции или пост-обработка, и обратная сборка мультиварки. Итоговая сборка показала, что новое исполнение корпуса мультиварки полностью соответствует посадочным местам и легко монтируется, а её эксплуатация в условиях кипячения воды – стойкость полимера к высоким температурам.

Сравнение геометрии повреждённого корпуса с геометрией корпуса по результатам твердотельного моделирования (CAI) показали высокие локальные отклонения, до 16 мм, что можно объяснить потерей жёсткости корпусом и, соответственно, геометрической формы. На рис. 7 показана карта отклонения геометрических размеров.

Для выполнения 3D-печати была выполнена подготовка управляющей программы или gcode в слайсере Ultimaker Cura. Основные параметры печати: плотность заполнения – 30%, скорость печати – 150 мм/с, температура печати – 230°C, высота слоя – 0,3 мм. Технология изготовления методом сплавления нити (FFF) – это технология, основанная на экструзии термопластичного полимера через нагреваемое сопло экструдера для послойного формирования прототипов [4]. На рис. 8 приведено сравнение распечатанного (до удаления поддерживающих структур) и старого корпусов.

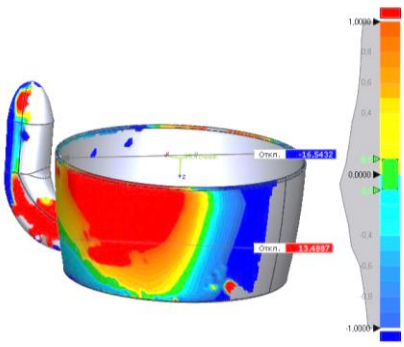


Рис. 7. Карта отклонений геометрических параметров



Рис. 8. Сравнение нового (слева) и исходного (справа) корпусов

Выводы и заключение

Представленные результаты демонстрируют возможно выполнения ремонтных технологий по технологиям обратного или реверсивного проектирования с применением CAD-CAE-CAI, а также систем оптического 3D-сканирования и 3D-печати.

Согласно трендам, интерес к технологии не охладел, а количество поисковых запросов снизилось из-за глубокого проникновения термина «reverse engineering» в общество и рост интереса к частным вопросам реверсивного инжиниринга.

Список литературы

1. A. Álvarez-Trejo [и др.]. Mechanical metamaterials with topologies based on curved elements: An overview of design, additive manufacturing and mechanical properties // Materials & Design Vol. 233. – 2023г. С. 112190-1–112190-24

2. A. Haleem [и др.]. Exploring the potential of 3D scanning in Industry 4.0: An overview, International Journal of Cognitive Computing in Engineering // International Journal of Cognitive Computing in Engineering Vol. 3. – 2022г. С. 161-171.

3. J. C. Vasco. Additive manufacturing for the automotive industry // in: Additive Manufacturing, eds. J. P. Davim, K. Gupta. Elsevier. – 2021г. С. 505–530.

4. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Gartner_Hype_Cycle_for Emerging_TechnologiesЦикл_зрелости_технологий_Gartner_Gartner) (дата обращения 31.03.2025)

Раимов Х.Ш.
студент
Балашов В.Н.
к.т.н., профессор
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ТЕХНОЛОГИЯ КОНТУРНОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПКМ)

Аннотация: В данной статье рассмотрен заготовительный процесс производства композиционных изделий из тканевых полимерных композиционных материалов (ПКМ). Предложены возможности применения лазерной резки в описанном заготовительном производстве. Проведен анализ среди тканевых (ПКМ), выявлены часто используемые в производстве и проведены исследования по раскрою данных материалов на лазерном станке. Описана методика проведения экспериментов лазерной резки, используемое обо-

рудования и рекомендации по лазерной резке тканевых ПКМ. Изложены результаты экспериментальных исследований, проведённых с целью определения оптимальных режимов резания, обеспечивающих требуемое качество резки тканевых ПКМ.

Ключевые слова: композиционные материалы, лазер, синтерм, планшетный плоттер, режимы резания, препрег.

Raimov Kh.Sh.
Student
Balashov V.N.
Candidate of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow.

CONTOUR CUTTING TECHNOLOGY OF SHEET BLANKS FROM POLYMER COMPOSITE MATERIALS (PCM)

Abstract: In this paper the blanking process of production of composite products from woven polymer composite materials (PCM) is considered. The possibilities of laser cutting application in the described blanking production are proposed. Analyses among woven (PCM), frequently used in production, are revealed and research on cutting of these materials on a laser machine are carried out. The methodology of laser cutting experiments, the equipment used and recommendations for laser cutting of fabric PCMs are described. The results of experimental studies carried out to determine the optimal cutting modes that provide the required quality of cutting of woven PCM are described.

Keywords: composite materials, laser, synterm, flatbed plotter, cutting modes, prepreg.

Применение современных композиционных материалов в производстве

Композиционные материалы (КМ) все больше и больше применяют в производстве деталей машин, корпусов, конструкционных профилей и многое другое. Связано это с тем, что их физико-механические свойства не уступают металлам, а некоторые и превосходят в определенных условиях. Привлекательными свойствами у данных материалов являются их низкая плотность, что влияет на вес и коррозионная стойкость (например, по сравнению со сталями). Именно благодаря этим двум свойствам их внедряют в конструкции разных объектов. Но не все КМ на сегодня до конца изучены для быстрого и качественного производства, и поэтому для изготовления конечного продукта требуются: высококачественное сырье, специальные оборудования и длительное время. [3]

В данной статье рассмотрено производство угле- и стеклопластиков технологией термокомпрессионного формования с помощью полимерного порошка «Синтерм» (рис. 1) технология Синтерм). *Материал «Синтерм»* – готовая полимерная композиция (или форполимер) для изготовления сердечника из синтактического пеноматериала, способного к расширению и

термокомпрессионному давлению, путем термообработки в замкнутой оснастке. [1]

Технология «Синтерм» – препреговая безавтоклавная технология формования изделий из полимерных композиционных материалов в замкнутой оснастке с использованием сердечника из термопластичного синтактического пеноматериала, способного к расширению и термокомпрессионному давлению.

Производство деталей по данной технологии делится на три основных этапа: заготовительный процесс, термокомпрессионное формование и охлаждение. Каждый этап требует длительного времени. Для ускорения цикла производства применяют разные методы и технологии. Как например: в заготовительном этапе, при раскрое препрега, используют планшетный плоттер; на этапе охлаждения, оснастку после нагрева охлаждают в холодном прессе или пускают водяное охлаждение по каналам внутри оснастки при их наличии.

Альтернативные методы раскроя на заготовительном производстве

Целью моей работы заключается ускорить и удешевить этап заготовительного процесса при раскрое угле- и стеклотканей. Суть простоты препреговой технологии заключается в том, что ткань ПКМ изначально пропитана смолой и не требует дополнительной операции пропитки, как например при изготовлении тонкостенных деталей из ПКМ методом вакуумной инфузии.

Для начала поясним, что в качестве тканевого ПКМ используют предварительно пропитанную ткань, которая получила название «препрег». Данный материал может быть как на основе углеткани, так и стеклоткани, арамидной ткани и других тканевых ПКМ.

Это позволяет сэкономить время, трудозатраты и затраты на материалы. Однако данный материал требует при формовании четко регулируемой температуры и давления. В целом для этого и был создан материал «Синтерм» (рис 1) [2].

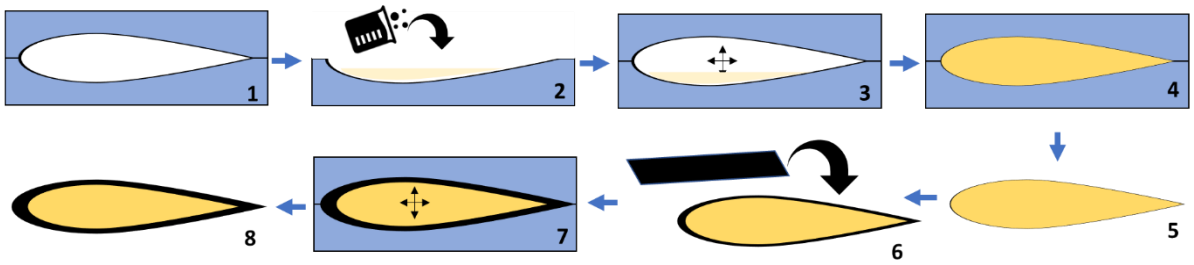


Рис. 1. Технология термокомпрессионного формования «Синтерм»

Планшетный плоттер – это ЧПУ система, где в качестве инструмента используется лезвие для резки препрега. Данное оборудование имеет множество преимуществ:

- высокая производительность
- точность раскроя
- качество реза
- автоматизация производства
- универсальность

Но также имеется и ряд недостатков: дороговизна, сложность в техническом обслуживании и частая смена лезвийного инструмента. Основным недостатком является конечно дороговизна, так как по данной причине большинство мелкосерийных производств не используют данное оборудование. Да и в целом при малой программе выпуска изделий из ПКМ, использование планшетного плоттера с его обслуживанием и частой смене инструмента по сравнению с ручной резкой ножницами или резкой электроинструментом не целесообразна. В связи с этим исключительно в массовом производстве используют планшетный плоттер в качестве раскроя, а остальные работают, вручную раскраивая материал ножницами или подручными инструментами.

Поэтому было предложено использование альтернативных технологий резки помимо механической. Например: лазерная резка и ультразвуковая.

Лазерная резка – технология резки и раскроя материалов, использующая лазер высокой мощности. Сущность технологии заключается фокусирование частиц света, излучаемых лазерным источником в точке контакта с заготовкой, что вызывает высокую концентрацию энергии света и происходит термический нагрев, который способен расплавить, сжечь или испарить обрабатываемый материал в доли секунды. Данная технология имеет множество преимуществ: [5]

- Качественный рез
- высокая точность
- высокая производительность процесса
- автоматизация
- не требует замены инструмента
- простота обслуживания

Ультразвуковая технология раскроя, заключается в разрезании материала путем ультразвуковых волн, образующихся вокруг клинового инструмента. Однако данная технология пока трудно применима из-за отсутствия соответствующего оборудования. В отличие это большого разнообразия лазерных станков.

Было предложено использовать маломощный CO2 лазерный станок 100–130, Вт мощности, который используется для резки по дереву, пластикам и декоративным материалам. Отличительными особенностями данных станков являются: импульсное излучение лазера, что позволяет снизить зону термического влияния, большая рабочая зона и дешевизна. Данные станки на сегодняшний день очень дешевые по сравнению с планшетным плоттером и могут стать спасением для мелкосерийных производств.

Экспериментальные исследования

Для определения оптимальных режимов резания и обеспечения качества обработки была разработана методика проведения экспериментальных исследований. Был проведен однофакторный эксперимент, который помог определить оптимальные режимы резания. Поэтапная методика:

1. Подготовка образцов шириной не менее 300 мм, чтобы головка лазера успела разогнаться и двигаться с постоянной скоростью и длиною 500 мм.

2. Натянуть ткань и закрепить на станке

3. Откалибровать головку лазера по оси Z

4. Расположить начало движения лазерной головки за периметр образца

5. Подбор мощности, выставляем минимальную мощность производим импульсный рез нажатием кнопки пробивки на станке. Смотрим, если ткань пробилась на сквозь, то фиксируем мощность, если нет, то повышаем мощность лазера на 10 % от максимальной мощности и продолжаем так пока не добьёмся пробивки материала.

1. Когда ткань пробьётся на сквозь, повторяем эксперимент при этой же мощности еще пять раз для частоты эксперимента.

2. При известной мощности пробивки материала, выбираем максимальную скорость движения головки и проводим один рез по всей ширине. Если ткань прорезалась, то фиксируем режим резания, если ткань не прорезалась, то уменьшаем скорость резания с шагом 20 мм/с так пока не прорежем ткань

3. Когда ткань прорежется, повторно при этих же режимах провести 5 резов для частоты эксперимента.

В результате вы получите режимы резания, при которых сможете прорезать тканевые ПКМ (рис. 2).



Рис. 2. Экспериментальные образцы, раскроенные на лазерном станке.

В ходе экспериментов были получены результаты режимов резания для разного типа материала (табл.).

Таблица

Результаты режимов резания для разного типа материала

Наименование ПКМ	Поверхностная плотность, гр./м^2	Мощность, Вт	Скорость резания, мм/мин	ЗТВ, мм
Стекловолокно 2080	50	90	300	-
Стекловолокно 1080	200	90	150	-
Углеволокно однонаправленное	200	90	25	0,1
Углеарамид двунаправленный	200	90	50	0,5
Препрег АСМ-102, уголь	200	35	30	0,05
Препрег Сп-23112	100	25	85	0,2-0,4
Препрег Сп-23113	290	30	20	0,5

Режимы резания тканевых ПКМ лазером

В таблице представлены разные материала, как препреги, так и простые ткани без предварительной пропитки эпоксидной смолой. Также мы видим, что каждый материал имеет такой параметр как поверхностная плотность [4]. Это параметр говорит нам о том, что квадратный метр ткани может весить по-разному, все зависит от типа плетения и материала нитки. Среди тканевых ПКМ есть множество различных плетений, которые влияют на плотность, из-за этого режимы резки могут не всегда подойти для той или иной ткани. Поэтому были также проведены дополнительные экспериментальные исследования, по результатам которых выявлена формула, благодаря которой можно резать углеткани разных плотностей по предварительным расчетам.

$$\vartheta = 120 \cdot \sqrt[245]{0{,}5^{\rho}} - 5 \qquad (1)$$

где: ϑ – скорость резания; ρ – поверхностная плотность ткани.

Данная формула применимы для мощности лазера в 85 Вт. Помимо расчетов, были построены графики по экспериментальным исследованиям (рис. 3–5).

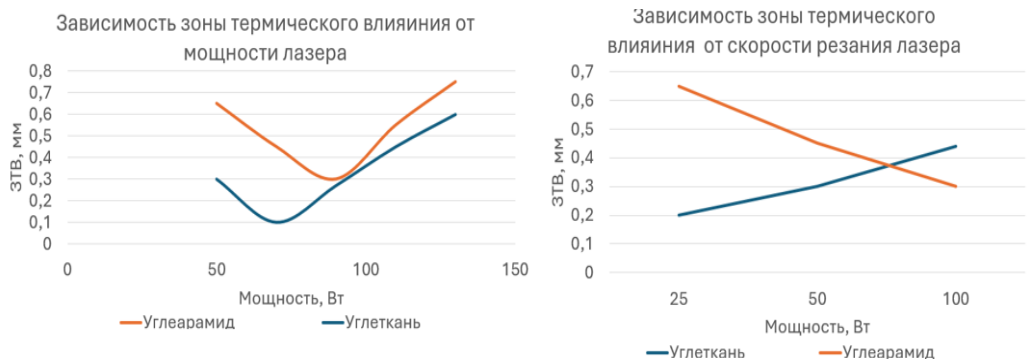


Рис. 3. Графики зависимости зоны термического влияния от мощности и скорости резания для тканей

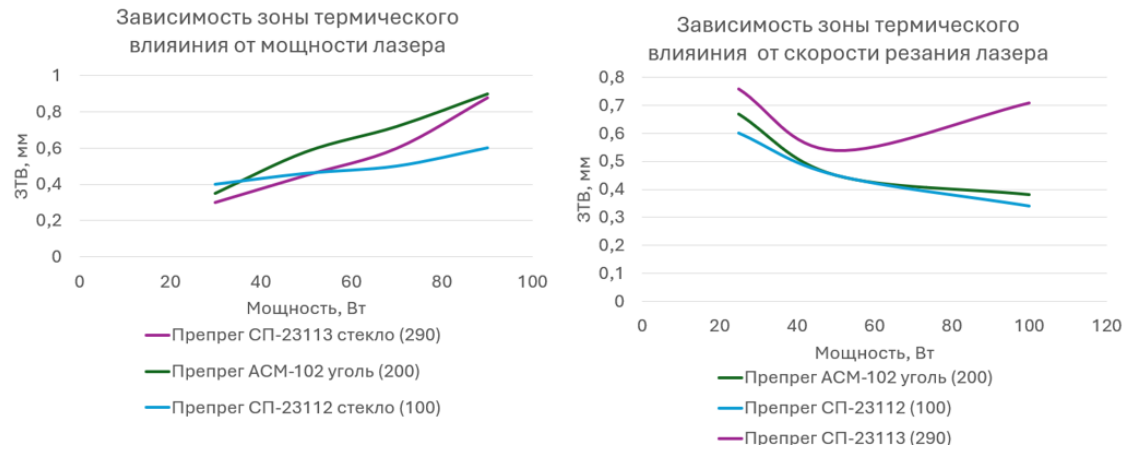


Рис. 4. Графики зависимости зоны термического влияния от мощности и скорости резания для препрегов

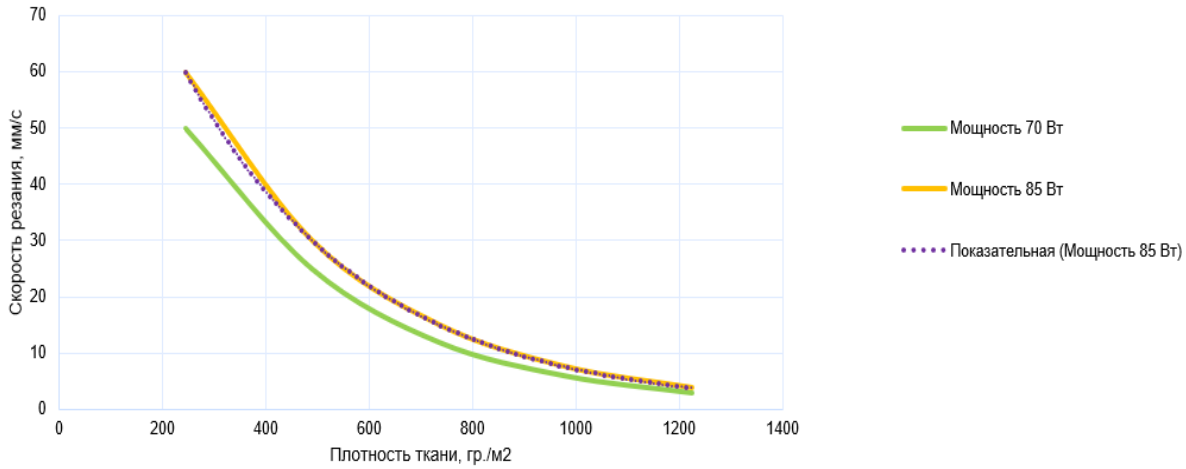


Рис. 5. График зависимости плотности от скорости резания при 70 и 85 Вт мощности

Выводы

Исследования показали, что режимы резания тканевых ПКМ позволяют раскраивать материал на лазерном станке быстро, качественно и дешево. Несмотря на некоторые недостатки лазерной резки такие как: зоны термического влияния и вредное излучением с парами вредных газов, данная технология считается целесообразной. Так как зона термического влияния незначительно и входим в предел допусков, а во избежание урона здоровью существуют методы борьбы при помощи защитного снаряжения. В связи с этим технология лазерной резки расширяет номенклатуру обрабатываемых материалов среди композитов и подтверждает статус универсальной технологии.

Список литературы

1. Батаев А. А., результаты режимов резания для разного типа материала В. А. Композиционные материалы: строение, получение, применение: учебник. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2002. 384 с. Сер. Учебники НГТУ.

2. Бабин. А. Н. Связующие для полимерных композиционных материалов нового поколения // Труды ВИАМ: электрон. Научно-технич. Журн. 2013. №4 Ст. 11.
3. Разработка технологии изготовления корпуса модели ракеты // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: материалы XXIII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Дню космонавтики (10–14 апреля 2017 г., Красноярск) : в 3 т.
4. Технология изготовления ПКМ способом пропитки пленочным связующим // Клеи. Герметики. Технологии №6. 2011. С. 25–29
5. Новицки М. Лазеры в электронной технологии и обработке материалов: перевод с польского Д. И. Юрченкова. М.: Машиностроение, 1981. 152 с., ил.

Терехин Е.В.
студент
Научный руководитель: ***Гневашев Д.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ УКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ МАНОМЕТРА МЕТОДОМ АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ FDM

Аннотация. Статья посвящена Исследование изготовления указателей предельных значений манометра методом аддитивного производства с использованием технологии FDM(Fused Deposition Modeling, метод послойного наплавления). К материалам для изготовления данной детали выдвигаются высокие требования: устойчивость к коррозии активных сред и перепадам температур, стойкость к динамическим нагрузкам. В работе представлено исследование свойств пластиков – ABS и PETG.

Ключевые слова: аддитивное производство, 3D-печать, технология FDM, свойства материала, материалы – ABS и PETG.

Terekhin E.V.
Student
Scientific Advisor: ***Gnevashev D.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

INVESTIGATION OF THE MANUFCTURE OF PRESSURE GAUGE LIMIT VALUE INDICATORS BY ADDITIVE MANUFACTURING USING FDM TECHNOLOGY

Abstract. The article is devoted to the study of the manufacture of pressure gauge limit values by additive manufacturing using FDM (Fused Deposition Modeling, layer-by-layer deposition)

technology. High requirements are placed on the materials for the manufacture of this part: resistance to corrosion of active media and temperature fluctuations, resistance to dynamic loads. The paper presents a study of the properties of plastics – ABS and PETG.

Keywords: Additive manufacturing, 3D printing, FDM technology, material properties, ABS and PETG materials.

На базе Московского Политехнического Университета изучают и исследуют свойства различных металлов или сплавов, применяемых в аддитивных технологиях [1-2]. Основное внимание уделяется в изучении различных механических свойств материалов на основе инженерных пластиков и фотополимеров [3,4], а также материалов, применяемых в медицине [5].

В данной статье рассматривается возможность изготовления методом АП технологией FDM (Fused Deposition Modeling, метод послойного наплавления) детали манометра – указатель предельных значений.

Указатель предельных значений манометра в зависимости от эксплуатационных свойств изготавливают из технической пластмассы или нержавеющей стали традиционными способами (литье, механическая обработка и т.д).

Элементы измерительных приборов, такие как манометры, должны соответствовать строгим требованиям ГОСТ, включая устойчивость к влажности, перепадам температур и механическим нагрузкам. Традиционные методы производства (литье, механическая обработка) не всегда обеспечивают необходимую гибкость и экономическую эффективность при изготовлении уникальных деталей. Аддитивное производство (АП), в частности технология FDM (Fused Deposition Modeling), предлагает возможность создания сложных деталей с заданными свойствами, что делает его перспективным для производства указателя предельных значений манометра. В отличие от традиционных методов, АТ не требуют изготовления оснастки, что делает их идеальным выбором для индивидуального или мелкосерийного производства. Кроме того, аддитивные технологии позволяют быстро вносить изменения в конструкцию изделия, что особенно важно при разработке прототипов или опытных образцов.

Цель работы: исследование возможности изготовления указателя предельных значений манометра методом аддитивного производства с использованием технологии FDM.

Задачи работы

1. Анализ требований ГОСТ к материалам и методам изготовления деталей измерительных приборов.
2. Подбор материалов для 3D-печати (ABS, PETG) и определение их механических свойств.
3. Проведение испытаний на растяжение и термоусадку образцов полученных методом 3Д печати.
4. Изготовление прототипа.

Объект исследования – процесс аддитивного изготовления указателей предельных значений манометра с использованием технологии FDM (Fused Deposition Modeling).

Предмет исследования – влияние технологических параметров FDM (температура экструдера, скорость печати, тип материала) на точность геометрии, механическую прочность и функциональную пригодность указателей предельных значений манометра.

В соответствии с ГОСТ Р 52931-2008 «Приборы контроля и регулирования технологический процессов» манометры разделены на группы исполнения. Так как на предприятии используются манометры находятся в помещении, то будем рассматривать условия для приборов групп «В»:

Температура – от +5 до +50 °С.

Влажность – от 75 до 95 %.

Подбор материалов

Для проведения экспериментов были выбраны два материала: ABS (акрилонитрил-бутадиенстирол) и PETG (полиэтилентерефталатгликоль).

ABS – это термопластичный полимер. Обладает хорошей прочностью, лёгкостью обработки и возможностью склеивания деталей. Однако ABS имеет плохую адгезию с печатным столом, что может вызвать деформацию изделия. Также ABS выделяет умеренно вредные пары и имеет сильный запах при печати.

PETG – это сополиэфир, который сочетает в себе лучшие качества ABS и PLA (полилактида). Он обладает высокой прочностью, термостойкостью и долговечностью, а также хорошей адгезией к платформе и устойчивостью к открытому воздуху и сквознякам. PETG имеет минимальную эмиссию вредных веществ и почти не подвержен влиянию влажности воздуха.

Разработка методики изготовления образцов с использованием технологии FDM

Подготовка образцов

За основу взят образец 1-ого типа из «ГОСТ 11262-2017. Пластмассы. Метод испытания на растяжение». Образцы для растяжения подготовлены для 3Д печати:

А) заполнение на 100% с двумя периметрами;

Б) ориентация относительно плоскости стола принтера имеют 0°- горизонтальное;

В) ориентация относительно плоскости стола принтера имеют 90°- вертикальное.

Для испытаний на термоусадку были выбраны образцы тип 3 согласно ГОСТ 18616 – 80 в форме бруска с заполнением на 100% с двумя периметрами, а ориентацию относительно плоскости стола принтера имеют 0°- горизонтальное, диаметр сопла 0,4мм, высота слоя 0,1мм, размер 80х10х4мм.

Для исследования было использовано оборудование:

– Для растяжения – универсальная испытательная машина УТС 110М-100.

– Для термоусадки – муфельная печь модели ПМ-16М-ТД.

Испытания на растяжение проводили по ГОСТ 11262-2017.

Испытание на растяжение проводились со скоростью деформации 0,3мм/с, при максимальной нагрузке в 100 кН.

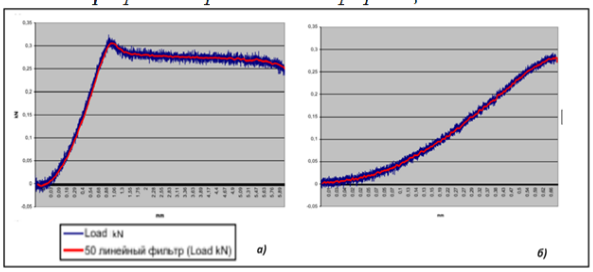
– Горизонтальная печать обеспечивает более высокие механические свойства.

– PETG демонстрирует более высокий предел текучести (46,17 МПа) по сравнению с ABS (29,87 МПа).

– Вертикальная печать значительно снижает прочность образцов: у PETG предел текучести снижается на 77%, у ABS – на 42%.

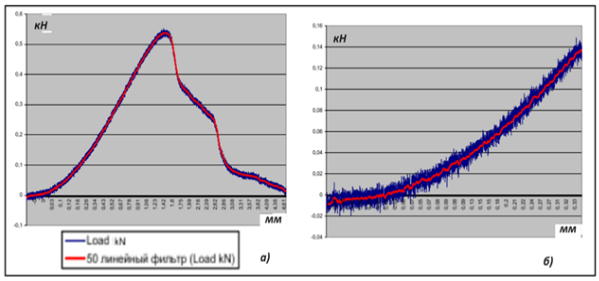
По проведенным экспериментам для каждого типа материала были построены графики зависимости напряжения от деформации (рисунок 1).

График напряжение-деформация для ABS



а) горизонтальная печать, б) вертикальная печать

График напряжение-деформация для PETG



а) –горизонтальная печать, б) –вертикальная печать

Рис. 1. График показателей при растяжении образцов после 3Д-печати

Испытания на термоусадку по ГОСТ 18616-80.

Перед началом испытаний у образцов измеряют начальные размеры. Затем образцы загружают в разогретую печь с заданным режимом (50°С, 70°С, 90°С, 110°С) где они подвергаются термообработке в течение 30 минут.

– PETG начинает усаживаться при температуре 70°С, ABS – при 90°С.

– При температуре 110°С усадка PETG составляет 13%, а ABS – 8,4%.

По проведенным экспериментам термоусадки для каждого типа материала представлены сравнительные данные (рисунок 2).

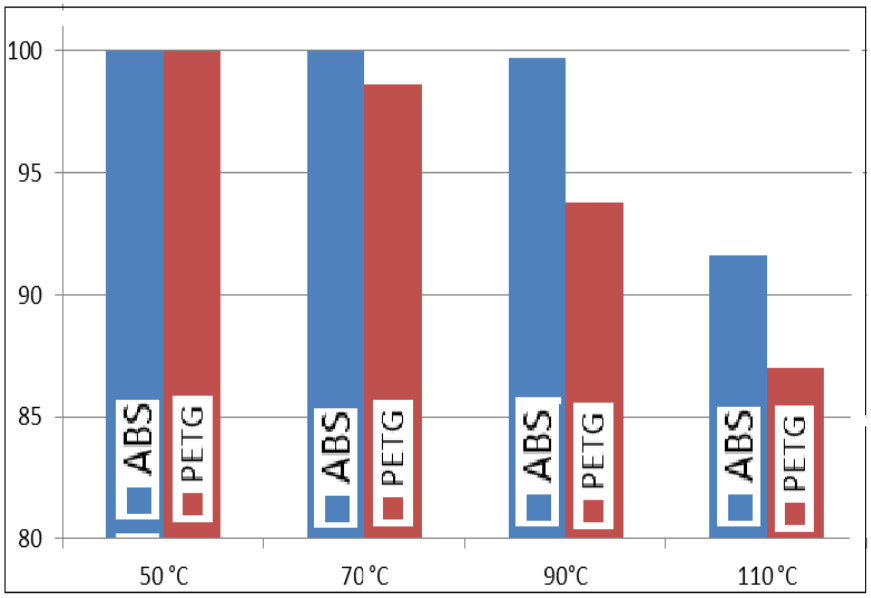


Рис. 2. Сравнительный анализ материалов после термоусадки

На основе проведенных исследований был выбран материал PETG, из него был изготовлен прототип указателя предельных значений манометра, который передан для дальнейших испытаний в условиях эксплуатации (рисунок 3). Результаты работы могут быть использованы для оптимизации процессов аддитивного производства в машиностроении и приборостроении.

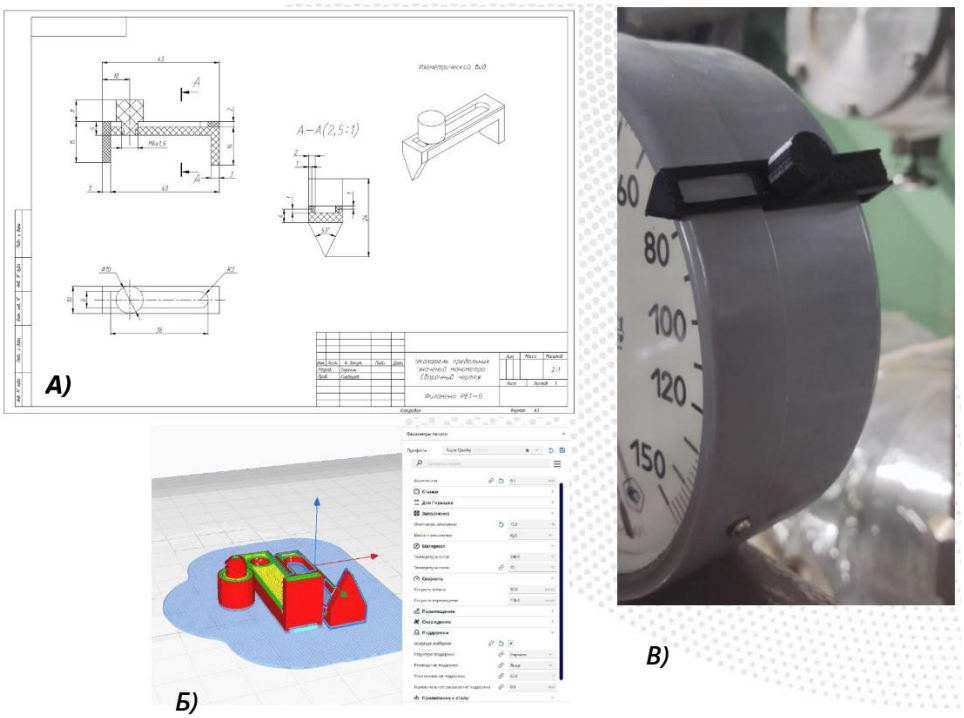


Рис. 3. Изготовление прототипа указателя предельных значений манометра: а – проект чертежа; б – подготовка к 3Д печати; в – готовый прототип на исследовании эксплуатации

Выводы

Горизонтальная печать значительно снижает механические свойства образцов из обоих материалов. Это сильнее заметно на образцах, напечатанных из PETG у которых характеристики снизились на 77%, а у ABS снижение составило 42%.

Это можно объяснить тем, что ABS обладает более высокой межслойной адгезией. Так же ABS обладает большей устойчивостью к температурным воздействиям, чем PETG, который проявляет более высокую «температурную чувствительность» и усаживается при более низких температурах. Эти результаты имеют большое значение при выборе материала для различных типов печати и полезны при проектировании изделий с учетом их механических свойств.

Список литературы

1. Гневашев Д.А., Побежимов В.В., Исследование свойств полимерных материалов для изготовления детали типа «крыльчатка водяного насоса» по технологии аддитивного производства. Технология металлов №11 2022 DOI: 10.31044/1684-2499-2022-0-11-11-24.

2. Гневашев Д.А., Белов Р.С. Исследование свойств фотополимерных материалов для изготовления корпусных деталей напорного аккумулятора гидромолота технологией аддитивного производства. Известия ТулГУ, Технические науки 2023. Вып.3 стр. 17-26. DOI: 10.24412/2071-6168-2023-3-17-26.

3. Гневашев Д.А., Матвиенко С.В. Исследование свойств полимерных материалов для изготовления детали «защитный корпус» автономного РЭС методом FDM-технологии аддитивного производства. Технология металлов №04 2024. DOI: 10.31044/1684-2499-2024-0-4-2-15

4. Гневашев Д.А., Стрижевская Н.О., Быценко О.А. Исследование свойств алюминиевого сплава AlSi10Mg при изготовлении детали типа «корпус» с применением SLM-технологии аддитивного производства Технология металлов №10 2022г. DOI: 10.31044/1684-2499-2022-0-10-9-19.

5. Gnevashev, D.A., Goryacheva, K.L. Properties of Rematitan CL Titanium Powder Samples Fabricated by an Additive Technology for Arthrodesis in Veterinary Medicine. Russian Metallurgy (Metally) 2022, 2022(13), pp. 1818–1824

Секция 13
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

Абдулов Д.Р., Губанов В.А.
студенты
Научный руководитель: ***Толстиков А.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ НА ОСНОВЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ UNIGINE. МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВИДАМИ И МОДУЛЬ АННОТАЦИЙ

Аннотация. В статье рассмотрена разработка программного обеспечения для создания интерактивных технических руководств на основе графической платформы Unigine, а именно модули управления видами и аннотаций, модули представления модели и анимации.

Ключевые слова: интерактивные технические руководства, графическая платформа, UNIGINE, визуализация, трехмерное моделирование, техническая документация, обучающие материалы.

Abdulov D.R., Gubanov V.A.
Students
Scientific Advisor: ***Tolstikov A.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR CREATING INTERACTIVE TECHNICAL MANUALS BASED ON THE UNIGINE GRAPHICS PLATFORM. VIEW MANAGEMENT MODULE AND ANNOTATION MODULE

Abstract. The article discusses the development of software for creating interactive technical manuals based on the Unigine graphical platform, namely view management and annotation modules, model presentation and animation modules.

Keywords: interactive technical manuals, graphical platform, UNIGINE, visualization, three-dimensional modeling, technical documentation, training materials, process modeling, engineering visualization, CAD, software.

Введение

Интерактивные технические руководства помогают обучать пользователей, облегчать диагностику и ремонт, минимизировать ошибки при эксплуатации и предоставлять удобный доступ к необходимой информации. Они значительно превосходят статичные инструкции, делая техническую документацию адаптивной и доступной в любой момент, при этом обеспечивая актуальные данные. Поэтому был разработан программный продукт, позволяющий создавать интерактивные технические руководства с возможностью настройки видовых представлений, взаимодействия с моделью, изменения отображения сцены, добавления интерактивных аннотаций и создания анимаций.

Обзор аналогов

Среди популярных решений для создания интерактивных инструкций [1] выделяется SOLIDWORKS Composer [3], главным преимуществом которого является полная интеграция с SOLIDWORKS. Он поддерживает создание 2D/3D иллюстраций, анимацию, взаимодействие с моделью и экспорт в различные форматы (PDF, HTML). Однако, программное обеспечение ограничено в поддерживаемых 3D-форматах и официально недоступно на российском рынке.

Также, существует решение от российской компании ООО «Ай-Джи-Эй Системы»: «POWERGUIDE INSTRUCTIONS» [2]. Имеет множество функций для создания анимаций и эксплуатационных инструкций, но графическое отображение самой модели находится на среднем уровне.

О приложении

Приложение создано при помощи графической платформы Unigine [4] на языке C#. Включает в себя четыре модуля: управления видами, аннотаций, анимации и представления модели.

Интерфейс приложения состоит из четырех объединённых окон: инструменты, дерево модели, слайды и главная рабочая область (рис. 1).

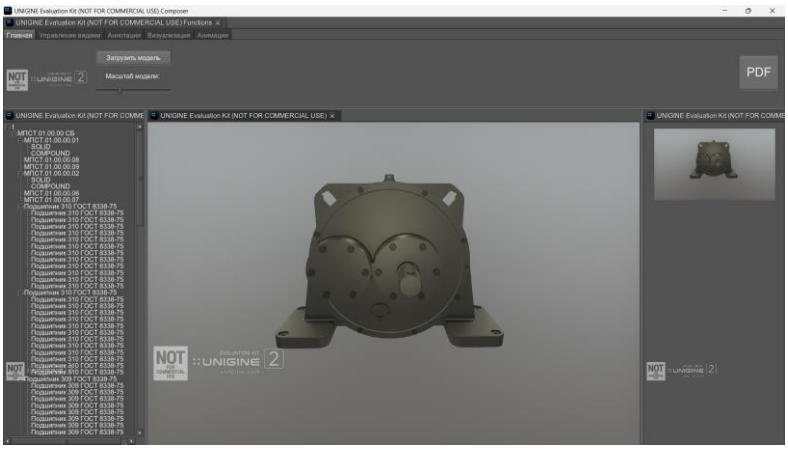


Рис. 1. Интерфейс приложения

В окне с инструментами есть возможность переключения между различными вкладками (модулями) программы для использования нужных функциональных возможностей.

Дерево модели отображает в виде иерархического списка структуру сборки. Есть возможность раскрывать элементы и сворачивать их.

Окно со слайдами отображает созданные на данный момент изображения в виде списка, которые можно сохранять в нужном расширении (PNG, JPG) и экспортировать их в «PDF» формат.

В рабочей области можно взаимодействовать с моделью и окружением, создавать анимации и добавлять аннотации.

Каждое окно можно изменить в размерах, открепить от группы и закрыть по необходимости.

Функционал

Модуль управления видами отвечает за создание различных видовых представлений с возможностью добавления набора модификаций для отображения. Есть функции создания дополнительных камер и разреза модели, скрытие и перемещение элементов, добавления слайдов, работа с иерархическим деревом, а также возможность сохранения результата в «PDF» формате (рис. 2).

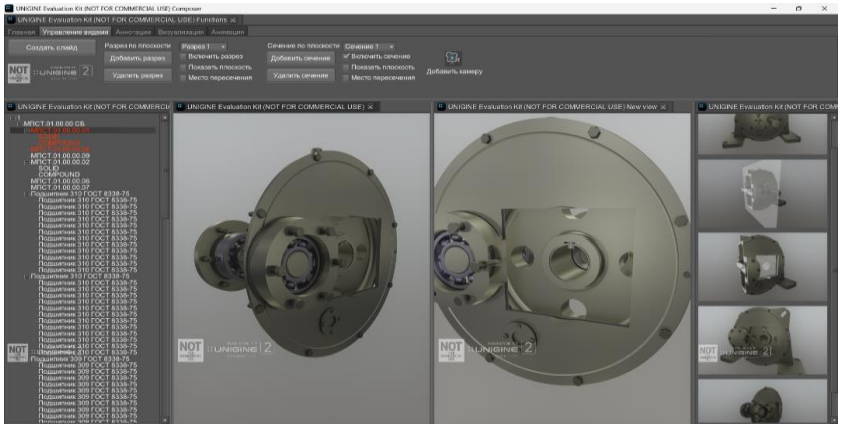


Рис. 2. Модуль управления видами

Модуль аннотаций отвечает за создание, редактирование и визуальное отображение аннотаций, надписей и фигур. Доступны функции добавления стрелок, выносок, линий, геометрических фигур, 2D/3D-текста и изображений, а также выбор цвета, настройка текстового оформления и очистка рабочей области (рис. 3). Функции сгруппированы в три блока: добавление различных фигур, создание текста и редактирование аннотаций.

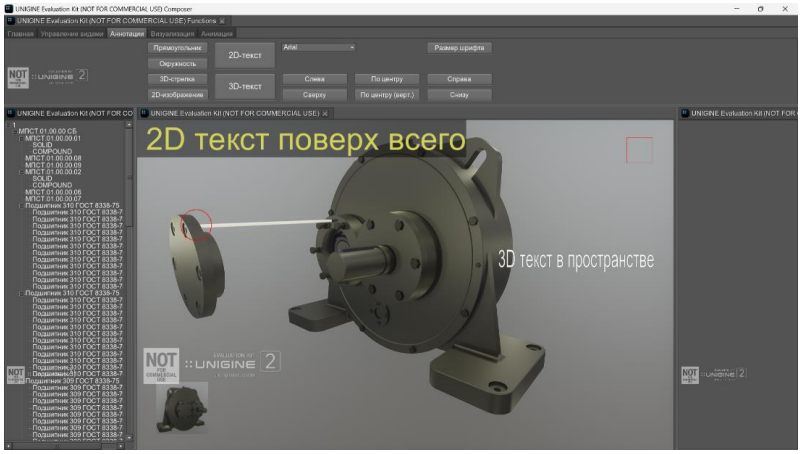


Рис. 3. Модуль аннотаций

Модуль анимации отвечает за создание анимации сборки, сохранение и импорт. Также есть функция облета, при которой камера совершает оборот вокруг трехмерной модели. Все итерации, производимые с объектом, отображаются на таймлайне (рис. 4).

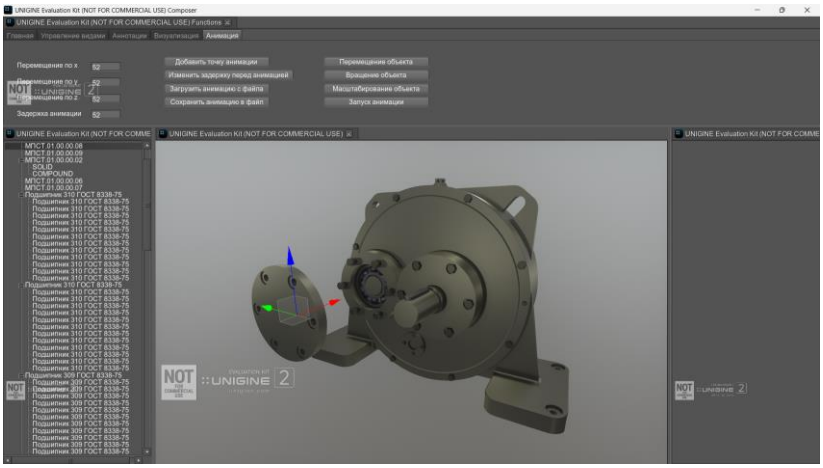


Рис. 4. Модуль анимации

Модуль представления модели отвечает за внешний вид модели и сцены. В его функционал входят создание освещения, включая прожекторное, точечное и общее освещение, изменение режима отображения модели, позволяющее переключаться между силуэтом, техническим видом, обычным режимом, отображением граней, вершин и граничных рамок. Также предусмотрен выбор различных сцен, таких как завод, студия и природа, управление тенями и настройками уровня земли. Дополнительно модуль поддерживает импорт моделей в сцену из форматов «FBX», «STP» и «STEP», а также настройку материалов (рис. 5).

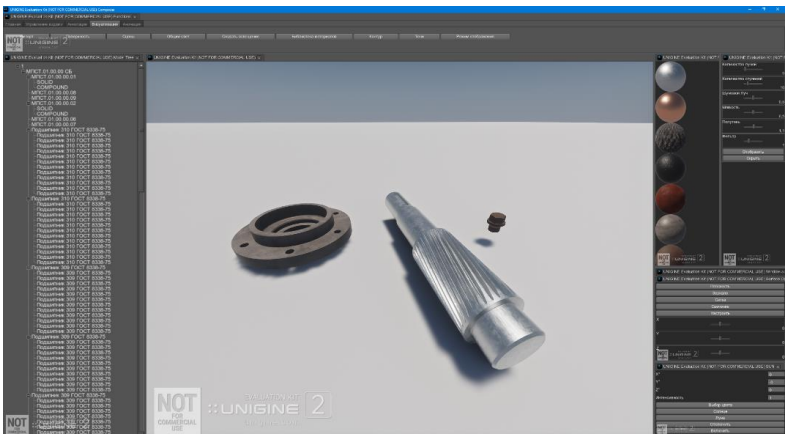


Рис. 5. Модуль представления модели

Заключение

Результатом работы является программное обеспечение для создания интерактивных технических руководств. Интеграция различных модулей в одном приложении позволяет гибко настраивать виды, управлять отображением модели, добавлять аннотации и создавать анимации, что значительно улучшает удобство и эффективность работы.

Список литературы

1. Кириллов, А. В. Интерактивные инструкции как эффективный инструмент самостоятельного освоения объема знаний / А. В. Кириллов // Дни студенческой науки. – 2022. – С. 75–77. – ISBN 978-5-907561-26-7.
2. Powerguide: офиц. сайт – URL: https://3dpowerguide.com/ (дата обращения: 26.02.2025).
3. SOLIDWORKS: офиц. сайт – URL: https://www.solidworks.com/ (дата обращения: 26.02.2025).
4. UNIGINE: официальный сайт. – URL: https://unigine.com/ru/ (дата обращения: 02.09.2024).

Ануфриева В.В.
студент
Научный руководитель: ***Арсентьев Д.А.***
доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА 2D SIDE-VIEW ПРИКЛЮЧЕНЧЕСКОЙ ИГРЫ С ЭЛЕМЕНТАМИ КВЕСТОВ И ГОЛОВОЛОМОК

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки 2D-игры в жанре приключенческого квеста с головоломками, выполненной в side-view проекции. Основное

внимание уделено проектированию игровой механики, интеграции логических задач в игровой процесс и обеспечению интуитивного взаимодействия с игровым миром. Приводятся используемые технологии и инструменты разработки, особенности достижения оптимальной производительности и удобства управления. В результате представлен рабочий прототип, демонстрирующий эффективность предложенных решений и потенциальные направления для дальнейшего развития проекта.

Ключевые слова: 2D-игра; приключенческий квест; головоломки; игровая механика; игровой прототип; разработка игры.

Anufrieva V.V.
Student
Scientific Advisor: ***Arsentiev D.A.***
Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF A 2D SIDE-VIEW ADVENTURE GAME WITH QUESTS AND PUZZLE ELEMENTS

Abstract. The article explores the process of developing a 2D adventure game with side-view, puzzle and quest elements. It focuses on designing game mechanics, integrating logic-based challenges, and ensuring player-friendly interaction. The article outlines the technologies used and development tools, as well as methods for optimizing performance and enhancing user control. It presents a functional prototype, demonstrating the efficacy of the approaches proposed and suggesting future directions for work.

Keywords: 2D game; adventure quest; puzzles; game mechanics; game prototype; game development.

Введение

В последние годы наблюдается рост интереса к самостоятельной разработке игр. Это связано с доступностью инструментов для создания игр и с популярностью стилизованной графики вместе с нелинейным геймплеем. Разработка подобных программных проектов требует детальной проработки механик, проектирования с учетом повторного использования и дальнейшего расширения проекта, а также оптимизации и интуитивно понятного взаимодействия с игровым миром.

Целью данной работы является создание игры в жанре квеста и головоломки, в сеттинге приключения, в двумерном пространстве с видом сбоку, выполненной в оригинальной минималистичной стилистике. В соответствии с поставленной целью были определены следующие задачи:

- Проектирование игровых механик с учетом ограничений, сюжетом и сеттингом;
- Разработка интуитивно понятных логических задач и их интеграция в проект;
- Создание рабочего прототипа с использованием интегрированной среды разработки Unity Engine.

Концепция и основы игрового проекта

На рис. 1 представлен концепт-арт игровых персонажей и локации с демонстрацией основного стиля проекта и преобладающих цветовых сочетаний.



Рис. 1. Концепт-арт проекта

Схема основного игрового цикла изображена на рис. 2.

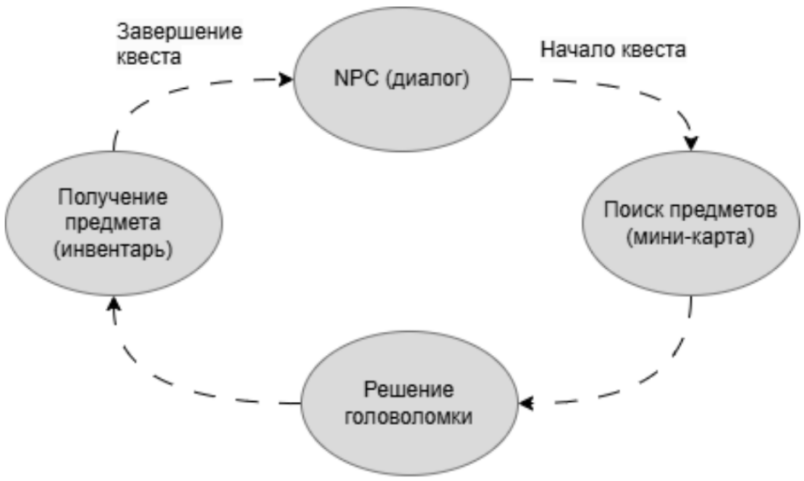


Рис. 2. Игровой цикл

Суть игрового процесса заключается во взаимодействии игрока с неигровыми персонажами посредством использования диалоговой системы, с помощью которой пользователь получает необходимые указания для выполнения цепочки действий, которые представляют собой квест по поиску необходимых предметов или других неигровых персонажей.

Цель достигается с помощью решения головоломок или других логических загадок. После успешного завершения поиска цикл начинается вновь, и с каждым прохождением цикла увеличиваются область действия игрока и сложность головоломок.

Архитектура основных игровых механизмов

Система менеджера игровых механизмов реализует модульный подход к управлению игровым процессом через абстрактный класс «BaseGameManager», который объединяет механики игры и компоненты:

- Управления уровнями («LevelSpawner»)
- Контроля условий победы («WinConditionChecker»)
- Настройки камеры («DefaultCameraController»)
- Загрузки сцен («SceneLoader»)
- Обработки ввода («InputHandler»)

Ключевая особенность данной системы − это адаптация базовой абстрактной системы для разных типов уровней, механик и способов управления.

Инициализация системы выполняется при старте сцены: автоматически связываются необходимые компоненты, проверяется их наличие, и настраиваются обработчики ввода.

Абстрактные методы для обработки ввода, которые отвечают за различные способы взаимодействия с элементами головоломок через нажатие, удержание и опускание определенных кнопок (листинг 1), делегируют реализацию конкретным наследникам.

```
protected virtual void SetupInputHandlers()
{
inputHandler.OnInputStart.AddListener(HandleInputStart);
inputHandler.OnInputUpdate.AddListener(HandleInputUpdate);
inputHandler.OnInputEnd.AddListener(HandleInputEnd);
}
```

Листинг. 1. Обработка ввода

Данный подход позволяет быстро и удобно определять разные способы ввода без корректировки самого игрового процесса.Метод «SpawnLevel()» абстрактного компонента «BaseLevelSpawner» зависит от структуры данных уровня, что позволяет адаптировать систему под различные типы игр. Это означает, что с помощью данного компонента можно гибко составлять игровые уровни, состоящие из полей, таблиц, точек, сетки или любых других элементов.

Компонент, отвечающий за настройку камеры в двумерном пространстве игры, «DefaultCameraController» автоматически настраивает ортографическую камеру, масштабируя ее под размер игрового уровня. Параметры «cameraSizeController» и «cameraPositionController» обеспечивают регулировку обзора для сохранения оптимального отображения игрового пространства.

«BaseWinConditionChecker» определяет логику проверки условий победы в игре. В этот компонент включена работа Unity-событий (листинг 2),

данный сегмент программного кода позволяет мобильно добавлять различные вариации завершения уровня или иные необходимые методы по окончанию решения головоломки, такие модули действий можно удобно можно настроить напрямую из окна Unity «Inspector».

```
public UnityEvent OnWin;
protected void NotifyWin() => OnWin?.Invoke();
```

Листинг. 2. Обработка ввода

При срабатывании события «OnWin» менеджер вызывает подписанный на данное событие метод «GameFinished()» для перехода на следующую сцену или других иных заложенных функций.

Данная архитектура игровых процессов обладает гибкостью, что позволяет подключать кастомные реализации без модификации базового кода, устойчивостью к сбоям, поскольку методы-проверки предотвращают ошибки выполнения программы, а абстрактные методы обеспечивают единый интерфейс для наследников.

Виды головоломок

С помощью системы менеджеров игровых механизмов было реализовано восемь видов различных головоломок (рис. 3), для каждой из которых можно создавать различного вида уровни.

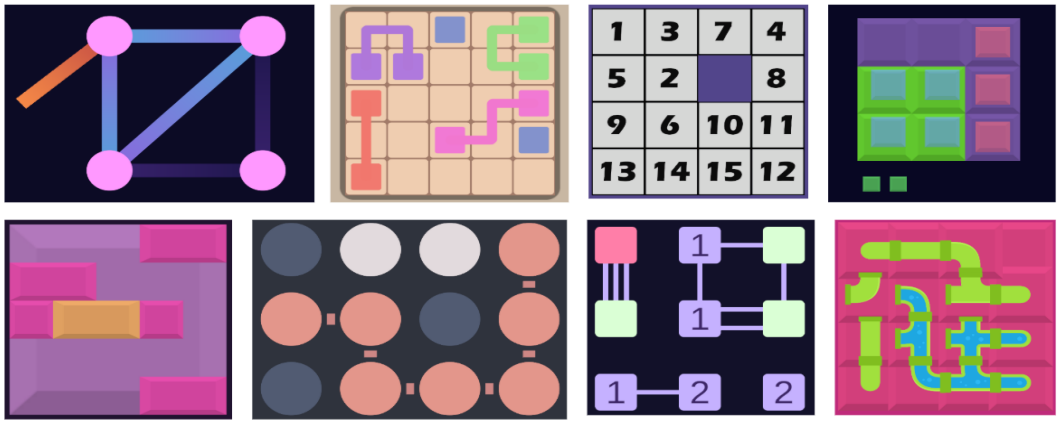


Рис. 3. Виды головоломок

«Уникурсальный рисунок» основан на математическом принципе уникурсальности, где сложную фигуру нужно нарисовать одним непрерывным движением. Данная математическая концепция воплощена через систему точек, которые необходимо соединить единой линией без повторов и отрывов.

«Цветовые соединения» построены на принципах теории графов, где игрок должен установить связи между узлами одинакового цвета. Основная сложность заключается в необходимости прокладывать непересекающиеся

пути в условиях ограниченного пространства, соблюдая при этом строгие правила изоляции разных цветов.

«Пятнашки» сохраняют свою традиционную механику. Игроку предлагается собрать последовательность чисел, случайным образом перемешанных между собой.

«Тетрамино-укладка» предлагает пространственную задачу по размещению геометрических фигур на ограниченном поле. Каждая фигура, состоящая из соединенных квадратов, должна найти свое место таким образом, чтобы в результате получилось идеальное заполнение всего доступного пространства без перекрытий и выступов за границы. Данная головоломка развивает пространственное мышление и требует умения мысленно вращать и комбинировать различные формы.

«Разблокировка блока» представляет собой динамическую головоломку с элементами стратегического планирования. Игрок манипулирует прямоугольными блоками, каждый из которых может двигаться только по строго определенной оси, чтобы освободить путь для главного целевого блока. Особенностью реализации является физика перемещения объектов, где каждый ход влияет на всю конфигурацию поля, требуя просчета нескольких ходов вперед.

«Одноконтурное заполнение» представляет логическую задачу, где игроку необходимо соединить все свободные узлы на игровом поле единой непрерывной линией. Головоломка реализует принцип «одного касания», где успешное решение зависит от способности предвидеть последовательность соединения точек.

«Сбалансированные соединения» предлагают уникальную комбинацию логики и математики. Каждый узел в этой головоломке имеет строго определенное количество возможных соединений, и игрок должен создать сбалансированную сеть, где ни один элемент не будет перегружен связями.

«Трубопровод» представляет собой инженерную головоломку, где каждый поворот сегмента трубы влияет на всю конфигурацию системы. Цель заключается в создании непрерывного потока через все элементы.

Структура инвентаря и предметов

Инвентарь реализован как модульная система, состоящая из нескольких взаимосвязанных компонентов:

- База данных предметов («ItemDatabase»);
- Ячейки инвентаря («Slot»);
- Инвентарные предметы («InventoryItem»);
- Сценовые предметы («SceneItem»).

Система инвентаря обеспечивает связь между предметами в игровом мире и их отображением в интерфейсе. Эти предметы заранее загружаются на сцену в виде префабов, что позволяет создать пул и оптимизировать процессы перемещения объектов из инвентаря в мир и обратно.

Архитектура системы инвентаря построена на принципах объектно-ориентированного программирования с использованием наследования. Базовый класс «BaseItem» содержит общую логику предметов: основные методы отображения, скрытия и уникальные идентификаторы. От этого класса наследуются специализированные типы предметов, которые могут расширять базовый функционал.

При попытке подобрать предмет система последовательно проверяет все ячейки инвентаря, начиная с первой, пока не найдет свободный слот. Этот процесс оптимизирован за счет использования LINQ-запросов, что позволяет быстро определить подходящее место для нового предмета. Если свободных ячеек не обнаруживается, предмет остается в игровом мире.

Когда игрок подбирает предмет в мире, предмет автоматически преобразуется в свою UI-версию в свободную ячейку, сохраняя характеристики идентификатора и спрайта, а размер автоматически изменяется в соответствии с установленными ограничениями в виде параметра «maxSpriteSize». Это позволяет избежать проблем с отображением слишком больших или маленьких значков. оригинальный объект в мире деактивируется.

Если игрок решает выбросить предмет обратно, система восстанавливает версию предмета в игровом мире рядом с расположением игрового персонажа.

Для оптимизации работы с графикой используются кэширование спрайтов и заранее рассчитанные размеры, что снижает нагрузку на процессор при частых обновлениях интерфейса.

Система использует Singleton-паттерн для глобального доступа к инвентарю, сохраняя при этом гибкость за счет событийно-ориентированного подхода. Предметы могут быть подобраны, перемещены между слотами и перемещены обратно в игровой мир, что обеспечивает естественный игровой процесс.

Диалоговая система

Диалоговая система представляет собой модульный комплекс, построенный на принципах событийно-ориентированной архитектуры. В основе системы лежит четкое разделение ответственности между компонентами, что обеспечивает гибкость и масштабируемость решения. Ядром системы выступает «DialogueManager», который координирует работу всех подсистем:

- Хранение диалогов («DialogueData»);
- Визуальное отображение («DialogueView»);
- Настройки диалогов («DialogueSpeakers « и «TypingSpeeds»);

Хранение данных организовано через «ScriptableObject», что обеспечивает наглядность структуры диалогов и простоту внесения изменений.

Визуальное представление полностью отделено от логики, что дает возможность легко менять интерфейс без необходимости переработки ядра системы.

Механизм запуска диалога начинается с получения соответствующего диалога по уникальному идентификатору. Система проверяет структуру диалога на наличие обязательных элементов, таких как реплики и участники, прежде чем начать его воспроизведение. При успешной валидации активируется цепочка событий, уведомляющая другие системы игры о начале диалоговой сцены (листинг 3).

```
public void StartDialogue(int dialogueID)
{
Dialogue dialogue = GetDialogue(dialogueID);
PrepareDialogue(dialogue);
StartTyping(currentSentences[0]);
}
```

Листинг. 3. Механизм запуска диалога

Каждый персонаж-участник диалога имеет собственный профиль с настраиваемыми параметрами, включая скорость отображения текста, текст реплик и другие визуальные характеристики.

Менеджер диалогов проверяет целостность всех загруженных диалоговых данных, автоматически находит необходимые компоненты представления и кэширует ссылки на часто используемые объекты, такие как основная камера и «Canvas».

Для работы с текстом используется «StringBuilder» (листинг 4), что минимизирует нагрузку при частом обновлении содержимого диалоговых окон.

```
IEnumerator TypeSentence(Sentence sentence)
{
StringBuilder visibleText = new StringBuilder();
foreach (char c in sentence.text)
{
visibleText.Append(c);
view.SetDialogueText(visibleText.ToString());
yield return new WaitForSeconds(sentence.typingSpeed);
}
}
```

Листинг. 4. Механика печати текста

Система полностью избегает операций «Instantiate» и «Destroy» во время выполнения, используя заранее созданные и настроенные объекты.Данные методы оптимизации позволяют избежать затратных операций

поиска во время выполнения программы. Система легко адаптируется к новым требованиям, позволяет быстро добавлять новые диалоговые сцены и демонстрирует стабильную работу при различных сценариях использования. Диалоговая система построена для удобного управления и расширения без необходимости редактирования программного кода.

Навигация

В программном проекте реализована динамическая мини-карта, которая помогает игроку найти ключевые точки интереса и персонажей в текущей локации. Система использует маркеры, которые в иерархии проекта находятся в самих объектах с настроенным UI-слоем «MapCanvas», на котором и происходит точное отображение необходимых объектов. В игре реализована возможность плавного скрытия и отображения карты по клику игрока, что достигается через анимацию изменения положения карты. Карта автоматически масштабируется под размеры текущей локации, сохраняя при этом четкость отображаемых элементов.

Параллакс-эффект фоновых слоев

Для создания глубины игрового пространства используется многослойная система параллакса. Реализация основана на трех ключевых компонентах:

- «ParallaxLayer»: контролирует индивидуальное смещение каждого фонового слоя с заданным коэффициентом;
- «ParallaxBackground»: управляет коллекцией слоев и синхронизацией их перемещений;
- «ParallaxCamera»: отслеживает перемещение основной камеры и инициирует смещение фонов.

Данная система использует систему событий, метод «onCameraTranslate», что минимизирует связность между компонентами. Коэффициенты параллакса настраиваются индивидуально для каждого слоя, позволяя создавать сложные композиции с разной степенью глубины.

Заключение

В статье продемонстрирована реализация прототипа 2D-приключенческой игры с элементами квестов и головоломок, включающая следующие ключевые системы:

- Гибкое управление игроком с плавной анимацией;
- Диалоговая система с поддержкой событий, эффектом печати текста и динамическим позиционированием;
- Генератор и искусственный интеллект для неигровых персонажей с патрулированием и реакцией на игрока;
- Восемь видов головоломок;

- UI-элементы: навигационная мини-карта, система инвентаря;
- Визуальные эффекты адаптивной камерой и многослойного параллакса.

Данный программный проект имеет перспективы развития с расширением квестовой системы с нелинейными сюжетными ветвлениями, улучшением графики за счет шейдерных эффектов и переработки анимаций, дополнением сюжета новыми локациями и персонажами.

Список литературы

1. Шелл Д. Геймдизайн. Как создать игру, в которую будут играть все, 2008. – с. 257–478.
2. Шрейер ДЖ. Кровь, пот и пиксели. Обратная сторона индустрии видеоигр 2-е издание, 2017.
3. C Documentation [Электронный ресурс] URL: https://learn.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/ (дата обращения: 28.03.2024).
4. Unity Documentation [Электронный ресурс] URL: https://docs.unity3d.com/Manual/index.html (дата обращения: 28.03.2024).

Чавриков К.М.
студент
Научный руководитель: ***Шурыгин В.Н.***
к.т.н., профессор
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ ПРИОРИТЕТОВ ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

Аннотация. В современной процедуре поступления в ВУЗы важное значение приобретает возможность получения абитуриентом информации о приоритетности образовательных программ. Целью данной работы является разработка экспертной информационной системы для удобного автоматического формирования приоритетности образовательных программ для подачи документов, основываясь на интересах и требованиях абитуриента.

Ключевые слова: поступление; формирование приоритетов; приоритеты; подача документов; профориентация.

Chavrikov K.M.
Student
Scientific Advisor: ***Shurygin V.N.***
Candidate of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF AN EXPERT INFORMATION SYSTEM FOR AUTOMATIC PRIORITIZATION FOR APPLICANTS

Abstract. In the modern university admission procedure, the process of choosing the priority of educational programs is of particular importance. The purpose of this work is to develop an expert information system for convenient automatic prioritization of educational programs for submitting documents based on the interests and requirements of the applicant.

Keywords: admission; prioritization; priorities; submission of documents; career guidance.

Процесс поступления в высшие учебные заведения является одним из самых важных и ответственных этапов в жизни каждого абитуриента. Он требует не только хороших результатов экзаменов, но и грамотного планирования, выбора направлений подготовок и специальностей, внимательности и своевременной подачи документов. С каждым годом процедура поступления становится более сложной: увеличивается количество вузов, в которые можно подать документы, изменяются правила приема, проходные баллы и минимальные требования.

Одним из ключевых этапов поступления является сдача Единого государственного экзамена (ЕГЭ). Абитуриентам необходимо учитывать множество факторов при подаче документов и выборе образовательных программ, что для многих школьников становится существенной проблемой. При подаче документов необходимо выбрать пять направлений подготовок или специальностей, а образовательные программы отсортировать по желаемости поступления на них [5]. Очень часто абитуриенты неправильно расставляют приоритеты в рамках данного процесса и при зачислении попадают не туда, куда хотели бы поступить.

В связи с этим возникает потребность в автоматизированной системе, которая позволит абитуриентам не только вводить и сохранять свои результаты экзаменов, но и позволит определить вектор интересов, сферу в которой они хотят работать в дальнейшем. Такая система поможет облегчить процесс поступления, сделает его более прозрачным и организованным, сформирует готовый план по отметкам приоритетов образовательных программ. В данной работе рассматривается разработка основного алгоритма формирования приоритетов, удобного интерфейса для ввода данных и учета баллов ЕГЭ.

Изучение предметной области

С 2023 года правила подачи заявлений в университеты изменились: теперь поступающие подают отдельные заявления на бюджетные и платные места. При заполнении заявления необходимо указать учебные программы в порядке заинтересованности. Учебная, или же образовательная программа – это, с одной стороны, фактическое содержание учебного курса, а с другой – документация, определяющая содержание образования (знания, умения, навыки или компетенции), его объём и планируемые результаты обучения.

Всё, что касается образовательных программ в колледжах, вузах и организациях дополнительного образования (ДПО), регулирует Федеральный закон «Об образовании в РФ». Поступающий может выбрать до 5 ВУЗов и до 5 направлений подготовок в каждом. Абитуриент ранжирует специальности, присваивая первой строчке наиболее желаемую, второй − менее приоритетную и так далее. Такой порядок и называется системой приоритетов [6]. Важно понимать, что чем выше программа в списке, тем больше шансов на зачисление именно на нее, если набранных баллов будет достаточно. Рассмотрим пример, где абитуриент выбрал три направления подготовки и шесть образовательных программ, отметив все приоритетами в Таблице 1.

Таблица 1

Направление подготовки	Образовательная программа	Форма обучения	Номер приоритета
09.03.03 Прикладная информатика	Разработка и интеграция бизнес-приложений	очная	1
09.03.03 Прикладная информатика	Большие и открытые данные	очная	2
11.03.01 Радиотехника	Интеллектуальная радиоэлектроника и промышленный интернет вещей	очная	3
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	Электрооборудование и промышленная электроника	очная	4
09.03.03 Прикладная информатика	Информационные технологии управления бизнесом	очная	5
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	Электроснабжение	заочная	6
09.03.03 Прикладная информатика	Большие и открытые данные	заочная	7

На примере мы можем заметить, что при расстановке приоритетов учитывается не только сама образовательная программа, её наименование, принадлежность направлению подготовки, но и форма обучения. Таким образом, при подаче документов в один ВУЗ направлений подготовки может быть только пять. А приоритетов и выбранных образовательных программ – намного больше.

После подачи документов университет включает абитуриента в конкурсные списки всех выбранных им направлений. Далее начинается процесс конкурсного отбора. Если по результатам экзаменов или иных вступительных испытаний поступающий не проходит по баллам на самую приоритетную специальность, он автоматически продолжает участвовать в конкурсе по следующему направлению из списка. Этот процесс продолжается, пока

не будет найдена программа, на которую его баллов хватает. Приоритет такой программы называется высшим приоритетом абитуриента.

Когда абитуриент проходит конкурсный отбор на одно из направлений, его зачисляют на ту образовательную программу, на которой остановилась система приоритетов. Если баллы поступающего позволяют пройти на специальность с наивысшим приоритетом из списка, именно она становится его окончательным местом обучения. Если же баллы не дотягивают, остается вариант зачисления на менее приоритетные программы, если на них он проходит по конкурсу.

Из-за предоставляемого выбора большого количества программ поступающие не всегда эффективно расставляют приоритеты, что чревато зачислением не на желаемое направление подготовки, или вообще – неудачей в поступлении. Такие студенты очень часто отчисляются по собственному желанию и не завершают обучение.

Задачи и анализ конкурентов

Данное исследование ставит перед собой несколько ключевых задач, направленных на упрощение процесса поступления. В первую очередь необходимо провести анализ существующих проблем, с которыми сталкиваются абитуриенты, и определить основные требования к системе.

Основной задачей является проектирование структуры системы и определение критериев отбора учебных программ программ и создание алгоритма фильтрации и сортировки образовательных программ, одновременно учитывая различные параметры и интересы пользователя системы.

Следующей задачей является реализация функционала и создание дружелюбного и понятного интерфейса. Не менее важной задачей является консультация с экспертами и тестирование готового проекта, а также оценка его эффективности.

Перед разработкой системы автоматического формирования приоритетов для абитуриентов был проведен анализ существующих решений, предлагаемых различными образовательными платформами и университетами. В ходе исследования были рассмотрены функциональные возможности, удобство использования и потенциальные недостатки конкурирующих сервисов. Результаты исследования представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Параметр оценки	Наименование контрагентов			
	Учёба.ру	*Абитуриент*	*Вузопедия*	*Поступи онлайн*
Наличие профанкеты	Есть	Нет	Нет	Есть
Доступность	Бесплатно	Бесплатно	Платно	Платно
Учёт интересов	Есть	Нет	Нет	Есть
Учёт экзаменов и баллов	Есть	Есть	Есть	Есть
Учёт ИД	Есть	Есть	Нет	Есть
Детализация направлений	Есть	Есть	Есть	Есть
Учёт статистики прошлых лет	Есть	Нет	Есть	Нет
Формирование приоритетов	Нет	Нет	Нет	Нет

«Учёба.ру» и «Поступи онлайн» являются единственными сервисами, предлагающими профанкету и позволяют учитывать индивидуальные особенности пользователей при подборе направлений. С точки зрения доступности, бесплатный доступ предоставляют «Учёба.ру» и «Абитуриент», тогда как «Вузопедия» и «Поступи онлайн» предлагают подбор образовательных программ на платной основе.

Возможность учёта интересов пользователей доступна только на «Учёба.ру» и «Поступи онлайн». Возможность учитывать экзамены и баллы представлена на всех платформах. Детализация направлений по образовательным программам представлена на всех сервисах подбора направлений. Анализ статистики прошлых лет можно проводить на «Учёба.ру» и «Вузопедии». Однако ни одна из платформ не предоставляет инструмента для формирования приоритетов, который мог бы значительно облегчить процесс подачи документов.

Данный проект и исследование стремится устранить основные недостатки существующих решений, предлагая удобный интерфейс, автоматическое формирование приоритетов и подбор образовательных программ по нескольким ключевым параметрам.

Получение данных от абитуриента

Основной функцией данной информационной системы является сбор, структурирование данных, необходимых для анализа возможностей поступления. В системе реализована профориентационная анкета, предназначенная для выявления интересов и требований пользователя, а также для ввода информации о сдаваемых экзаменах и их баллах. Данный инструмент позволяет зафиксировать предпочтения абитуриента и использовать их в дальнейшем для подбора образовательных программ, соответствующих его ожиданиям и возможностям.

Анкета состоит их нескольких функциональных блоков, наполнение которых зависит от введенных пользователем данных. Абитуриенту предложено последовательно ввести всю необходимую информацию для формирования списка наиболее подходящих образовательных программ. Каждый этап направлен на сбор определенных данных, влияющих на процесс выбора учебного заведения и направления подготовки (Рисунок 1).

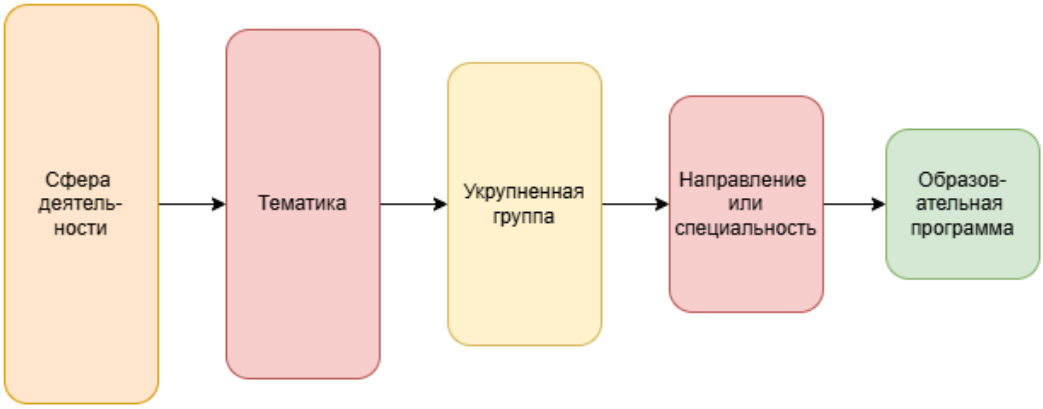


Рис. 1. Метод последовательной детализации

Данный метод называется – методом последовательной детализации (или нисходящий анализ, top-down approach) − это приём логического структурирования информации, при котором процесс выбора или анализа начинается с более общей категории и постепенно уточняется до конкретных деталей [4].

Метод последовательной детализации основан на принципе движения от общего к частному, когда процесс выбора или анализа начинается с широкой категории и постепенно сужается до конкретных деталей. Информация организуется в иерархическую структуру, где каждый уровень уточняет и детализирует предыдущий. При этом важно, чтобы каждый новый шаг логически вытекал из предыдущего, исключая нерелевантные варианты.

Первым этапом пользователю предлагается определить, конкретное учебное заведение для дальнейшей сборки формы. Это необходимо, чтобы на дальнейших этапах отображались только целевые данные, направленные на формирование приоритетов образовательных программ одного учебного заведения, как этого требует порядок приёма.

Во втором этапе пользователь выбирает форму обучения, которая ему наиболее удобна. Доступны варианты: очное, заочное и очно-заочное (вечернее) обучение. Этот параметр важен, так как не все учебные заведения предлагают все формы обучения. Аналогично пользователь выбирает уровень образования: бакалавриат, специалитет или магистратуру.

Третьим этапом абитуриенту необходимо выбрать сферу деятельности, профессию которой он хочет получить в будущем. Анкета помогает пользователю определить предпочтительную сферу деятельности, предоставляя подробное описание к каждой из них. Это может быть техническая, гуманитарная, экономическая, медицинская или другая область. После выбора

сферы деятельности система сможет рекомендовать направления подготовки, соответствующие интересам пользователя, и отфильтровывать те, которые не относятся к выбранной сфере.

После определения сферы деятельности пользователь выбирает укрупненные группы, которые были предложены ему на основании предыдущих ответов. Укрупнённая группа − это совокупность родственных профессий, специальностей и направлений подготовки, относящихся к какой-либо широкой предметной области. Все укрупненные группы закреплены и прописаны в перечне профессий и специальностей.

На следующем этапе пользователь вводит данные о предметах, которые он сдавал или планирует сдавать, а также указывает набранные или ожидаемые баллы. Если экзамен еще не сдан, но планируется к сдаче, пользователь отмечает это специальным чекбоксом. Эти данные помогают определять список направлений, на которые пользователь может претендовать, в зависимости от минимальных проходных баллов прошлых лет.

После получения основных вводных данных анкета предложит пользователю ввести заинтересованность в популярности образовательной программы, а также в количестве бюджетных мест по процентному соотношению. На завершающем этапе абитуриент указывает наличие у него дополнительных льгот и достижений, которые могут повлиять на поступление. Система разрабатывается с учетом удобства использования и интуитивно понятным интерфейсом.

Обработка полученных данных и результат

Все полученные при заполнении анкеты данные пользователя сохраняются и в последствии обрабатываются алгоритмами для вывода результатов. Процесс формирования приоритетов образовательных программ делится на два основных алгоритма: фильтрацию и сортировку образовательных программ (Рисунок 2).

Рассмотрим подробнее процесс фильтрации образовательных программАлгоритм подбора образовательных программ основан на последовательной фильтрации списка доступных образовательных программ в зависимости от различных параметров. Рассмотрим процесс работы алгоритма поэтапно, опираясь на представленную блок-схему (Рисунок 1).

На начальном этапе система загружает список всех образовательных программ, реализующихся в 2025 году, а также параметры, введенные пользователем в анкете: информация о его экзаменах, набранных баллах, предпочтительных направлениях обучения и дополнительных параметрах. В элементе 1 на Рисунке 2 производится последовательность логических вычислений по всем образовательным программам. Система начинает итерацию по массиву всех доступных программ, проверяя их соответствие основным критериям, которые указал пользователь. Если программа не удовлетворяет базовым условиям, она удаляется из массива.

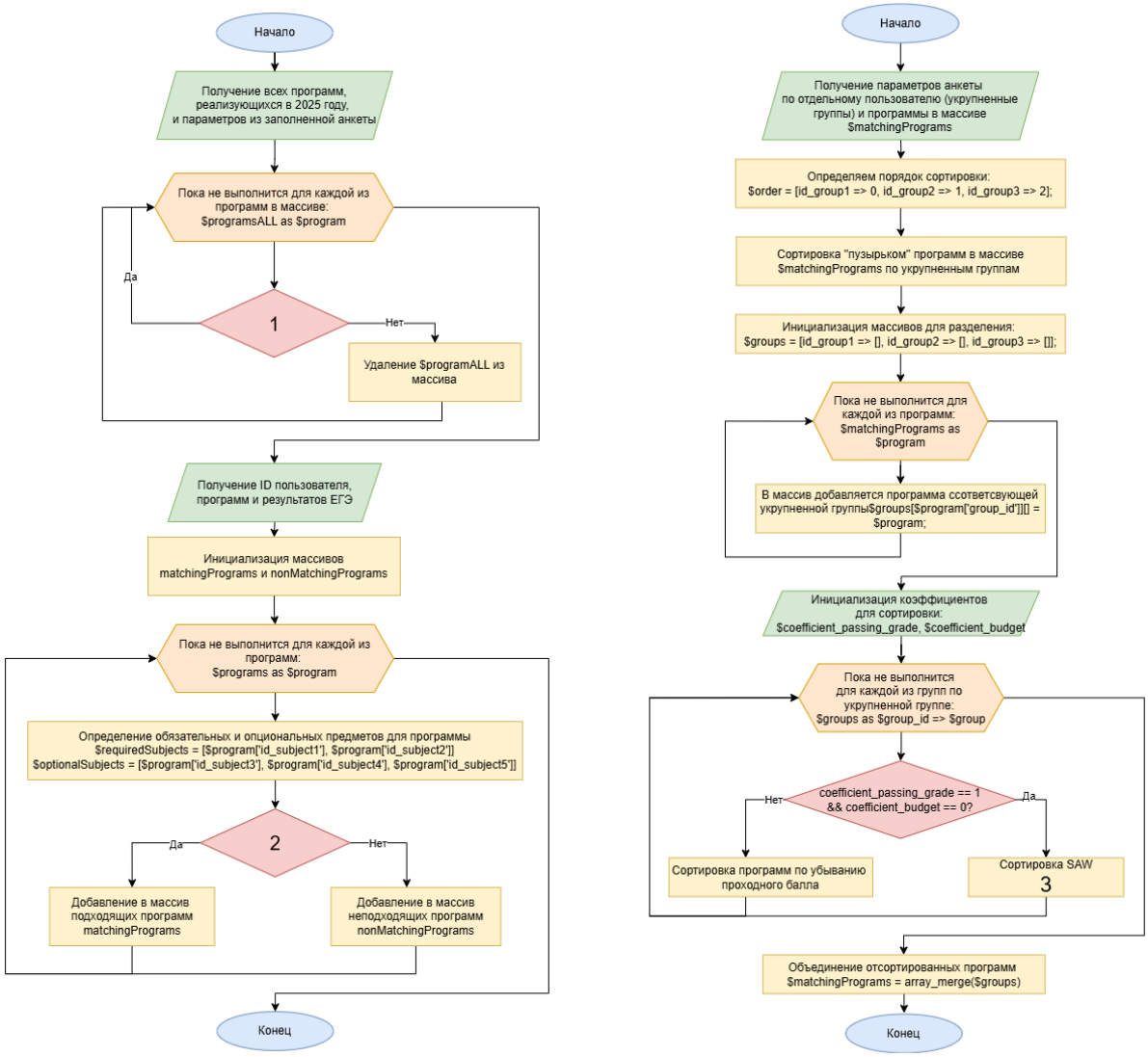


Рис. 2. Блок-схемы алгоритма фильтрации и алгоритма сортировки образовательных программ

В элементе 2 на Рисунке 2 производится последовательность логических вычислений по оставшимся образовательным программам. Определяются обязательные и дополнительные предметы, необходимые для поступления, основываясь на внутренние данные учебной программы. Проверяется, сдал ли пользователь обязательные предметы. Если у пользователя есть обязательные предметы и хотя бы один из дополнительных (если они требуются), программа проходит на следующий этап проверки. Далее алгоритм проверяет, набрал ли пользователь достаточное количество баллов по обязательным предметам. Если хотя бы по одному предмету балл ниже минимального порога, программа переносится в массив неподходящих программ.

Для программ, прошедших проверку по минимальному баллу, определяется лучший балл среди дополнительных предметов (если они есть). Да-

лее рассчитывается общий балл пользователя, который складывается из баллов по двум обязательным предметам и наивысшего балла по дополнительным (если программа не требует творческих вступительных испытаний). Если у программы проходной балл за 2024 год обозначен как «new», то она автоматически считается подходящей. В остальных случаях проверяется, превышает ли итоговый балл пользователя проходной балл программы. Если да, программа добавляется в массив подходящих образовательных программ, если нет – программа переносится в массив неподходящих.

После обработки всех программ окончательно формируются два массива – подходящих и неподходящих программ. Далее, для формирования приоритетов направлений будет использоваться только массив подходящих образовательных программ, неподходящие сразу будут выводиться на экран с причиной того, почему они не попали в выборку.

На этом начинается следующий блок обработки образовательных программ – сортировка программ в зависимости от предпочтений пользователя (Рисунок 2). У каждой укрупненной группы есть свой приоритет, установленный пользователем. Методом «пузырьковой» сортировки определяется порядок образовательных программ, в соответствии с ранее указанной приоритетностью укрупненных групп [5]. Далее выполняется группировка программ, при которой каждая из них попадает в соответствующий массив в зависимости от своей укрупненной группы. Всего получается три массива – по выбранным пользователем группами.

После этого необходимо отсортировать образовательные программы во всех трех группах. Здесь возможны два подхода. Если основной параметр для пользователя − популярность программы, то есть проходной балл, программы просто упорядочиваются по убыванию этого показателя. Однако, если пользователь указал важность нескольких факторов, а именно популярность программы и количество бюджетных одновременно, применяется метод SAW (Simple Additive Weighting). Использование данного метода в алгоритме изображено элементом 3 на Рисунке 2.

Метод SAW, или метод простого аддитивного взвешивания, − метод многокритериального принятия решений, который позволяет найти оптимальную альтернативу из числа вариантов с определёнными критериями. Суть метода заключается в том, чтобы найти взвешенную сумму оценок эффективности каждой альтернативы по всем атрибутам. В целом процесс нахождения наилучшего поставщика может быть разделен на следующие этапы:

- анализ образовательных программ по критериям;
- определение весов критериев;
- нормирование критериев;
- определение рейтинга поставщиков путем умножения значений критериев на веса.

Представим алгоритм расчета методом SAW для данной информационной системы:

1. Пусть C = {c_1,c_2,…,c_m} – множество оцениваемых критериев (проходной балл, количество бюджетных мест, A = {a_1,a_2,…,a_n} – множество образовательных программ.

$$X = (x_{11}\, x_{12} \cdots x_{1n}\, x_{21}\, x_{22} \cdots x_{2n} \cdots \cdots \cdots \cdots x_{m1}\, x_{m2} \cdots x_{mn}), \quad (1.1)$$

2. Нахождение нормированных значений матрицы оценок критериев. Для нормирования матрицы оценок критериев находятся наилучшие значения x_{ij} исходной матрицы значений критериев $X = \{x_{ij}\}$, где – значение критерия c_i множества $C = \{c_i\}$ для поставщика a_i множества $F = \{a_j\}$, по формулам 1.2, в случае максимизации параметра и 1.3 если параметр минимизируется.

$$p_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{min}}{x_j^{max} - x_j^{min}}, \quad (1.2)$$

$$p_{ij} = \frac{x_j^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j^{min}}, \quad (1.3)$$

Матрица нормированных значений критериев принимает вид:

$$P = (p_{11}\, p_{12} \cdots p_{1n}\, p_{21}\, p_{22} \cdots p_{2n} \cdots \cdots \cdots \cdots p_{m1}\, p_{m2} \cdots p_{mn}), \text{ i} = \underline{1,m}; \text{ j} = \underline{1,n} \quad (1.4)$$

3. Для более объективного результата, вводятся коэффициенты веса $w_i \in [0,1]$ каждому критерию. Данные коэффициенты позволяют провести оценку с учетом приоритетности и весомости критериев. Сумма коэффициентов удельного веса всех критериев равна 1. В итоге получена матрица $\tilde{P} = (\tilde{p}_{ij})$, элементы которой находятся по формуле 1.5.

$$\tilde{p} = w_i p_{ij}, \quad (1.5)$$

Таким образом, расчет рейтинга образовательных программ в общем виде можно представить в виде выражения 1.6.

$$r(a_j) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m} \tilde{p}_{ij}, \text{ i} = \underline{1,m}; \text{ j} = \underline{1,n} \quad (1.6)$$

где x_{ij} – нормированная оценка критерия; w_i – удельный вес критерия; i – порядковый номер критерия; j – порядковый номер образовательной программы.

Оптимальный вариант решения устанавливаются по наибольшему значению рейтинга образовательных программ по формуле 1.7.

$$r^* = max_{a_j \in A} r(a_j), \quad (1.7)$$

где a_j – рейтинговые оценки образовательных программ [1].

Для наглядного представления рассмотрим условный пример сортировки образовательных программ на основе данного метода. Имеются пять

выбранных пользователем и отфильтрованных системой образовательных программ, значимые характеристики которых были представлены в Таблице 3.

Таблица 3

Образовательные программы и их характеристики

Код и наименование образовательной программы	Критерии и их значения	
	Проходной балл (популярность)	Количество бюджетных мест
09.03.01.01 Веб-технологии	264	40
09.03.01.02 Разработка инженерного программного обеспечения	242	75
09.03.01.04 Интеллектуальные беспилотные системы	220	75
09.03.03.01 Разработка и интеграция бизнес-приложений	242	50
09.03.03.02 Большие и открытые данные	248	50

Следующим этапом будет нахождение нормированных оценок критериев. Для этого определяются максимальные и минимальные оценки критериев. Вектор максимальных значений критериев будет иметь вид $X_{max} = (264, 75)$, вектор минимальных значений – $X_{min} = (220, 40)$. Критерий проходного балла в данном случае будет максимизироваться, поэтому для нормирования оценок используется формула (1.2), а критерий количество бюджетных мест будет минимизироваться с помощью формулы (1.3). Обновляем таблицу 4 нормированными значениями.

Таблица 4

Образовательные программы с нормированными значениями

Код и наименование образовательной программы	Критерии и их значения	
	Проходной балл (популярность)	Количество бюджетных мест
09.03.01.01 Веб-технологии	1	1
09.03.01.02 Разработка инженерного программного обеспечения	0,5	0
09.03.01.04 Интеллектуальные беспилотные системы	0	0
09.03.03.01 Разработка и интеграция бизнес-приложений	0,5	0,7142
09.03.03.02 Большие и открытые данные	0,6363	0,7142

Каждому критерию присваивается коэффициент веса в зависимости от значимости критерия. В данном примере проходному баллу был присвоен вес – 0.7, а количеству бюджетных мест 0.3.

Затем нормализованные значения критериев умножаются на коэффициенты веса, и находится оптимальное решение, путём сложения весов у каждой образовательной программы (Таблица 5).

Таблица 5

Образовательные программы и их веса

Код и наименование образовательной программы	Критерии и их значения		Сумма весов критериев
	Проходной балл (популярность)	Количество бюджетных мест	
09.03.01.01 Веб-технологии	0,7	0,3	1
09.03.01.02 Разработка инженерного программного обеспечения	0,35	0	0,35
09.03.01.04 Интеллектуальные беспилотные системы	0	0	0
09.03.03.01 Разработка и интеграция бизнес-приложений	0,35	0,2142	0,5642
09.03.03.02 Большие и открытые данные	0,4454	0,2142	0,6596

Как видно из таблицы, приоритеты образовательных программ будут расставлены следующим образом: 1 приоритет – 09.03.01.01, 2 приоритет – 09.03.03.02, 3 приоритет – 09.03.03.01, 4 приоритет – 09.03.01.02, 5 приоритет – 09.03.01.04.

Завершающим этапом становится объединение отсортированных программ из всех укрупненных групп в единый список. Такой подход позволяет сформировать удобный и персонализированный перечень вариантов, адаптированный под индивидуальные предпочтения абитуриента.

Таким образом, была разработана методика и программное обеспечение поиска образовательных программ, соответствующим интересам и возможностям пользователя.

Список литературы

1. Бенкен Е.С. PHP, MySQL, XML: программирование для Интернета. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. 321 с.

2. Кнут Д.Э. Искусство программирования. Том 1: Основные алгоритмы. 3-е изд. − М.: Вильямс, 2005. − 688 с.

3. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы: построение и анализ. 2-е изд. − М.: Вильямс, 2005. − 1296 с.

4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. Об утверждении Порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры: приказ от 21 августа 2020 г. № 1076 // Официальный интернет-портал правовой информации. 2025. 16 сент. URL: http://publication.pravo.gov.ru (дата обращения: 15.03.2025).

5. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ (в последней ред.) // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (дата обращения: 16.03.2025).

6. Чичирова Н.Д., Ахметова И.Г. Теоретические основы и прикладные аспекты энергосбережения в теплоэнергетике: монография. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016. 91 с.

Дубов Н.В.
студент
Научный руководитель: ***Шурыгин В. Н.***
к.т.н., профессор
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗАКУПКАМИ ДЛЯ МАГАЗИНА БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

Аннотация. Рассматривается проблема оптимизации управления запасами в условиях высокой конкуренции на рынке. Цель работы заключается в создании решения, которое на основе данных о запасах, продажах и поставщиках будет автоматизировать процесс принятия решения о закупке.

Ключевые слова: управление закупками; автоматизация; бытовая техника; анализ статистики продаж; оценка поставщиков.

Dubov N.V.
Student
Scientific Advisor: ***Shurygin V. N.***
Candidate of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF A PURCHASE MANAGEMENT MODULE FOR A HOUSEHOLD APPLIANCES STORE

Abstract. The problem of optimizing inventory management in a highly competitive market is considered. The goal of the work is to create a solution that will automate the purchasing decision-making process based on inventory, sales and supplier data.

Keywords: procurement management; automation; household appliances; sales statistics analysis; supplier evaluation.

В условиях высокой конкуренции на рынке бытовой техники эффективное управление закупками становится критически важным для успеха бизнеса. Ручное управление запасами и выбор поставщиков часто приводит к ошибкам, излишним затратам и несвоевременному пополнению запасов. Автоматизация этих процессов позволяет не только снизить издержки, но и повысить удовлетворенность клиентов за счет постоянного наличия товаров. Разработка модуля управления закупками, способного автоматически определять момент закупки и выбирать оптимального поставщика, является актуальной задачей для современных розничных сетей.

Таким образом возникает необходимость в автоматизации процесса управления закупками, который включает в себя принятие решений о закупке товаров с использованием математических моделей и выбор поставщиков на основе анализа данных о текущих запасах, продажах и условиях поставок с использованием метода простого аддитивного взвешивания.

Данное исследование ставит перед собой несколько задач. Первой задачей можно назвать анализ бизнес-процессов в сфере закупок и создание диаграмм в нотации IDEF0 для наглядного их представления.

Следующей задачей является разработка алгоритма для определения момента закупки товаров на основе анализа уровня запасов и продажах и алгоритма оценки поставщиков, учитывающего такие параметры, как цена, сроки поставки (минимальное время поставки и максимальное время задержки), интенсивность сбоев в поставках.

Ну и наконец далее идет задача реализации функционала и обеспечения удобного интерфейса для взаимодействия с модулем, включая формирование счетов на оплату.

Описание бизнес-процессов

Процесс закупок в магазине бытовой техники при ручном использовании представляет собой последовательность взаимосвязанных этапов. Начинается этот процесс с анализа текущих запасов и статистики продаж, затем следует принятие решения о необходимости закупки, далее происходит выбор поставщика, после чего формируется заявка на закупку. Завершающими этапами становятся согласование и оформление заказа, контроль поставки, приемка и проверка товара, а также оплата заказа.

Первым этапом является анализ статистики продаж. Данный процесс включает в себя сбор, обработку и анализ данных о продажах товаров, что позволяет понять, какие товары требуется закупить. Входные данные обрабатываются аналитиками отдела продаж с применением таких различных инструментов, например Excel и текстовые редакторы. На выходе формируется перечень товаров, подлежащих закупке, который станет основой для следующего этапа.

После определения потребности в закупке того или иного товара необходимо выбрать поставщика. Этот процесс включает анализ предложений различных поставщиков по заданным параметрам. Основным инструментом обработки данных выступает Excel, а ключевую роль в анализе эти данных играют эксперты компании или приглашенные специалисты. Итогом работы становится список поставщиков, расположенных в порядке приоритета, что позволяет перейти к следующему этапу.

Заключительный этап – формирование заявки на закупку. Здесь используются данные о выбранном поставщике и перечень необходимых товаров. Управление процессом осуществляется регламентами подготовки и заполнения заявок, а также политиками согласования. Оформлением заявки занимаются менеджеры отдела закупок, которые используют такие инструменты, как текстовый редактор Word и принтер для подготовки документации в бумажном виде. На выходе получается готовая заявка, которая направляется поставщику.

В случае же автоматизации данных процессов исчезнут (или максимально уменьшатся) временные затраты на анализ, ошибки в расчетах. Рассмотрим эти процессы при использовании автоматизированного подхода.

Начнем с анализа статистики. Вместо того чтобы вручную собирать и анализировать данные, система использует алгоритмы обработки данных, которые помогают принять решение о необходимости закупки того или иного товара. Теперь обработка выполняется не людьми, а специализированным алгоритмом. Это позволяет значительно сократить время анализа и повысить точность. В итоге система формирует перечень товаров, необходимых к закупке, что исключает возможные ошибки, связанные с человеческим фактором.

Следующий процесс – автоматизированный выбор поставщика – основывается на алгоритме оценки, который использует метод простого аддитивного взвешивания (Simple Additive Weighting, SAW) [см. 1, с. 4-8]. В отличие от ручного метода, где оценка выполняется экспертами, что может приводить к ошибкам и неточностям, система анализирует данные поставщиков на основе математических моделей и логических правил, что позволяет избежать этих проблем. Входные параметры обрабатываются алгоритмом, который выполняет ранжирование поставщиков по заданным критериям. Таким образом, итоговый список формируется гораздо быстрее, нежели при ручном ранжировании, и со стопроцентной правильностью, что снижает роль человеческого фактора.

Формирование заявки на поставку также подвергается автоматизации. Вместо использования текстовых редакторов и ручного оформления документов система применяет генератор PDF-файлов и заранее подготовленный шаблон заявки. Теперь система автоматически формирует документ в соответствии с установленными стандартами. Это исключает возможные ошибки в оформлении, ускоряет процесс подготовки заявки и снижает нагрузку на сотрудников отдела закупок.

Анализ конкурентов

На российском рынке представлено несколько ключевых решений для автоматизации торговли. Рассмотрим их функциональные возможности именно в части управления закупками.

Система 1С:Управление торговлей предлагает наиболее комплексный подход к автоматизации закупок среди рассматриваемых решений. Она позволяет автоматически формировать заказы поставщикам на основе анализа текущих остатков, поддерживает настройку различных стратегий пополнения запасов и предоставляет инструменты для сравнения условий разных поставщиков. Но реализация подобного функционала требует сложной настройки и квалифицированных специалистов, что делает систему избыточной для малого и среднего бизнесов [5].

Облачное решение МойСклад ориентировано на базовые потребности малых предприятий в управлении закупками. Оно позволяет создавать заказы поставщикам, контролировать остатки по пороговым значениям и вести каталог поставщиков. Но система не предлагает автоматизации закупочных процессов и серьезных инструментов анализа поставщиков, ограничиваясь базовыми отчетами по закупочной деятельности [2].

Comindware − это система, обеспечивающая хороший уровень автоматизации процесса закупок от планирования до контроля поставок. Она включает модули для планирования, проведения и контроля закупок, а также поддерживает электронный документооборот, позволяя координировать взаимодействие всех участников закупочного процесса [6].

Более понятно анализ конкурентов представлен в таблице.

Таблица

Системы управления торговлей

Система	Параметры оценки		
	Автоматизация закупок	*Оценка поставщиков*	*Сложность внедрения*
1С:Управление торговлей	Высокая	Средняя	Высокая
МойСклад	Низкая	Низкая	Низкая
Comindware	Средняя	Средняя	Средняя

Таким образом можно увидеть, что ни одна из систем не предлагает идеального сочетания простоты использования и полноценного функционала для управления закупками, что также подтверждает актуальность разработки модуля, автоматизирующего процессы, связанные с закупками.

Используемые модели и алгоритмы

Для автоматизации процесса принятия решения о закупке используется 2 модели из «Практикума по логистике» Б.А. Аникина:

- Модель с фиксированным размером заказа.
- Модель с фиксированным интервалом между заказами.

Модель с фиксированным размером заказа предполагает, что заказы размещаются при снижении уровня запасов до заранее установленного порогового значения (порогового запаса). Размер заказа всегда одинаков и рассчитывается на основе анализа спроса, стоимости хранения и затрат на закупку. Эта модель эффективна для товаров с относительно стабильным потреблением и предсказуемым спросом.

При работе с данным типом модели используется два основных параметра: фиксированный размер заказа, то есть объем каждой поставки остается неизменным; а также определение точки заказа – заказ размещается, когда уровень запасов достигает минимального допустимого значения.

Для расчета оптимального заказа Q используется следующая формула:

$$Q = \sqrt{\frac{2AS}{I}} \quad (1)$$

где: A – стоимость подачи одного заказа, руб.;

S – потребность в товарно-материальных ценностях за определенный период, шт.;

I – затраты на содержание единицы запаса, руб./шт.

Модель с фиксированным интервалом между заказами предполагает формирование заказа на поставку через равные промежутки времени, независимо от текущего уровня запасов. Размер заказа варьируется в зависимости от потребности в пополнении до заранее установленного максимального уровня.

При работе с этим типом модели используются следующие параметры: фиксированный интервал между заказами, то есть закупки осуществляются в одинаковые промежутки времени; а также переменный размер заказа – объем закупки зависит от текущего уровня запасов и планируемого потребления.

Для расчета объема закупки РЗ используется следующая формула:

$$\text{РЗ} = S - R + \text{ОП} \quad (2)$$

где: S – максимальный желательный запас, шт.;

R – текущий уровень запасов, шт.;

ОП – ожидаемое потребление за время поставки, шт.

Теперь рассмотрим, как эти модели работают в рамках модуля. Первый алгоритм, который реализует модель с фиксированным размером заказа, начинается со считывания данных о текущем запасе товара (R) и статистике продаж. Далее рассчитываются ключевые параметры: оптимальный размер

заказа (Q), гарантийный запас и пороговый запас (S). После этого выполняется проверка условия: если текущий запас R больше порогового S, то заказ не формируется, так как запас достаточный. Если же R меньше или равно S, формируется заказ фиксированного размера Q. Затем заказ отправляется поставщику, после чего происходит ожидание поставки и обновление запаса путем прибавления размера заказа Q к текущему запасу R. После этого алгоритм завершается. Блок-схема данного алгоритма изображена на рисунке 1.

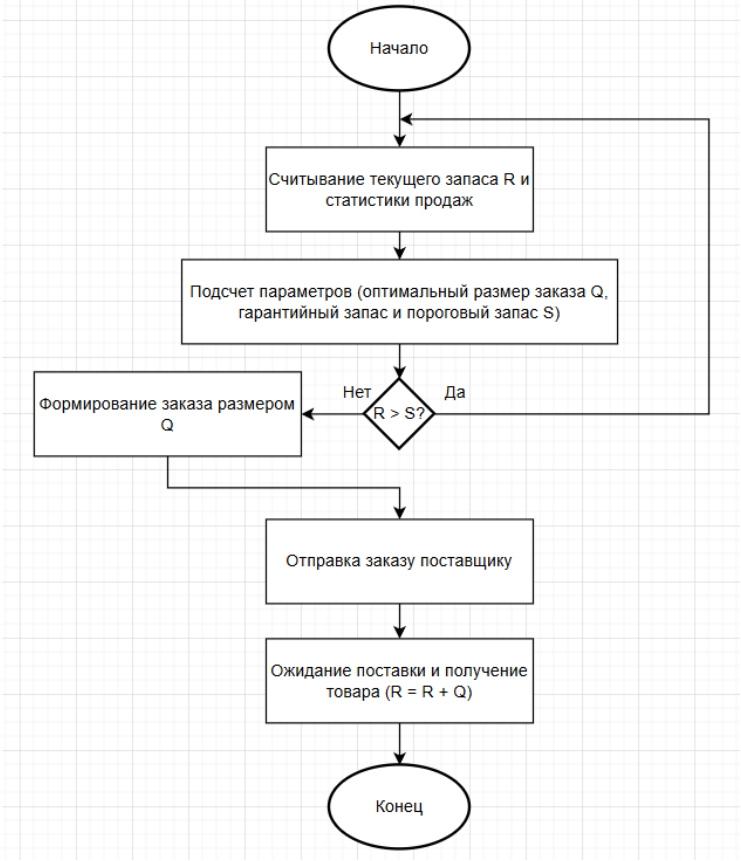


Рис. 1. Блок-схема алгоритма с фиксированным размером заказа

Второй алгоритм, реализующий модель с фиксированным интервалом между заказами, начинается аналогично первому – считываются текущие запасы (R) и статистика продаж. Затем рассчитываются параметры, такие как интервал между заказами (I), гарантийный запас и максимальный желаемый уровень запаса (S). После этого выполняется проверка: если текущий запас R больше порогового S, то заказ не формируется. Если же запас меньше или равен S, формируется заказ размером P3, который вычисляется по формуле (2). После формирования заказ отправляется поставщику, происходит ожидание доставки и обновление запаса по формуле R = R + P3. На этом работа алгоритма завершается. Блок-схема данного алгоритма изображена на рисунке 2.

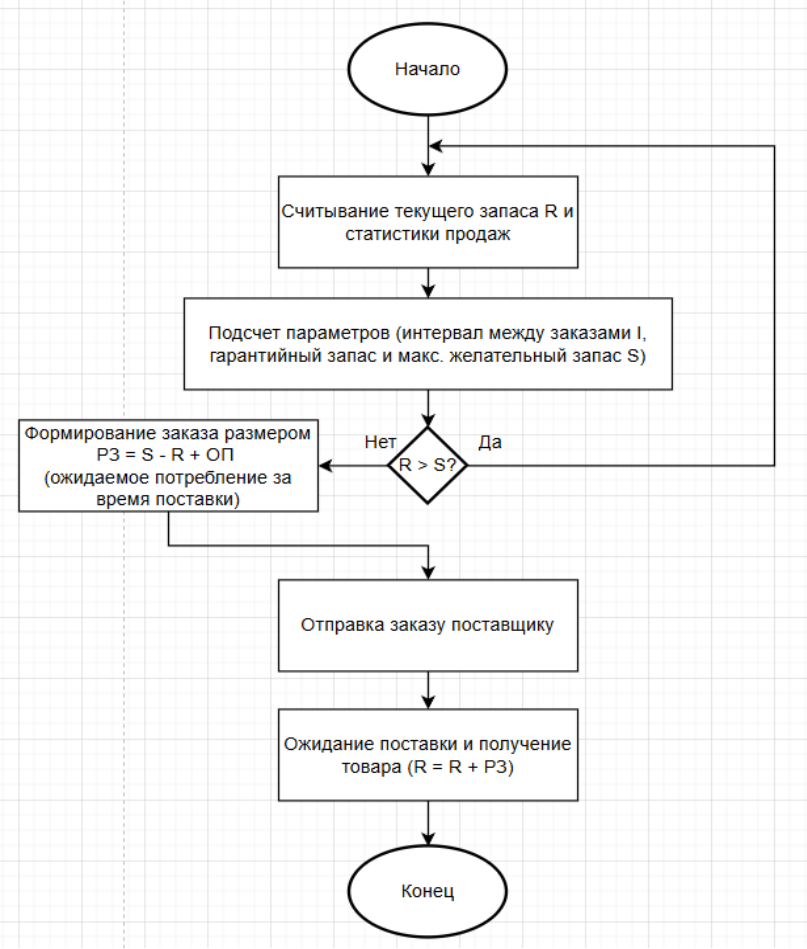


Рис. 2. Блок-схема алгоритма с фиксированным интервалом между заказами

Для выбора оптимального поставщика в данный момент времени используется метод простого аддитивного взвешивания (Simple Additive Weighting, SAW). Суть заключается в том, чтобы оценивать данные на основе нескольких критериев. Каждому поставщику по каждому критерию будет ставиться оценка от 1 до 10 на основе метода квантильного разбиения. После чего происходит определение векторов максимальных и минимальных значений критериев для дальнейшей нормализации значений критериев для приведения их к единой шкале. Затем каждому критерию назначается вес, который отражает его значимость в общем рейтинге. Сумма весов всех критериев должна быть равна единице.

Нормализация происходит по формулам, которые используются по ситуации в зависимости от того, нужно ли оценки по критериям максимизировать или минимизировать. Если нужно максимизировать, то используется следующая формула:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{min}}{x_j^{max} - x_j^{min}} \quad (3)$$

где: p_{ij} – нормированное значение;

x_{ij} – ячейка с оценкой;

x_j^{min} – значение критерия в векторе минимальных значений;

x_j^{max} – значение критерия в векторе максимальных значений.

Если же минимизировать, то следующая формула:

$$p_{ij} = \frac{x_j^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j^{min}} \quad (43)$$

После нормализации рассчитывается итоговая оценка каждого поставщика по формуле

$$S_j = \sum_{i=1}^{n} w_i * p_{ij} \quad (5)$$

где: S_j – итоговая оценка j-го поставщика;

w_i – вес критерия;

p_{ij} – нормализованное значение.

Итоговые оценки позволяют упорядочить поставщиков: чем выше значение S, тем предпочтительнее поставщик.

В данном модуле используются следующие критерии оценки: цена за единицу товара, время поставки, максимальное время задержки и интенсивность сбоев (то есть процент поставок с задержками от общего числа поставок от данного поставщика).

Таким образом, данный модуль автоматизирует и, следовательно, упрощает процесс закупок для розничной сети, минимизирует издержки и снижает зависимость от человеческого фактора. Его внедрение повысит конкурентоспособность магазина и удовлетворенность клиентов за счет постоянного наличия товара в магазине.

Список литературы

1. Анализ многокритериальных методов принятия управленческих решений (на примере задачи выбора поставщиков материально-технических ресурсов) URL: https://kpfu.ru/staff_files/F633808541/Analiz_mnogokriterialnyh_metodov.pdf (дата обращения: 31.03.2025).

2. Все возможности управления бизнесом // МойСклад URL: https://www.moysklad.ru/vozmozhnosti/ (дата обращения: 31.03.2025).

3. Практикум по логистике / Б.А. Аникин [и др.]. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2006. – 276 с.

4. Управление закупками // 1С:Предприятие 8 URL: https://v8.1c.ru/trade/upravlenie-zakupkami/ (дата обращения: 31.03.2025).

5. Comindware Управление закупками // Comindware URL: https://www.comindware.ru/procurement-management/ (дата обращения 31.03.2025).

Евстраткин К.С., Ковригина А.Е., Калкан К.Б.
студенты
Научный руководитель: ***Парасоцкая Н.Н.***
к.э.н., доцент
Российский государственный социальный университет
Россия, Москва

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ БИЗНЕС-ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ: АНАЛОГИ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Аннотация. В данной статье рассматриваются ключевые направления импортозамещения бизнес-технологий, анализируются российские аналоги западных продуктов, оцениваются их сильные и слабые стороны, а также перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: импортозамещение; бизнес-технологии; цифровая трансформация; программное обеспечение.

Evstratkin K.S., Kovrigina A.E., Kalkan K.B.
Students
Scientific Advisor: ***Parasotskaya N.N.***
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Russian State Social University
Russia, Moscow

IMPORT SUBSTITUTION OF BUSINESS TECHNOLOGIES IN RUSSIA: ANALOGUES, THEIR ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Abstract. This article examines key areas of import substitution of business technologies, analyzes Russian analogues of Western products, assesses their strengths and weaknesses, as well as prospects for further development.

Keywords: import substitution; business technologies; digital transformation; software.

Из-за сильного давления, оказанного на Россию в форме санкций, быстро ускорился процесс импортозамещения в различных областях экономики, включая и бизнес-технологии. Многие западные IT-решения − такие, как CRM- и ERP-системы, облачные сервисы и инструменты бизнес-аналитики − стали менее доступны для российских компаний [1]. В свою очередь это заставило компаниям искать отечественные образцы. Переход на аналоги проявляется как успехом − так и трудностями, связанными с новыми решениями под старые бизнес-процессы.

Основные направления импортозамещения бизнес-технологий

Сфера бизнес-технологий охватывает множество инструментов, критически важных для работы компаний. Среди них можно выделить CRM-системы для управления клиентскими отношениями, ERP-системы для плани-

рования ресурсов предприятия, биллинговые и платежные решения, облачные сервисы, инструменты бизнес-аналитики (BI), а также корпоративные коммуникационные платформы. В каждом из этих направлений российские разработчики предлагают альтернативы зарубежным продуктам, однако их функциональность и удобство использования варьируются.

Бизнес-технологии охватывает множество инструментов критического значения, необходимых для компаний. К их числу можно отнести CRM-системы (SFA) для управления продажами, ERP-системы для обеспечения информация обо всех ресурсах компании, платежные и биллинговые системы, облачные технологии, инструменты бизнес-аналитики (BI) и корпоративные коммуникационные платформы. В каждом из этих направлений компании также предлагают российские варианты зарубежных продуктов, но уровень в качестве разнообразен.

Российские аналоги зарубежных бизнес-решений

Западные CRM-системы, такие как Salesforce, HubSpot и Zoho CRM, долгое время доминировали на российском рынке. Однако санкции и уход иностранных вендоров открыли дорогу отечественным решениям. Одним из самых популярных российских аналогов является Битрикс24, который предлагает не только CRM, но и инструменты для управления задачами, документооборотом и телефонией. Его ключевое преимущество − глубокая интеграция с российскими сервисами, такими как 1С, что делает его удобным для локальных компаний. Однако система не лишена недостатков: многие пользователи отмечают сложность настройки и ограниченную совместимость с международными платформами.

CRM-системы такого плана, как Salesforce, HubSpot и Zoho CRM продолжали удерживать ключевые позиции на российском рынке долгое время. Но санкции и уход иностранных вендоров преградили им дорогу, однако отечественные системы стали занимать зарубежные программы. Единственной из российских аналогов Битрикс24, который предоставляет не только CRM систему, но и инструменты для управления задачами, документооборота и телефонной связи. Его ключевое преимущество заключается в его тесной взаимосвязи с российскими сервисами, такими как 1С, благодаря чему она становится удобной для местных компаний. Однако система имеет свои недостатки. Многие пользователи обращают внимание на то, что CRM сложно настраивать и систему сложно интегрировать с другими всемирными продуктами.

Другой вариант − Мегаплан, который предлагает более интуитивную настройку и большую гибкость в настройке рабочих процессов. Это отлично подходит для компаний среднего размера, но не так мощно, как крупные западные компании, и может быть дорогим для небольших компаний.

В сегменте ERP-решений популярными в мире являются SAP и Oracle. ERP-решения в настоящее время в России контролируют 1С и другие отечественные продукты. Самой популярной все равно остается 1С:Предприятие. Она управляет российским рынком, потому что: на всех уровнях она адаптирована под российское законодательство и имеет весьма разветвленную экосистему дополнительных модулей. Но интерфейс приложения и методы внедрения говорят считают устаревшими.

В крупных компаниях альтернативой 1С:Предприятие может служить Галактика ERP, предлагающая сильные инструменты для планирования и аналитики. Тем не менее, внедрение данной системы также требует серьезных капиталовложений и адаптации сотрудников к новым условиям.

Уход международных платежных систем, таких как Stripe и PayPal, привел к росту спроса на российские аналоги. ЮKassa (от ЮMoney) и Робокасса стали основными решениями для онлайн-платежей. ЮKassa привлекает низкими комиссиями и поддержкой Системы быстрых платежей (СБП), но ее функциональность ограничена внутрироссийскими операциями. Робокасса, в свою очередь, предлагает больше способов оплаты, но комиссии за некоторые транзакции могут быть высокими.

Российские облачные провайдеры, такие как Yandex Cloud и Selectel, активно развиваются, предлагая альтернативы AWS и Google Cloud. Yandex Cloud интегрирован с другими сервисами Яндекса, что удобно для компаний, уже использующих его экосистему [2]. Selectel предлагает надежную инфраструктуру и гибкие тарифы, но по функциональности пока уступает зарубежным конкурентам.

В сфере бизнес-аналитики западные решения вроде Tableau и Power BI постепенно замещаются российскими аналогами. PIX BI позволяет работать с большими массивами данных и совместима с отечественными базами, но требует высокой квалификации пользователей [3].

После ограничения доступа к Slack и Zoom российские компании перешли на VK WorkSpace и СберДжус. Эти решения обеспечивают базовый функционал для общения и видеоконференций, но пока не могут полностью заменить зарубежные аналоги по удобству и интеграциям.

Проблемы и перспективы импортозамещения

Несмотря на активное развитие, процесс импортозамещения сталкивается с рядом трудностей. Одна из главных проблем − нехватка экспертизы, из-за чего многие российские решения требуют доработки. Кроме того, ограниченная интеграция с международными сервисами усложняет работу компаний, ведущих деятельность за рубежом. Высокая стоимость внедрения новых систем также остается серьезным барьером, особенно для малого и среднего бизнеса.

Тем не менее, перспективы у российских бизнес-технологий есть. Государственная поддержка в виде субсидий и налоговых льгот стимулирует

развитие IT-сектора. Углубление интеграции между отечественными решениями позволяет создавать более целостные экосистемы. Кроме того, выход на рынки стран СНГ и БРИКС открывает новые возможности для экспорта российских технологий [4].

Заключение

Импортозамещение бизнес-технологий в России − сложный, но неизбежный процесс. Отечественные разработчики уже предлагают рабочие альтернативы западным решениям. Дальнейшее развитие этого направления зависит от инвестиций в разработку, государственной поддержки и кооперации между российскими IT-компаниями. В долгосрочной перспективе успешное импортозамещение может не только обеспечить технологическую независимость, но и создать конкурентные российские продукты для мирового рынка.

Список литературы

1. Инструменты разработки на основе искусственного интеллекта и их роль в повышении эффективности и качества разработки программного обеспечения / К. С. Евстраткин [и д.р.] // Наука. Производство. Образование: Материалы Третьей Всероссийской научно-технической конференции, Москва, 03–05 апреля 2024 года. Москва: Российский государственный социальный университет, 2024. С. 159-162. EDN YLCOAC. (дата обращения: 01.04.2025)

2. Работа инновационных образовательных площадок (Кванториум, it-Куб, Яндекс.Лицей и Т.Д.) для развития у молодежи компетенций в области технических наук / К. С. Евстраткин [и д.р.] // Наука. Производство. Образование: Материалы Третьей Всероссийской научно-технической конференции, Москва, 03–05 апреля 2024 года. Москва: Российский государственный социальный университет, 2024. С. 119-123. EDN LADWSY. (дата обращения: 01.04.2025)

3. Шимановский К.В. ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2022. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/importozameschenie-v-oblasti-programmnogo-obespecheniya-biznes-analitiki (дата обращения: 01.04.2025)

4. Экономика Рунета / Цифровая экономика России 2023/2024 // РАЭК [Электронный ресурс]. URL: https://raec.ru/live/raec-news/14444/ (дата обращения: 01.04.2025)

Филиппович В.А.
студент
Научный руководитель: ***Филиппович А.Ю.***
к.т.н., профессор
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ ИЗ РУССКОЯЗЫЧНЫХ ПРОЕКТНЫХ АННОТАЦИЙ

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ методов автоматического извлечения ключевых слов из текста. Эксперимент проведен на корпусе из 30 аннотаций студенческих проектов. По результатам эксперимента метод TextRank продемонстрировал наилучший баланс между точностью и полнотой, метод PullEnti обеспечил наивысшую точность, а метод YAKE достиг максимальной полноты и отличился самой высокой скоростью. Предложены практические рекомендации по выбору метода в зависимости от задач. Полученные выводы могут быть полезны для автоматизации обработки проектной документации.

Ключевые слова: выделение ключевых слов, аннотация проекта, PullEnti, TextRank, YAKE, точность, полнота, сравнение методов.

Philippovich V.A.
Student
Scientific Advisor: ***Philippovich A.Yu.***
Candidate of Technical Sciences, Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

COMPARATIVE ANALYSIS OF AUTOMATIC KEYWORD EXTRACTION METHODS FROM RUSSIAN-LANGUAGE PROJECT ABSTRACTS

Abstract. The article presents a comparative analysis of methods for automatic keyword extraction from texts. The experiment was conducted on a corpus of 30 Student project abstracts. According to the results, the TextRank method demonstrated the best balance between precision and recall, the PullEnti method provided the highest precision, and the YAKE method achieved maximum recall along with the highest processing speed. Practical recommendations on choosing a suitable method depending on specific tasks are provided. The findings may be beneficial for automating the processing of project documentation.

Keywords: keyword extraction, project abstract, PullEnti, TextRank, YAKE, precision, recall, method comparison.

Введение

Извлечение ключевых слов из неструктурированных текстовых аннотаций проектов является важной задачей, поскольку объем проектной документации постоянно растет и требует автоматизированной систематизации.

Проектные аннотации представляют собой краткие описания проектов и включают различные виды материалов – текстовые отчёты, презентации, проектные документации и др. Эти документы отличаются разнообразием содержания, формата и стиля. Существуют рекомендации по составу и оформлению проектной отчётности [1], однако фактически тексты аннотаций могут содержать специализированную терминологию, разнородные фрагменты (списки, таблицы, формулы) и даже вкрапления на иностранных языках. Все это затрудняет применение ручных методов или стандартных алгоритмов обработки текста и требует адаптации специальных методов под особенности данных.

Для автоматического выделения ключевых слов из текста разработано множество подходов. В последние годы активно исследуются методы на основе векторных представлений (эмбеддингов) слов [2, 3] и гибридные алгоритмы, сочетающие различные техники [4]. Тем не менее, особо привлекательны необучаемые (unsupervised) методы, не требующие предварительного обучения на размеченном корпусе, что упрощает их применение к новой предметной области. В исследовании О.А. Митрофановой и Д.А. Гаврилика [5] на смешанном русскоязычном корпусе был выявлен ряд эффективных алгоритмов такого типа. В их числе – лингвостатистический алгоритм PullEnti, структурный графовый метод TextRank и гибридный метод YAKE. Настоящая работа сфокусирована на сравнении именно этих трех методов и оценке их эффективности на материалах проектных аннотаций. Цель исследования – определить, какой из выбранных алгоритмов наиболее пригоден для автоматического извлечения ключевых слов из русскоязычных аннотаций проектов, оценивая их по ряду качественных и количественных показателей (точность, полнота, скорость и др.) и выработать рекомендации по их применению.

Материалы и методы

Корпус данных. Для эксперимента был сформирован корпус из 30 документальных описаний проектов на русском языке. В него вошли текстовые фрагменты отчетов о проектах и материалы презентаций, подготовленные авторами проектов. Тексты аннотаций в корпусе варьируются по объему (от нескольких абзацев до нескольких страниц) и стилю изложения, включая в основном русский язык с использованием отдельных англоязычных терминов. Чтобы иметь эталон для оценки алгоритмов, для каждого проекта эксперты (сами авторы или руководители проектов) заранее составили список ключевых слов, отражающих основное содержание соответствующей аннотации. Такие эталонные ключевые слова служат «золотым стандартом» при последующей проверке результатов автоматического выделения. Методы извлечения ключевых слов. Для сравнительного анализа были выбраны три алгоритма автоматического извлечения, представляющие разные подходы: PullEnti, TextRank и YAKE. Каждый из них ранее продемонстрировал высокую эффективность в

русскоязычной статье русском материале [5]. Ниже приведено краткое описание этих методов и их особенностей.

1. PullEnti – лингвистико-статистический подход с использованием морфологического анализа [6]. Метод PullEnti основан на сочетании правил обработки естественного языка и статистики. Благодаря глубокой языковой обработке PullEnti обладает высокой степенью поддержки русского языка – учитываются морфологические формы слов, что позволяет идентифицировать ключевые слова независимо от их грамматического вида в тексте. Кроме того, метод естественным образом выделяет многословные выражения (сложные термины, имена собственные и т.п.) как единые сущности. Следует отметить, что из-за обширной лингвистической обработки PullEnti относительно требователен к ресурсам и скорость его работы несколько ниже по сравнению с чисто статистическими алгоритмами.

2. TextRank – графовый метод, основанный на алгоритме PageRank [7]. В методе TextRank текстовое содержимое представляется в виде графа: узлами графа служат слова (как правило, приведенные к начальной форме), а рёбра между ними отражают соседство слов в предложениях или окнах заданного размера. Алгоритм TextRank не опирается на внешние языковые ресурсы и может применяться к текстам на любом языке, однако для достижения лучшего качества на русском тексте целесообразно проводить предварительную нормализацию слов (например, стемминг или лемматизацию) и удаление стоп-слов. В данном эксперименте для TextRank применялась лемматизация, чтобы различные формы одного слова не разобщали граф. Метод не учитывает сложных морфологических особенностей. По вычислительной сложности TextRank относительно нетребователен: его скорость работы можно охарактеризовать как среднюю, поскольку основной этап – вычисление PageRank – эффективно реализуется и быстро сходится на типичных размерах текстов.

3. YAKE – (Yet Another Keyword Extractor) гибридный лингвостатистический метод [8]. Алгоритм YAKE сочетает несколько простых статистических признаков, учитывая локальную значимость слов в документе, и при этом использует минимальные языковые знания (например, список стоп-слов). В отличие от чисто статистических методов, YAKE частично учитывает лингвистические признаки (например, позиция слова в тексте, принадлежность к списку стоп-слов), поэтому его относят к гибридным подходам. Метод автоматически выявляет ключевые фразы, включая многословные. Поддержка русского языка в YAKE реализована в основном через использование русского списка стоп-слов и разделение текста на слова. Глубокого анализа морфологии не производится, поэтому разные формы одного слова могут рассматриваться как разные кандидаты. Значительным преимуществом YAKE является высокая скорость работы: алгоритм оперирует локальными счислениями по тексту и не требует итеративных процедур, поэтому обработка документа происходит очень быстро. Это делает

YAKE привлекательным для оперативного анализа больших массивов текстов, хотя за скорость приходится платить несколько меньшей точностью (из-за ограниченной языковой информативности признаков).

На основе информации из научных статей, страниц интернета и простого изучения спецификаций, удалось сформировать стартовую сравнительную таблицу (табл.)

Таблица

Сравнение инструментов выделения ключевых слов по ключевым параметрам

Метрика	Методы		
	PullEnti	*TextRank*	*YAKE*
Подход	Лингвистика + статистика	Графовая модель	Лингвистика + статистика
Выделение фраз (n-граммы)	Да (до 3-4 слов)	Да (регулируется)	Да (регулируется)
Работа с именами собственными	Минимальные потери	Средние потери	Средние потери
Скорость обработки	Средняя	Высокая	Высокая
Настройка параметров	Сложная	Средняя	Простая

Критерии сравнения и методика оценки. Качество работы каждого метода оценивалось путем сравнения автоматически полученного списка ключевых слов с эталонным списком, составленным экспертом для той же аннотации. В качестве основных метрик качества выбраны точность (Precision) и полнота (Recall). Точность показывает, какую долю среди извлеченных алгоритмом слов составляют действительно релевантные ключевые слова (то есть присутствующие в эталонном списке). Полнота, в свою очередь, отражает, какую долю от всех эталонных ключевых слов сумел обнаружить данный метод. Значения Precision и Recall рассчитывались для каждого документа, после чего усреднялись по корпусу из 30 текстов для получения итоговых показателей. При подсчете соответствия учитывались совпадения с точностью до леммы: то есть ключевое слово считалось правильно извлеченным, если его лемматизированная форма совпадала с леммой какого-либо слова из эталонного набора. Помимо точности и полноты, сравнение методов включало анализ ряда качественных характеристик:

- Скорость работы – условное среднее время, затраченное алгоритмом на обработку одного текстового файла аннотации. Этот показатель отражает вычислительную эффективность метода.
- Поддержка русского языка – степень, в которой алгоритм учитывает языковые особенности русского текста (морфологию, наличие слов с

изменяемыми окончаниями, сложные именованные сущности и т.д.) и адаптирован для работы с русскоязычными данными.

- Выделение многословных выражений – способность метода идентифицировать составные ключевые фразы, состоящие из нескольких слов, а не только одиночные слова.

Указанные критерии позволяют всесторонне оценить применимость методов в контексте задач анализа русскоязычных проектных аннотаций.

Результаты

На корпусе из 30 аннотаций были получены количественные показатели эффективности каждого метода. Результаты эксперимента оказались соизмеримы с выводами, известными по более масштабному исследованию Митрофановой и Гаврилика [5].

Метод PullEnti показал наивысшую точность извлечения ключевых слов: средний Precision составил около 85%, что означает преимущественно релевантный характер получаемых им ключевых терминов. Однако при этом полнота у PullEnti была ниже, порядка 68%, то есть почти одна треть важных ключевых слов оставалась невыделенной данным методом. Алгоритм TextRank продемонстрировал сбалансированные показатели: точность ~78% и полнота ~80%. Это свидетельствует о том, что TextRank находит меньше лишних слов, чем YAKE, и одновременно извлекает большую часть нужных ключевых слов, чем PullEnti.

Метод YAKE, в соответствии со своей стратегией максимального охвата, обеспечил наибольшую полноту среди всех трёх – около 90%. Практически все ключевые слова из экспертных списков так или иначе попадали в выдачу YAKE. Однако плата за такую полноту – сравнительно низкая точность (около 62%). Иными словами, вместе с правильными ключевыми фразами YAKE извлекает много лишних, не относящихся к теме слов, что снижает долю корректных ответов.

Кроме качества извлечения, были замерены и сравнены временные затраты на обработку. Самым быстрым оказался метод YAKE: в среднем около 0,5 секунды на один текст аннотации. TextRank работал несколько медленнее (около 1,2 сек. на документ), а PullEnti – самый медленный – ~1,8 секунды на документ. Такая разница ожидаема, поскольку YAKE применяет минимальный набор операций, тогда как PullEnti выполняет детальный лингвистический анализ, требующий дополнительных ресурсов.

Различия в поддержке русского языка и в способности методов выделять составные фразы качественно проявились в показателях точности и полноты: PullEnti благодаря учёту морфологии отсеял многие несвязанные словоформы (что повысило точность), а YAKE дублировал формы одного слова как отдельные ключевые кандидаты (что могло увеличивать полноту, но снижать точность). Полученные результаты суммарно представлены на

комплексном графике (рис.) для наглядного сравнения метрик Precision–Recall и времени работы каждого метода.

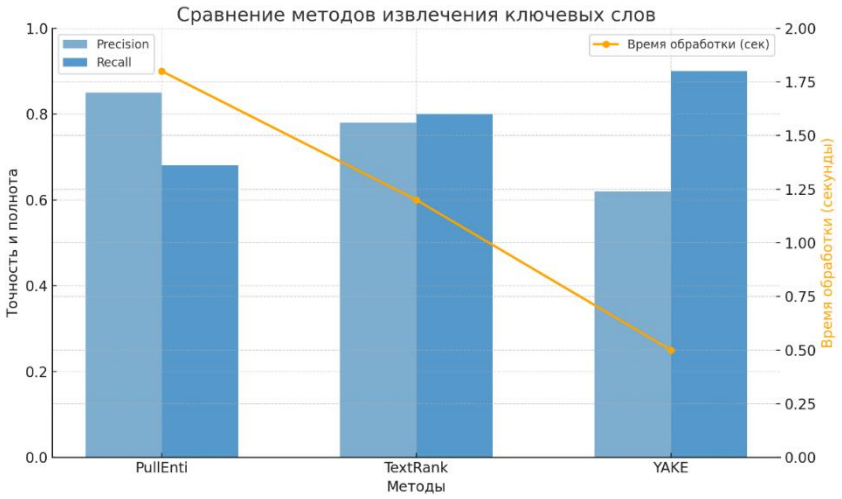


Рис. Результаты сравнения методов извлечения ключевых слов

Практические рекомендации

На основе проведенного анализа можно дать следующие рекомендации по выбору метода автоматического выделения ключевых слов для русскоязычных проектных аннотаций в различных практических ситуациях:

- PullEnti рекомендуется использовать в задачах, где особенно важна высокая точность и качественная языковая обработка. Например, при анализе технической документации или проектных отчетов с большим количеством терминов PullEnti обеспечит максимально точное выделение именно значимых терминологических единиц, минимизируя шум. Этот метод оптимален для случаев, когда ложноположительные ключевые слова недопустимы и лучше пропустить некоторую часть правильных, чем включить нерелевантные термины. Также PullEnti подойдет для обработки документов, насыщенных именованными объектами (названиями проектов, организаций, технических систем и пр.), поскольку способен распознавать их формы и связи.
- TextRank целесообразно применять, когда требуется компромисс между полнотой и точностью. Этот метод хорошо подходит для большинства типовых аннотаций проектов, презентационных материалов и других смешанных текстов, где важно извлечь достаточное количество ключевых слов, сохраняя при этом приемлемую релевантность. TextRank не требует сложной настройки под язык и может быть быстро внедрен для автоматической индексации проектных описаний. Его рекомендуется выбирать в случаях, когда нет явного приоритета либо на максимальное качество, либо на скорость, а нужен сбалансированный, надежный результат.
- YAKE предпочтителен для быстрой предварительной обработки больших массивов текстов. Если стоит задача оперативно проанализировать

большое количество проектных аннотаций (например, при мониторинге проектов, автоматическом сборе баз данных или первичной классификации), метод YAKE обеспечивает максимально быстрое выделение ключевых фраз. Он извлечет широкий охват потенциально важных слов и выражений, что особенно полезно на первом этапе анализа, когда лучше собрать избыточный набор гипотетических ключевых слов. В сценариях, требующих именно быстрого охвата при допустимой постобработке, YAKE является оптимальным выбором.

Заключение

Проведенное исследование позволило выявить преимущества и ограничения популярных методов автоматического извлечения ключевых слов применительно к русскоязычным аннотациям проектов. В условиях сравнительно небольшого корпуса (30 документов) результаты по метрикам точности и полноты подтвердили результаты других исследований.

В частности, метод TextRank продемонстрировал наилучшее сочетание показателей точности и полноты и тем самым оказался наиболее эффективным в общем случае для разнородных проектных аннотаций. PullEnti обеспечил точность за счет глубокой языковой обработки, что делает его ценным для специфических применений, требующих уверенного выделения важных терминов без лишнего шума. Метод YAKE, напротив, позволил выявить максимальное число ключевых слов, показав наибольшую полноту, и оказался весьма полезным в ситуациях, требующих быстрого предварительного анализа больших текстовых коллекций, хотя и с компромиссом в точности.

Таким образом, нельзя однозначно назвать один «абсолютно лучший» алгоритм для любых случаев: выбор метода должен основываться на приоритетах конкретной задачи. Тем не менее, для большинства задач анализа содержимого проектных документов целесообразно ориентироваться на TextRank как базовое решение, дополняя или заменяя его PullEnti либо YAKE в зависимости от того, требуется ли повысить точность (тогда предпочтителен PullEnti) или ускорить обработку и охват (в этом случае подходит YAKE).

Полученные выводы и рекомендации могут быть использованы при разработке систем управления проектами, автоматизированного реферирования и индексирования проектной документации. В перспективе планируется расширить корпус исследования и включить в сравнение методы на основе современных нейросетевых моделей, что позволит более полно оценить их преимущества на фоне рассмотренных алгоритмов. В целом же данное исследование подтверждает, что комбинирование нескольких подходов и выбор алгоритма под конкретную задачу позволяет достичь оптимальных результатов при автоматическом выделении ключевых слов из текстов аннотаций.

Список литературы

1. Митрофанова О.А., Гаврилик Д.А. Эксперименты по автоматическому выделению ключевых выражений в стилистически разнородных корпусах русскоязычных текстов // Terra Linguistica. 2022. Т. 13, № 4. С. 22–40.

2. Проектный офис МИЭМ. Состав и требования к отчетной документации по проектам (МИЭМ НИУ ВШЭ) [Электронный ресурс]. URL: https://miem.hse.ru/project_office/doc_2022 (дата обращения: 27.03.2025).

3. Ashqar G., Mutlu A. A Comparative Assessment of Various Embeddings for Keyword Extraction // 2023 5th International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA). Istanbul, Turkiye, 2023. С. 01–06. DOI: 10.1109/HORA58378.2023.10156762.

4. Campos R., Mangaravite V., Pasquali A., Jorge A.M., Nunes C., Jatowt A. YAKE! Keyword extraction from single documents using multiple local features // Information Sciences. 2020. Т. 509. С. 257–289. DOI: 10.1016/j.ins.2019.09.013.

5. Kurniawan G.S.K., Lhaksmana K.M. Keyword Extraction from Scientific Publications Using Local Features and Embedding Model // 2023 9th International Conference on Signal Processing and Intelligent Systems (ICSPIS). Bali, Indonesia, 2023. С. 1–6. DOI: 10.1109/ICSPIS59665.2023.10402723.

6. Mihalcea R., Tarau P. TextRank: Bringing Order into Texts // Proceedings of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. Barcelona, Spain, 2004. С. 404–411. URL: https://aclanthology.org/W04-3252/ (дата обращения: 27.03.2025).

7. PullEnti: Извлечение именованных сущностей из неструктурированных текстов [Электронный ресурс]. URL: https://www.pullenti.ru/ (дата обращения: 27.03.2025).

8. Singh V., Bolla B.K. Hybrid Approach To Unsupervised Keyphrase Extraction // Procedia Computer Science. 2024. Т. 235. С. 1498–1511. DOI: 10.1016/j.procs.2024.04.141.

Голованов Д.А.
студент
Научный руководитель: ***Баранова Е.М.***
к.т.н., доцент
Тульский государственный университет
Россия, Тула

ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ОБРАБОТКЕ В ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ОРГАНИЗАЦИИ

Аннотация. В статье рассмотрена задача безопасного развертывания информационной системы персональных данных (ИСПДн) в ГАУ ТО Цит. Предложена гибридная сетевая архитектура, сочетающая несколько видов топологий, что повышает отказоустойчивость и безопасность обработки данных. Определен базовый набор мер защиты, соответствующий требованиям ФЗ-152 и ФСТЭК (УЗ3).

Ключевые слова: ИСПДн; топология сети; ФСТЭК; персональные данные; информационная безопасность; защита данных; муниципальные системы.

Golovanov D.A.
Student
Scientific Advisor: ***Baranova E.M.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Tula State University
Russia, Tula

PRINCIPLES OF PERSONAL DATA PROTECTION DURING PROCESSING IN AN ORGANIZATION'S LOCAL NETWORK

Abstract. The article addresses the issue of securely deploying a personal data information system (ISPDn) in the GAU TO CIT. A hybrid network architecture combining several types of topologies is proposed, which enhances fault tolerance and data processing security. A basic set of security measures has been defined in compliance with the requirements of Federal Law No. 152 and FSTEC .

Keywords: ISPDn; network topology; FSTEC; personal data; information security; data protection; municipal systems.

Разработка сети

В условиях активной цифровизации государственных услуг обеспечение безопасности персональных данных (ПДн) в муниципальных информационных системах становится критически важной задачей. Рост числа кибератак, включая утечки данных, фишинг и атаки на инфраструктуру, требует разработки комплексных мер защиты, соответствующих требованиям Федерального закона №152-ФЗ «О персональных данных» и нормативным документам ФСТЭК. В статье рассмотрен процесс защиты персональных данных, обрабатываемых в информационной распределенной системе ГАУ ТО ЦИТ. Информационная система персональных данных (ИСПДн) имеет название «Тула-Муниципальные Данные».

В таблице 1 представлен перечень персональных данных, обрабатываемых в указанной ИСПДн.

Таблица 1

Категории обрабатываемых данных в ИСПДн «Тула-Муниципальные Данные»

Категория данных	Подкатегория	Примеры данных	Объём обработки	Нормативная база	Риски	Рекомендуемые меры защиты
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
Специальные	Медицинские данные	Диагнозы, история болезни, результаты медицинских обследований сотрудников.	~2,000 записей	Ст. 10 ФЗ-152, GDPR (ст. 9)	Утечка может привести к дискриминации, шантажу.	Шифрование данных, доступ только для уполномоченных медработников.
	Биометрические данные	Отпечатки пальцев (для системы контроля доступа), фотографии.	~1,500 записей	Ст. 11 ФЗ-152	Использование для мошенничества, подделки личности.	Хранение в изолированной системе, использование токенов вместо исходных биометрических шаблонов.

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
	Данные о судимости	Информация о наличии/отсутствии судимости у сотрудников и соискателей.	~1,500 записей	Ст. 10 ФЗ-152	Незаконное распространение может повредить репутации.	Ограничение доступа к кадровой службе, журналирование запросов.
	Религиозные/философские убеждения	Сведения о вероисповедании, членстве в религиозных организациях.	~500 записей	Ст. 10 ФЗ-152	Риск дискриминации или преследования.	Анонимизация данных при аналитической обработке.
Иные	Персональные идентификаторы	ФИО, паспортные данные, ИНН, СНИЛС.	~50,000 записей	Ст. 6 ФЗ-152	Кража личных данных для мошенничества.	Двухфакторная аутентификация, маскирование данных в открытых отчётах.
	Контактные данные	Телефоны, адреса электронной почты, места проживания.	~45,000 записей	Ст. 6 ФЗ-152	Спам, фишинг, рассылка угроз.	Шифрование каналов связи, использование DLP-систем.
	Служебная информация	Должность, стаж, зарплата, приказы о назначении/увольнении.	~5,000 записей	Внутренние регламенты организации	Утечка может привести к корпоративному шпионажу.	Разграничение прав доступа на основе ролей (RBAC).
	Данные о взаимодействии	Жалобы граждан, заявки на субсидии, результаты обращений в администрацию.	~30,000 записей	ФЗ-152, ФЗ-210 «О порядке рассмотрения обращений граждан»	Фальсификация данных, утечка конфиденциальных обращений.	Цифровая подпись документов, резервное копирование.

Для обработки информации используются средства локальной сети представленной на Рис. 1.

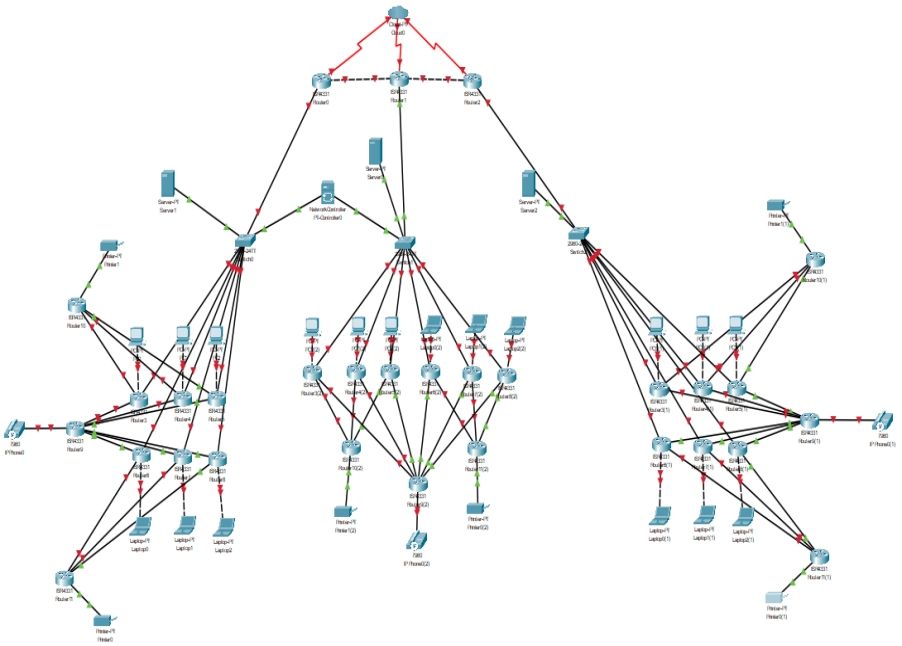


Рис. 1. Общая схема работы подразделения

На рисунке представлена схема процесса сетевой обработки персональных данных.

1. Описание ИСПДн «Тула-Муниципальные Данные»

1.1. Назначение и ключевые функции

Система разработана для автоматизации процессов обработки персональных данных в администрации г. Тула. Основные функции:

Учёт кадровых данных: Хранение информации о муниципальных служащих (должность, стаж, льготы).

Обработка заявок граждан: Приём и ведение данных о субсидиях, пособиях, жалобах.

Интеграция с государственными сервисами: Обмен данными с Единым порталом госуслуг через API.

Описание структуры подразделения:

На схеме подразделения представлен пример того, как может выглядеть техническое оснащение подразделения, в котором разворачивается ИСПДн «Тула-Муниципальные Данные». (рис. 1)

Разработанная топология (рис. 2) является гибридной, которая сочетает в себе элементы нескольких архитектурных моделей: звездной, древовидной и ячеистой топологий.

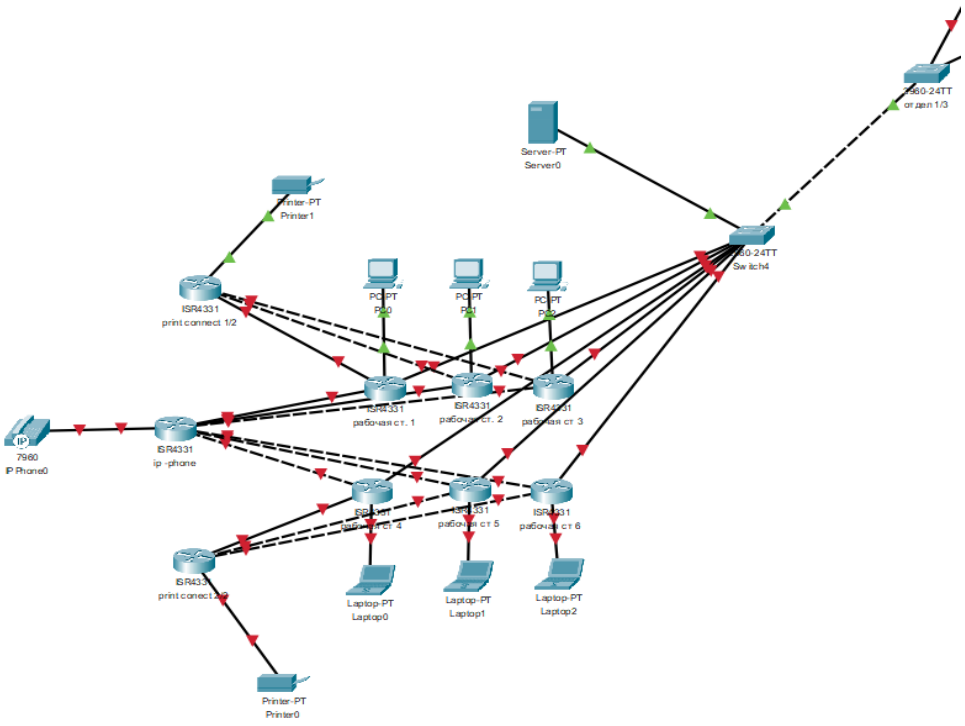


Рис. 2. Подробное описание одного конкретно взятого сегмента сети

Грамотное совмещение разных видов топологий позволяет обеспечить баланс между масштабируемостью, отказоустойчивостью, простотой ис-

пользования и обслуживания. Также совмещение нескольких видов топологий позволяет взаимно перекрывать недостатки одних преимуществами других.

1. Топология – звезда

В данной модели центральный коммутатор соединяет все устройства – серверы, ПК, принтеры и маршрутизаторы, выполняя роль управляющего узла. В таблице 2 представлена характеристика топологии – звезда.

Таблица 2

Характеристика топологии-звезда

Преимущества:	Простота конфигурации и добавления новых устройств. В данной сети это выражено возможностью легко расширить инфраструктуру путем подключения новых хостов к коммутатору без сложной перенастройки.
	Высокая скорость обмена данными из-за минимального количества промежуточных узлов, что обеспечивает быструю связь между основными устройствами.
Недостатки:	Отказ центрального узла приведет к нарушению всей сети, так как большинство подключений завязаны на одном устройстве.
	Возрастающая нагрузка на коммутатор при увеличении количества подключенных устройств может снижать общую производительность сети.

2. Древовидная топология

Включение нескольких уровней маршрутизаторов и коммутаторов формирует иерархическую структуру, обеспечивая логическое разделение сети на сегменты. Устройства разделены по уровням, с учетом группировки пользователей, серверов и периферийных устройств. В таблице 3 представлена характеристика древовидной топологии.

Таблица 3

Характеристика древовидной топологии

Преимущества:	Масштабируемость за счет добавления новых уровней. В данной сети можно легко добавить новые маршрутизаторы или коммутаторы на любом уровне и подключить дополнительные устройства без нарушения структуры.
	Упрощение сегментации и управления трафиком. Здесь это выражено четким разделением сетей для разных подсетей пользователей и серверов, что упрощает маршрутизацию данных и управление политиками безопасности
Недостатки:	Сбой маршрутизатора на верхнем уровне может повлиять на подсети ниже по иерархии. В данной сети, например, отказ маршрутизатора ISR4331, подключенного к подсетям пользователей, приведет к сбою связи в соответствующем сегменте.
	Усложнение администрирования при увеличении числа узлов и уровней, что потребует дополнительных ресурсов для мониторинга и управления.

3. Ячеистая топология

Наличие нескольких путей между маршрутизаторами создает избыточность и повышает отказоустойчивость сети. В разработанной сети такая то-

пология выражена многократными соединениями между маршрутизаторами, обеспечивающими резервные пути для передачи данных в случае сбоя одного из маршрутов. В таблице 4 представлена характеристика ячеистой топологии.

Таблица 4

Характеристика ячеистой топологии

Преимущества:	Высокая отказоустойчивость и возможность переключения трафика в случае сбоя одного из соединений. В представленной сети сбой одного маршрутизатора или интерфейса не приведет к остановке передачи данных, так как трафик автоматически переключится на альтернативный маршрут.
	Оптимизация маршрутизации за счет множественных путей передачи данных. Благодаря динамическому маршрутизатору (использующему протоколы маршрутизации, например RIP или OSPF), сеть может адаптироваться к изменению топологии и выбирать оптимальные пути.
Недостатки:	Увеличенные затраты на оборудование и сложность настройки. Для обеспечения резервирования и многократных соединений в данной сети потребовалось использование дополнительных маршрутизаторов и интерфейсов.
	Повышенная сложность управления сетью при большом количестве соединений. В данной сети это выражено необходимостью контролировать множественные соединения между маршрутизаторами и своевременно обновлять таблицы маршрутизации.

Эффект гибридной топологии: взаимное нивелирование недостатков каждой отдельно взятой топологии.

Результаты применения гибридной топологии:

− Повышение надежности.

Слабость топологии-звезда, связанная с отказом центрального устройства, компенсируется за счет ячеистой топологии, которая обеспечивает альтернативные маршруты передачи данных. В данной сети это выражено возможностью переключения трафика через маршрутизаторы при сбое основного канала.

− Снижение нагрузки на центральное устройство.

Древовидная структура распределяет трафик по уровням, снижая нагрузку на центральный коммутатор и обеспечивая баланс нагрузки в сети. В данной сети это достигается за счет разделения устройств на уровни и подключения маршрутизаторов к разным подсетям, что предотвращает перегрузку центрального коммутатора.

− Оптимизация маршрутизации и минимизация задержек.

Ячеистая топология повышает отказоустойчивость и производительность сети благодаря высокой вариативности путей передачи данных, это снижает вероятность возникновения «узких мест». В данной сети это выражено гибкостью маршрутизации между маршрутизаторами и коммутаторами.

− Масштабируемость и гибкость.

Древовидная архитектура упрощает интеграцию новых устройств и подсетей, сохраняя при этом управляемость и контролируемость всей сети. В разработанной сети это выражено возможностью добавлять новые узлы и устройства с минимальными изменениями в конфигурации.

Все отделы данного подразделения имеют симметричную представленной структуру. Данное подразделение включает в себя три обособленных отдела, два из которых связанны непосредственно друг с другом с помощью защищенного VPN-канала (рис. 3).

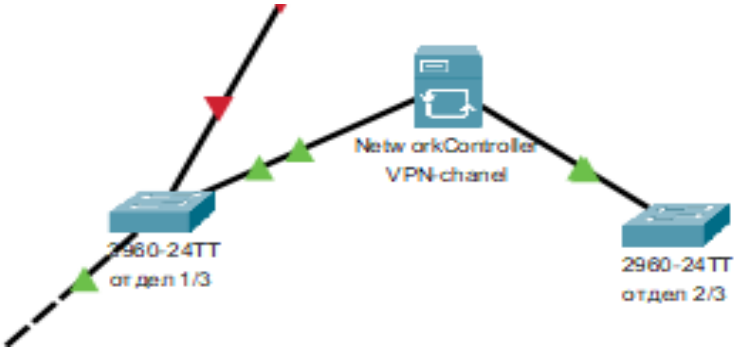


Рис. 3. Наличие VPN-канала между отделами

1.2. Архитектура системы и объекты воздействия

В рамках выполнения данной работы был произведен анализ разработанной сети на пяти уровнях. Это позволяет выявить уязвимости и лучше определить объекты, требующие защиты. Архитектура системы и объекты взаимодействия описаны в таблице 5.

Таблица 5

Архитектура системы и объекты воздействия

Уровень	Объекты воздействия	Сетевое оборудование	Переф. устройства	Примеры угроз
1.2.1. Аппаратный уровень	Серверы (хранение данных). Рабочие станции (АРМ).	маршрутизаторы, коммутаторы	принтеры, сканеры.	Физическая кража оборудования. Повреждение серверов из-за перегрева.
1.2.2. Программный уровень	Операционные системы: Windows 10, Astra Linux, ИСПДн «тула-муниципальные данные» Средства защиты информации: отсутствуют.	-	-	Эксплуатация уязвимостей ОС. Внедрение вредоносного ПО через USB-носители.
1.2.3. Прикладной уровень	Веб-приложение для подачи заявок. База данных. Учётная система Бухгалтерии.			Примеры угроз: SQL-инъекции в веб-интерфейсе
1.2.4. Сетевой уровень	Каналы связи: Ethernet, Wi-Fi.	Межсетевые экраны: отсутствуют Маршрутизаторы: базовая настройка		Перехват данных в незашифрованном Wi-Fi. DDoS-атаки на сетевую инфраструктуру.
1.2.5. Пользовательский уровень	Учётные записи администраторов, операторов, сотрудников. Права доступа: отсутствие ролевой модели (операторы имеют доступ к медицинским данным).	-		Фишинг для кражи учётных данных. Злоупотребление полномочиями инсайдерами.

2. Установление уровня защищённости ИСПДн «Тула-Муниципальные Данные»

2.1. Определение уровня защищённости в соответствии с нормативными требованиями.

Согласно требованиям Постановления Правительства РФ №1119 от 01.11.2012 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» для ИСПДн «Тула-Муниципальные Данные» установлены следующие параметры:

Угрозы 3-го типа (угрозы, не связанные с наличием недокументированных возможностей в системном и прикладном программном обеспечении).

Определение уровня защищённости ИСПДн представлено в таблице 6.

Таблица 6

Определение уровня защищённости ИСПДн

Критерий оценки	Значение для ИСПДн	Требования для УЗ3	Соответствие
Категория данных	Обработка специальных и иных категорий ПДн	Допускается обработка специальных категорий	Соответствует
Объём данных	До 100 000 субъектов ПДн	Не более 100 000 субъектов	Соответствует
Тип угроз	Угрозы 3-го типа	Угрозы 1-3 типа	Соответствует
Уровень защищённости	УЗ3	УЗ3	Полное соответствие

Вывод: произведенный анализ подтвердил, что ИСПДн «Тула-Муниципальные Данные» соответствует 3 уровню защищённости (УЗ3) по классификации Постановления Правительства РФ №1119.

2.2. Базовый набор мер защиты в соответствии с Приказом ФСТЭК №21

Для обеспечения безопасности ИСПДн 3 уровня защищённости в соответствии с Приказом ФСТЭК России от 18.02.2013 №21 «Об утверждении Состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» необходимо реализовать следующий базовый набор мер (см. таблица 7).

Таблица 7

Базовый набор мер защиты для УЗ3

№	Категория мер	Конкретная мера	Способ реализации	Ответственный	Срок реализации	Ожидаемый эффект
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	Идентификация и аутентификация	Учётные записи для всех пользователей	Создание уникальных логинов и паролей	Администратор ИБ	1 месяц	Контроль доступа
2	Идентификация и аутентификация	Парольная защита	Внедрение политики паролей (мин. 8 символов)	Администратор ИБ	1 месяц	Защита от подбора

Окончание табл. 7

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
3	Управление доступом	Разграничение прав доступа	Настройка ролевой модели (3 уровня: администратор, оператор, пользователь)	Администратор ИБ	2 месяца	Принцип минимальных привилегий
4	Регистрация событий безопасности	Журналирование действий	Ведение журналов учётных записей и попыток доступа	Администратор ИБ	3 месяца	Контроль действий
5	Антивирусная защита	Защита рабочих станций	Установка сертифицированного антивирусного ПО с регулярным обновлением	Технический отдел	1 месяц	Защита от вредоносного ПО
6	Защита каналов связи	Контроль сетевого трафика	Настройка базовых правил межсетевого экранирования	Сетевой администратор	2 месяца	Защита от сетевых атак
7	Обучение персонала	Инструктаж сотрудников	Проведение тренингов по основам ИБ	Специалист по кадрам	1 раз в год	Повышение осведомлённости

Результатом проведенного исследования стала разработка сети, соответствующей всем нормативным требованиям для развертывания ИСПДн в муниципальном органе власти. Полученная сеть имеет достаточный уровень масштабируемости и отказоустойчивости, защищена базовым набором мер в соответствии с приказом ФСТЭК №21, однако, как показывает практика, в большинстве случаев этого оказывается недостаточно. Поэтому в дальнейшем исследовании будет разработан уточненный набор мер для комплексной защиты данной сети и ИСПДн.

Список литературы

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2012 года № 1119 «Об утверждении требований к защите персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_137356/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения 25.03.2025)

2. Приказ ФСТЭК России от 18 февраля 2013 года № 21 «Об утверждении состава и содержания организационных и технических мер по обеспечению безопасности персональных данных при их обработке в информационных системах персональных данных» URL: https://fstec.ru/dokumenty/vse-dokumenty/prikazy/prikaz-fstek-rossii-ot-18-fevralya-2013-g-n-21?ysclid=m8ymua0tb7360259739 (дата обращения 25.03.2025)

3. Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/?ysclid=m8yme4bvku474954514 (дата обращения 25.03.2025)

4. Федеральный закон от 27 июля 2006 года № 152-ФЗ «О персональных данных» URL:https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61801/?ysclid=m8ym2b8rf3214379198 (дата обращения 25.03.2025)

Гребенникова В.В.
студент
Научный руководитель: ***Лаврененко И.С.***
старший преподаватель
Московский политехнический университет
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБТЕКАНИЯ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ OPENFOAM

Аннотация. В статье рассмотрена проблема создания проектов для расчёта задач обтекания в программном обеспечении OpenFoam. Описана разработка программного модуля для настройки параметров задачи обтекания кругового цилиндра и запуска расчёта с использованием OpenFoam.

Ключевые слова: OpenFoam; ParaView; гидроаэродинамика; графический интерфейс; алгоритм SIMPLE; Python.

Grebennikova V.V.
Student
Scientific Advisor: ***Lavrenenko I.S.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF A PROGRAM MODULE FOR SOLVING THE PROBLEM CIRCULAR CYLINDER STREAMLINE USING OPENFOAM

Abstract. The article considers the problem of creating projects for the calculation of flow problems in the OpenFoam software. It describes the development of a program module for setting the parameters of the circular cylinder flow problem and launching the calculation using OpenFoam.

Keywords: OpenFoam; ParaView; fluid dynamics; GUI; SIMPLE algorithm; Python.

Введение

Решение задач гидроаэродинамики с помощью методов CFD (computational fluid dynamics) становится все более востребованным.

«OpenFoam» [3] является одним из основных программных продуктов с открытым исходным кодом для решения задач CFD, но отсутствие графического интерфейса значительно усложняет работу с ним. Для решения данной проблемы был разработан программный модуль, решающий задачу обтекания кругового цилиндра.

Используемые технологии

Языком программирования для написания модуля был выбран Python.

Для визуализации настраиваемых параметров была использована библиотека VTK.

Для визуализации полученных данных выбрано бесплатное программное обеспечение «ParaView», которое является основным инструментом постобработки для «OpenFoam».

Интеграция OpenFoam, ParaView и разработанного модуля выполнена с помощью модуля subprocess.

Графически интерфейс был создан с помощью PyQt, одной из самых популярных связок на языке Python для кроссплатформенного C++ фреймворка Qt, а также инструмента Qt Designer.

Подобный технологический стек был использован при разработке графической оболочки для параллельных расчётов [2].

Алгоритм расчёта

В качестве решателя был выбран стационарный решатель simpleFoam, который использует алгоритм SIMPLE (Semi-Implicit Method for Pressure Linked Equations), являющийся одним из широко известных способов численного решения уравнения Навье-Стокса (1) [1].

$$\frac{\partial v}{\partial t}\partial t + v \cdot \nabla v = F - \frac{1}{\rho}\nabla p + \eta \Delta v, \quad (1)$$

где ν – скорость частицы, м/с;

t – время, с;

F – внешняя удельная сила;

p – давление;

η – кинематический коэффициент вязкости;

∇ – оператор Гамильтона;

Δ – оператор Лапласа.

Данный решатель может использоваться для моделирования ламинарных и турбулентных потоков и решения задач внешнего и внутреннего обтекания.

Структура приложения

Программный модуль представляет из себя графический интерфейс, состоящий из нескольких окон. Каждое окно предназначено для редактирования одного из файлов проекта. Проекты программного модуля создаются на основе готового проекта (туториала) «motorBike», симулирующего обтекание мотоцикла. Его структура показана на рисунке 1.

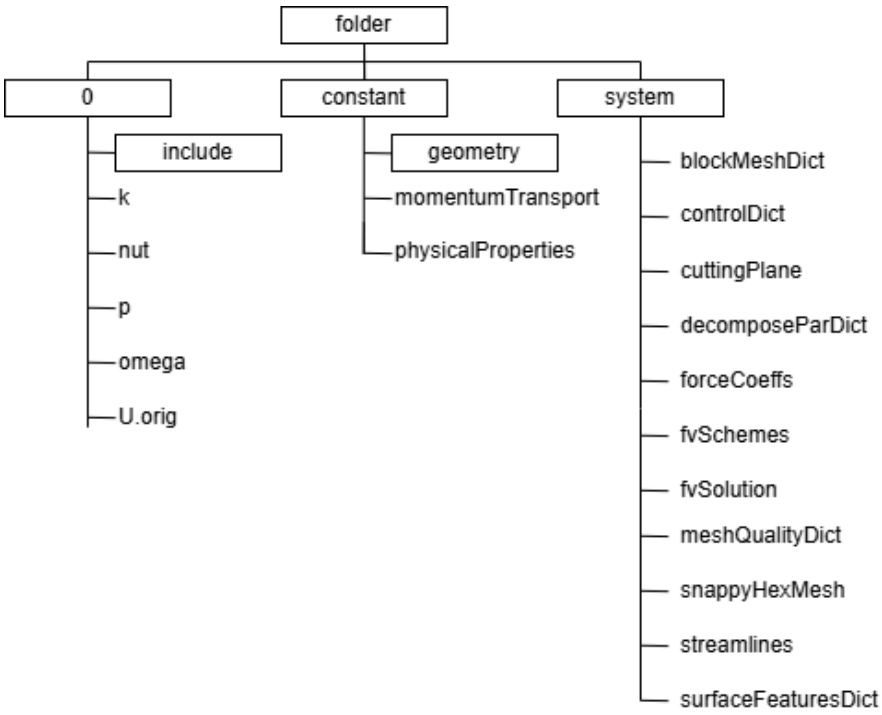


Рис. 1. Структура проекта «motorBike»

На рисунке 2 показано, с какими файлами из проекта взаимодействует программный модуль.

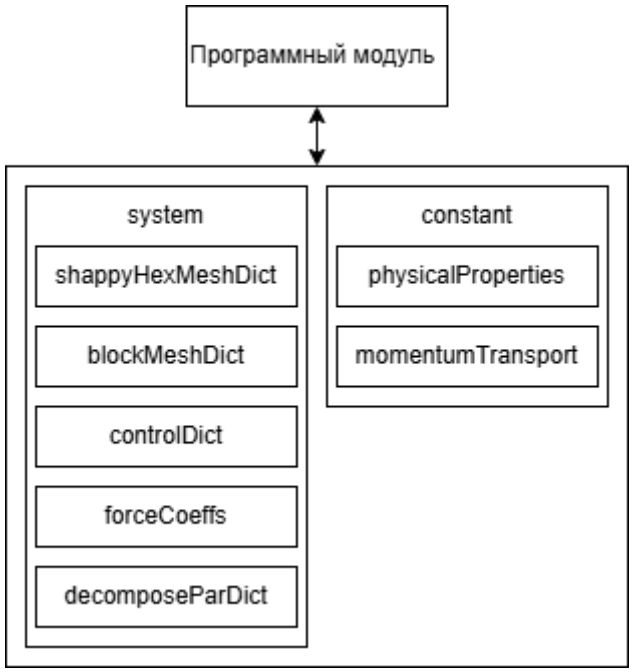


Рис. 2. Структура программного модуля

Функциональные возможности приложения

На начальном окне (Рисунок 3) модуля пользователь может выбрать: открыть существующий проект или создать новый.

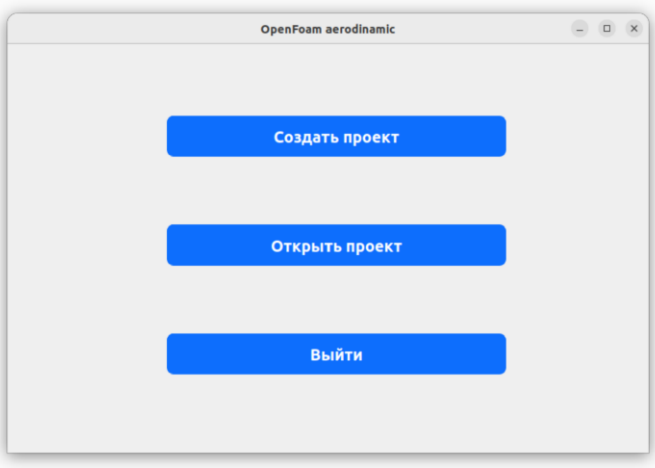


Рис. 3. Начальное окно

Создание проекта происходит на окне, изображенном на рисунке 4, где задается название проекта и загружается модель для расчёта.

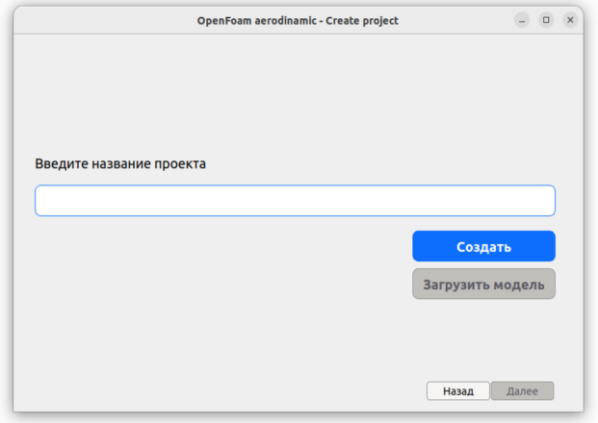


Рис. 4. Создание проекта

Далее пользователь переходит к окну для редактирования фоновой сетки (Рисунок 5), где необходимо ввести координаты вершин сетки, а также параметры разбиения по каждой из осей.

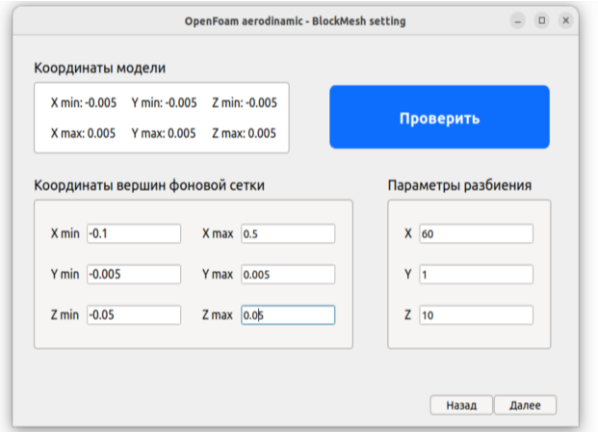


Рис. 5. Редактирование параметров фоновой сетки

Для удобства пользователя выводятся координаты крайних точек загруженной модели. С помощью кнопки «Проверить» пользователь может проверить введенные значения на их корректность и вызвать окно с визуализацией границ фоновой сетки и модели.

На рисунке 6 показано окно для ввода координат точки вне модели.

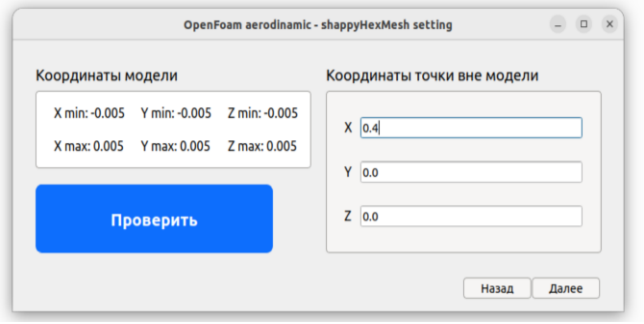


Рис. 6. Редактирование координат точки вне модели

Эту точку необходимо задать для правильного построения итоговой сетки.

Редактирование времени расчёта, интервала записи полученных значений, а также скорости потока происходит на окне «controlDict setting» (Рисунок 7).

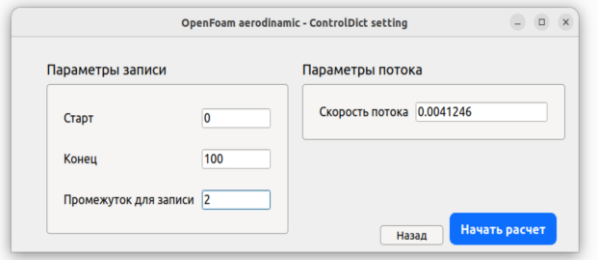


Рис. 7. Окно «controlDict setting»

После настройки всех значений пользователь запускает расчёт с помощью кнопки «Начать расчет». По окончанию работы программного модуля открывается «ParaView» для просмотра результатов расчёта (Рисунок 8).



Рис. 8. Результат расчёта

Для оптимизации работы программного модуля создание сетки и все вычисления были распараллелены на 12 ядер с помощью утилиты

«decomposePar». Она позволяет разбить всю область расчёта на равные части, каждая из которых рассчитывается на одном из ядер.

Проверка правильности расчёта

Для проверки корректности был произведён расчёт задачи обтекания кругового цилиндра из книги «Validation Methodology for Modern CAD-Embedded CFD Code: from Fundamental Tests to Industrial Benchmarks» [4].

Сравнение результатов расчета с представленными в книге [4] подтверждает правильность работы модуля (Рисунок 9).

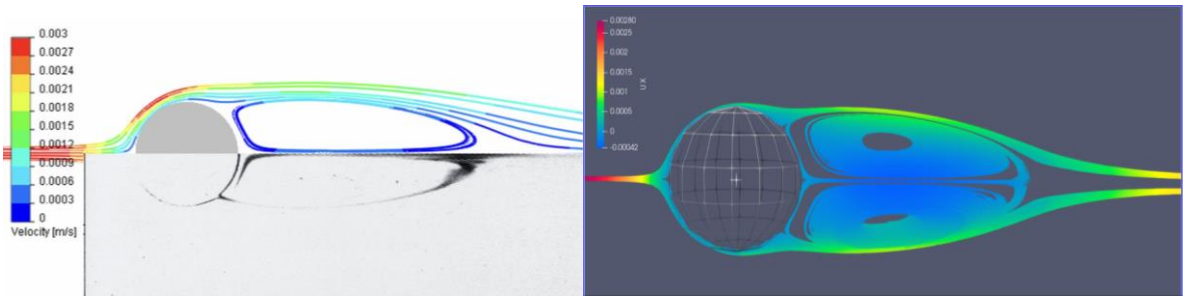


Рис. 9. Сравнение результатов

Заключение

Разработанный программный модуль значительно упрощает взаимодействие с ПО «OpenFoam» и значительно сокращает время создания проекта для расчёта обтекания тела. Модуль предоставляет возможность настройки основных параметров среды и записи результатов, а параллельные вычисления ускоряют процесс расчёта.

Список литературы

1. Д. И. Читалов Разработка графической оболочки для параллельных расчетов на базе платформы OpenFOAM // Программные продукты и системы. 2019. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-graficheskoy-obolochki-dlya-parallelnyh-raschetov-na-baze-platformy-openfoam (дата обращения: 01.04.2025).

2. Козелков А. С., Лашкин С. В., Куркин А. А., Корнев А. В., Вялых А. М. Параллельная реализация метода SIMPLE на основе многосеточного метода // Сибирский журнал вычислительной математики. 2020. Т. 23, № 1. С. 1–22. [Электронный ресурс]. – URL: https://sibran.ru/journals/issue.php?ID=178436&ARTICLE_ID=178437 (дата обращения: 02.04.2025).

3. OpenFOAM [Электронный ресурс]. – URL: https://www.openfoam.com/ (дата обращения: 27.03.2025).

4. Validation Methodology for Modern CAD-Embedded CFD Code: from Fundamental Tests to Industrial Benchmarks // solidworks.com. URL: Flow_Validation_Methodology-Whitepaper.pdf (дата обращения: 31.03.2025).

Имаретли Д.Э., Голобурдо А.А., Николаев А.П.
студенты
Научный руководитель: ***Натур В.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В РАЗРАБОТКУ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Аннотация. В статье рассматривается разработка корпоративной информационной системы на отечественной платформе 1С с внедрением технологии машинного обучения. Исследуется возможность автоматизации бизнес-процессов ресторанов быстрого питания, включая прогнозирование номиналов чеков, управление складскими запасами и анализ продаж. Особое внимание уделено особенностям платформы 1С, позволяющей гибко адаптировать систему под специфику ресторанного бизнеса. Результатом стала рабочая конфигурация, обеспечивающая автоматизацию учета, повышение эффективности управления и оптимизацию работы персонала.

Ключевые слова: программа «1С»; технология машинного обучения; корпоративная информационная система; рестораны быстрого питания; повышение среднего чека; прогнозирование номинала чека, эффективность работы сотрудника.

Imaretli D.E., Goloburdo A.A., Nikolaev A.P.
Student
Scientific Adrvisor: ***Natur V.V.***
Candidate of of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

IMPLEMENTATION OF MACHINE LEARNING TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF A CORPORATE INFORMATION SYSTEM

Abstract. The article discusses the development of a corporate information system based on the domestic 1C platform with the introduction of machine learning technology. The possibility of automating the business processes of fast food restaurants, including forecasting check denominations, inventory management, and sales analysis, is being investigated. Special attention is paid to the features of the 1C platform, which allows flexibly adapting the system to the specifics of the restaurant business. The result was a working configuration that provides accounting automation, increased management efficiency, and optimized staff performance.

Keywords: 1C program; machine learning technology; corporate information system; fast food restaurants; increasing the average check; predicting the face value of the check; employee performance.

Современные рестораны быстрого питания сталкиваются с необходимостью решать ключевые задачи бизнес-процессов, направленные на эф-

фективность работы и прибыльность. Например, управление товарными запасами, учет продаж, формирование отчетности, оптимизация работы персонала.

Автоматизация учета продуктов и полуфабрикатов, мониторинг работы подразделений и цехов ресторана быстрого питания позволяют оперативно реагировать на потребительский спрос посетителей и контролировать ресурсы. Немаловажным аспектом с этой сфере является качество обслуживания и оценка работы персонала, непосредственно взаимодействующих с посетителями. Такой показатель, как анализ среднего чека (выручка за определенный период), в контексте общих продаж может выступать критерием эффективности работы персонала (хостес, кассиры, официанты).

В данной работе была поставлена цель разработать корпоративную информационную систему (КИС) на основе отечественной платформы 1С с интеграцией искусственного интеллекта (ИИ).

Методология

Искусственный интеллект играет ключевую роль в автоматизации и анализе данных в финансовом секторе, улучшая управления рисками и эффективность операций [1]. Соответственно, и в корпоративных системах он позволяет не только автоматизировать бизнес-процессы, но и повышать уровень аналитики, необходимой для оперативного и стратегического управления.

Такие сервисы как 1С:Прогнозирование продаж и 1С:Распознавание речи уже используют ИИ [2], но позволяют частично решить задачи бизнеса ресторанов быстрого питания.

Помимо решения ключевых задач по разработке КИС ресторана быстрого питания, в работе исследуется возможность использования технологии машинного обучения (ML) для анализа имеющихся данных, прогнозирования номинала чека и, соответственно, прогнозирования суммы среднего чека. Результаты этой аналитики позволяют персоналу предлагать клиентам релевантные дополнительные продажи и оптимизирует ассортимент (рис.).

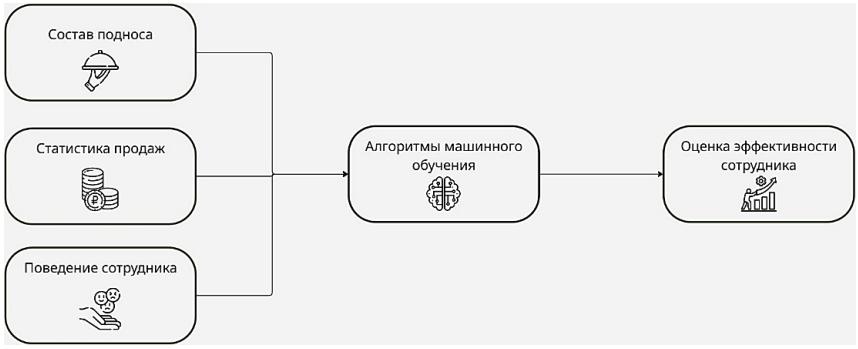


Рис. Схема использования алгоритма машинного обучения (ML) для оценки эффективности работы сотрудника

Для решения задачи внедрения ML применялся алгоритм линейной регрессии, анализирующий имеющиеся данные о продажах, колебания спроса в зависимости от сезона и наиболее частые сочетания блюд. Интеграция в 1С выполнялась с помощью внешних библиотек Python. Данные по продажам автоматически выгружались в 1С и обрабатывались ML-моделью, после чего готовые прогнозы возвращались в систему. При оформлении заказа у сотрудника в интерфейсе платформы 1С появляется подсказка «Сотрудник М получит N рублей».

Результат

Таким образом, разработано корпоративное приложение (КИС) для ресторанов быстрого питания, которое автоматизирует стандартные бизнес-процессы (ежедневный учет движений продуктов, контроль остатков и составление отчетности), позволяя сократить время на рутинные операции.

Новизна заключается во внедрении непосредственно в платформу 1С работающего модуля прогнозирования чеков на базе технологии машинного обучения. Новый модуль анализирует хронологические данные о продажах и в реальном времени информирует кассиров, какие дополнительные товары можно предложить клиенту, увеличив средний чек. Система предоставляет персоналу прогнозы по продажам, интегрированные непосредственно в рабочий интерфейс отечественной платформы 1С.

Практическая ценность решения КИС заключается в его непосредственном влиянии на операционную эффективность заведений быстрого питания. Внедрение ML-модели позволило автоматизировать процесс рекомендаций, снизить нагрузку на персонал, увеличить продажи и повысить эффективность работы сотрудников.

Заключение

В отличие от сторонних аналитических систем, это решение полностью встроено в стандартные процессы ресторана, не требует дополнительного ПО, используется на отечественной платформе 1С.

Данное решение по разработке КИС с внедрением технологии машинного обучения было представлено экспертам в области разработки сервисов 1С, представителям компаний ООО «Кодерлайн Проекты», ООО «ЦПТ Вега», ООО «АСАП РАЗРАБОТКА», которые высоко оценили возможности разработанной КИС и заинтересовались данным решением.

Список литературы

1. Баланов, А. Н. Машинное обучение и искусственный интеллект : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. − 2-е изд., стер. − Санкт-Петербург : Лань, 2025. − 172 с. − ISBN 978-5-507-52891-2. − Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. − URL: https://e.lanbook.com/book/462248 (дата обращения: 27.03.2025). − Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Каталог программных продуктов 1С: [сайт]. − URL: https://solutions.1c.ru/catalog/ (дата обращения: 28.03.2025)

Приставка Р.А.
студент
АНПОО «Академическая школа ИТ»
Россия, Пермь
Кирюшатов И.Д.
студент
Научный руководитель: ***Дубровина О.В.***
преподаватель
Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО ТГТУ
Россия, Тамбов

ВЫСОКОСКОРОСТНАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ТРЕКИНГ-СИСТЕМА НА ОСНОВЕ ИК-ДИОДОВ И ФОТОДИОДОВ

Аннотация. Системы оптического отслеживания положения объектов на основе инфракрасных диодов и фотодиодов обеспечивают определение предметов в трёхмерном пространстве с точностью в 0.1°. Техника рассмотренного ниже подхода − определение индивидуального номера нескольких ИК-излучателей методом частотной модуляции, что даёт возможность отслеживания до 12 и более трекеров с обновлением в 60 Гц.

Ключевые слова: оптический трекинг; инфракрасные диоды; фотоприёмники; частотное кодирование; позиционирование; виртуальная реальность.

Pristavka R.A.
Student
ANPOO «Academic School of IT»
Russia, Perm
Kiryushatov I.D.
Student
Scientific Advisor: ***Dubrovina O.V.***
Lecturer
Multidisciplinary College of FGBOU VO TSTU
Russia, Tambov

HIGH-SPEED OPTICAL TRACKING SYSTEM BASED ON IR DIODES AND PHOTODIODES

Abstract. Optical tracking systems for the position of objects based on infrared diodes and photodiodes provide for the determination of objects in three-dimensional space with an accuracy of 0.1°. The technique of the approach considered below is the determination of the individual number of several IR emitters using the frequency modulation method, which makes it possible to track up to 12 or more trackers with an update of 60 Hz.

Keywords: optical tracking; infrared diodes; photodetectors; frequency coding; positioning; virtual reality.

Введение

Точное отслеживание объектов в трёхмерном пространстве − основа как для погружения в виртуальную реальность (VR), так и для эффективной

автоматизации процессов, например, на современных складах. Существующие технологии сталкиваются с общими проблемами: зависимостью от внешних условий, высокой стоимостью или ограниченной масштабируемостью. Эти вызовы стимулируют поиск альтернативных подходов, способных обеспечить высокую точность, устойчивость к помехам и доступность для массового внедрения.

В данной статье мы рассмотрим систему отслеживания, основанную на пассивных базовых станциях и ИК-светодиодах.

Анализ аналогов

Технологии отслеживания объектов в трёхмерных координатах применяться в виртуальной реальности и автоматизированных складных процессах. Рассмотрим ключевые аналогичные системы, основанные на ИК излучениях и фотодиодов [1].

1. Оптические системы основанные на DVM-SLAM

Кооперативная одновременная локализация и картографирование (C-SLAM) позволяет нескольким агентам работать вместе при картографировании неизвестного окружения, одновременно оценивая свое положение. Этот подход повышает надежность, масштабируемость и точность за счет обмена информацией между агентами, уменьшения дрейфа и обеспечения возможности коллективного исследования больших территорий.

2. Системы с внешними активными базовыми станциями

Эта система использует маяки (они же базовые станции) для излучения точно синхронизированных ИК-импульсов (вспышек) и ИК-лазеров по осям X/Y. Вместо камер или ИК-светодиодов, установленных на HMD и контроллерах, Lighthouse встраивает массив фотодиодов с ИК-фильтрацией во все элементы, требующие отслеживания. Когда «плоскость» ИК-лазера по осям X и Y проходит мимо различных датчиков, встроенных в контроллеры и HMD, выходные сигналы от этих диодов усиливаются и отправляются на внутренний ASIC, который программируется на относительное местоположение каждого входного сигнала.

3. Системы ультразвукового отслеживания.

Принцип работы ультразвукового позиционирования базируется на методе ToF (Time-of-flight), то есть на измерении времени распространения сигнала от датчика до принимающего устройства. Для измерения расстояния используются специальные метки, которые распространяют ультразвуковые импульсы. Сеть приемников прослушивает эти сигналы и отправляет данные в центральную систему, которая применяет мультилатерацию для вычисления местоположения с точностью до 3 см.

Наш подход отличается от вышеперечисленных систем. Для отслеживания положения трекера в пространстве мы используем, установленные на нём светодиоды ИК спектра и пассивные базовые станции, принимающие

сигнал с них. Эта система позволяет точно позиционировать несколько агентов одновременно в пространстве, не зависит от внешних условий, например: посторонних шумов или постороннего излучения в видимом спектре, обеспечивает точность до 0.1 градуса, а также является более дешёвой в производстве (см. табл.).

Таблица

Сравнение технологического подхода

Технология	Преимущества	Недостатки
Системы с внешними пассивными базовыми станциями	Высокая точность, минимизация помех	Требуется вращающая базовая станция, дальность действия ограничивается используемой оптикой и мощностью ИК светодиодов.
Оптические системы основанные на DVM-SLAM	Высокая точность, не зависит от внешних условий.	Требует вычислитель на каждом агенте и передачу данных между ними, чувствительна к отражениям
Системы с внешними активными базовыми станциями	Высокая точность	Ограниченная дальность действия, требуется установка на вращающейся базовой станции мощных лазеров.
Системы ультразвукового отслеживания	Не зависит от внешнего освещение	Ограниченная дальность, чувствительность к шуму, непригодна при работе с людьми. Признана устаревшей

Принцип работы системы

Данная система основана на частотной модуляции ИК-излучения (вид аналоговой модуляции, при котором информационный сигнал управляет частотой несущего колебания), что позволит каждому объекту, который попадает в зону сканирования системы передать свой уникальный идентификатор при помощи передачи заранее определённых битов информации путём моргания ИК светодиода. При этом фотодиод позволят фиксировать сигнал с разных частот, определяя, какой именно агент попал в его луч сканирования. Это обеспечит возможность одновременного отслеживания нескольких агентов без перекрёстных помех. Система рассчитана на работу с 12 и более агентам, каждый из которых использует четырёх-диодную схему. При этом базовая станция вращается с частотой 3600 об/мин, что позволят иметь частоту обновления агентов в 60Гц (см. рис.).

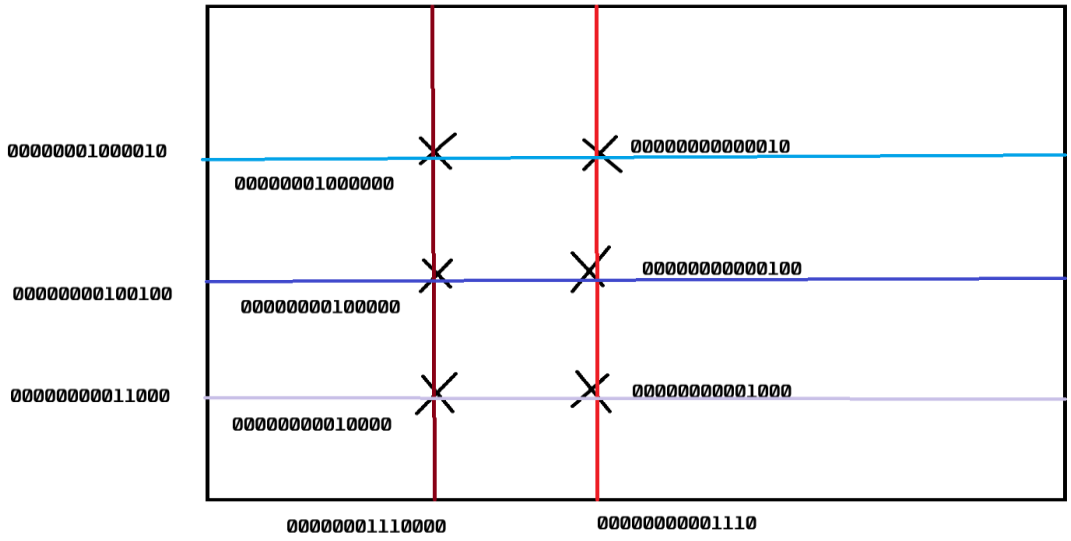


Рис. Схематичная иллюстрация определения агентов

Основные компоненты данной системы

Основные компоненты данной системы [2]:

1. ИК-излучатели устанавливаются на агентах. Эти излучатели отправляют сигналы, которые модулируют свой уникальный идентификатор, что обеспечивает возможность одновременного отслеживания нескольких объектов без помех между ними. Такой подход минимизирует влияние внешних факторов, таких как освещенность и отражение, обеспечивая стабильную работу в разных условиях.

2. Фотодиод является ключевым элементом для детекции ИК-излучения. Он фиксирует сигналы, поступающие от ИК-излучателей, и определяет уникальный идентификатор излучателя в поле зрения системы. Эти устройства обладают высокой чувствительностью к инфракрасному свету, что позволяет точно фиксировать сигналы на большом расстоянии от фотодиодов и обеспечивают необходимую точность для отслеживания положения объектов в реальном времени.

3. Фокусировочная линза Френеля используется для направления светового потока от ИК-излучателей на фотодиоды. Линза концентрирует свет и направлять его в определенную область для точной детекции агентов. Линза френеля имеет малые размеры и вес что позволяет ее использовать на вращающихся объектах что важно для обеспечения отслеживания в динамической среде.

4. IMU (включая гироскоп и акселерометр) установленные на агентах для уточнения их позиции в пространстве. Акселерометр измеряет угловые скорости, а гироскоп фиксирует угол в пространстве, что позволяет вычислить изменение в ориентации и положение агента. В сочетании с данными от ИК излучателей и базовых станций, IMU помогает уточнить позицию

агента, особенно в случаях потери данных от базовой станции, или быстрого изменения позиции агента.

Базовая станция является центральным элементом, включающим вращающийся сканирующий модуль, который анализирует положение агентов в пространстве. С помощью вращающегося модуля базовая станция обладает высокой частотой сканирования пространства, захватывая данные о положении всех агентов, находящихся в зоне видимости. Базовая станция собирает все данные, полученные от фотодиодов, и передает их на обработку для дальнейшей интерпретации и принятия решений.

Применения и перспективы

Такая система отслеживания объектов в трехмерных координатах обладает широким спектром применения в различных областях. Развитие технологии откроет возможности для более точных и эффективных систем, как в настоящем времени, так и долгосрочной перспективе [3].

Ниже представлены перспективные направления использования:

1. Виртуальная реальность (VR). В данной области система может использоваться для позиционирования контроллеров, шлемов и других элементов взаимодействия пользователя с виртуальной средой. Система позволит значительно повысить точность и уменьшить размер носимых устройств.
2. В роботизированных производствах и складских системах данная технология послужит методом точного определения положение разлчных роботов и их взаимодействия с окружающей средой. Это может быть использовано для автоматизированных складов, где роботы выполняют сборку или упаковку продукции.
3. Высокоточное позиционирование в робототехнике, где требуются позиционирования, движения роботов и их положения в пространстве для манипуляции с объектами окружающей среды.
4. В медицинских системах отслеживание может быть применено для отслеживания движений и положения медицинского оборудования или для мониторинга движений пациентов.
5. В промышленности технология может применяться для мониторинга состояния и положения различных объектов на производственной линии. Например, в системах контроля качества точное позиционирование помогает избежать ошибок в процессе инспекции или автоматической сборки.

Дальнейшее развитие мультиагентной системы отслеживания будет направлено на несколько направлений [4]:

1. Расширение модуляционного диапазона. Увеличение модуляционного диапазона ИК-излучателей и фотодиодов позволит повысить чувствительность и точность системы, а также снизить помехи.
2. Использование матричных фотодиодов. Матричные фотодиоды позволят улучшить качество детекции и увеличить количество одновременно сканируемых агентов, что повысит точность и стабильность работы системы, особенно в условиях высокой динамики движения объектов.

3. Алгоритмы машинного обучения для улучшения точности отслеживания

Алгоритмы машинного могут быть использованы для оптимизации процесса отслеживания и устранения ошибок в реальном времени. С помощью таких алгоритмов система сможет адаптироваться к изменениям в окружающей среде и улучшить распознавание агентов и корректировать данные в случае помех или изменений в характеристиках агентов.

Заключение

Анализ существующих решений − от кооперативного SLAM до активных ИК-систем Lighthouse − подтвердил, что предложенная архитектура устраняет их основные ограничения: необходимость вращающихся лазеров, высокие вычислительные нагрузки и уязвимость к помехам. Интеграция линз Френеля и четырёх-диодной схемы трекеров позволила сохранить компактность устройств, что критически важно для VR-гарнитур и робототехнических платформ.

Перспективы применения системы охватывают широкий спектр областей: от иммерсивной виртуальной реальности с миниатюрными контроллерами до автоматизированных складов, где требуется точное позиционирование роботов в динамичной среде. Дальнейшее развитие технологии, включая внедрение матричных фотодиодов и алгоритмов машинного обучения, может повысить точность и масштабируемость, а также расширить сферы использования − например, в медицинской навигации или промышленном IoT.

Таким образом, данная работа не только предлагает конкурентоспособную альтернативу текущим трекинг-решениям, но и задаёт вектор для создания доступных, универсальных систем, способных трансформировать индустрии, где точность и надёжность определяют успех. Как когда-то беспроводные технологии изменили коммуникации, этот подход может стать основой для нового этапа взаимодействия человека с цифровым и физическим миром.

Список литературы

1. Ефимова Т.Н., Кусакин А.В. Инфракрасные технологии в автоматизации // Датчики и системы. 2022. № 5. С. 45–52.

2. Как работает Lighthouse: технологии VR-трекинга [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/558276/

3. Липницкий Ю.М. Высокоточные системы оптического трекинга: принципы и применения. М.: Техносфера, 2023. 210 с.

4. Мультиагентные системы позиционирования / А.В. Петров [и др.]. СПб.: Политехника, 2021. 184 с.

Курясева М.С., Аксенова И.Н.
студенты
Научный руководитель: ***Дубровина О.В.***
преподаватель
Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО ТГТУ
Россия, Тамбов

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ ЧАСТНОЙ СЕТИ

Аннотация. Интернет-сети проникают в нашу повседневную жизнь, в наше личное, в том числе финансовое пространство широкими шагами, делая его уязвимым, что заставляет корпорации создавать эти сети более защищёнными. Технологии виртуализации достаточно просты и доступны для пользователей и потому получили большую популярность в последнее время.

Ключевые слова: VPN Виртуальные частные сети; шифрование; безопасность; анонимность; IPSec; WireGuard.

Kuryaseva M.S., Aksenova I.N.
Students
Scientific Advisor: ***Dubrovina O.V.***
Lecturer
Multidisciplinary College of FGBOU VO TSTU
Russia, Tambov

COMPARATIVE ANALYSIS OF VIRTUAL PRIVATE NETWORK TECHNOLOGIES

Abstract. Internet networks are infiltrating our daily lives, our personal space, including our financial space, in wide strides, making it vulnerable, which forces corporations to create these networks more secure. Virtualization technologies are quite simple and accessible to users, and therefore have gained great popularity recently.

Keywords: VPN Virtual private networks; encryption; security; anonymity; IPsec; WireGuard.

Введение

Для нашего исследования мы провели поиск наиболее безопасной и быстрой технологии виртуализации на основе сравнительного анализа протоколов VPN, раскрыли основные аспекты концепции VPN, проанализировали свойства виртуальных частных сетей, их преимущества и недостатки, сделали обзор технологий, используемых для реализации VPN, дали сравнение сертификатов VPN.

VPN – технология, которая обеспечивает зашифрованное соединение поверх Интернет-соединения пользователя [3].

Виртуальная частная сеть маскирует реальный IP адрес устройства, создавая возможность полной анонимности в сети Интернет.

Соединение VPN − это канал к серверу виртуализации. По пути к серверу сигал на каждом узле шифруется. После попадает в так называемый «туннель» или канал, сервер виртуализации авторизует пользователя с измененными данными о его местонахождении, IP-адреса и др. Затем сервер виртуализации соединяется с сервером, на который был отправлен запрос пользователя.

Один из самых явных недостатков − это низкая скорость Интернет-соединения.

Как не странно, недостатки PPTP стали его, в каком-то смысле, преимуществом. Это выражается в плохом шифровании, что влечет накладные расходы, и что, в сою очередь, напрямую увеличивает быстродействие соединения.

IP Security Protocol (IPSec) − это набор протоколов и алгоритмов, используемых для обеспечения безопасности передачи данных в сетях IP [1].

Протокол IPSec поддерживает как современные версии протокола IPv4, широко применяемые в настоящее время в Интернете, так и версии IPv6, неспешно внедряемые в Интернет.

OpenVPN − это мультиплатформенный, гибко настраиваемый, бесплатный VPN сервер с открытым исходным кодом.

WireGuard стал более легким с точки зрения проверки на неисправность. А именно: OpenVPN написан на сотнях тысяч строк, WireGuard, взвою очередь, умещается примерно на четырёх тысячах строках кода. Это позволяет обнаружить любые уязвимости в VPN.

WireGuard имеет существенно лучшие результаты в сравнении с конкурентами. При столь качественном шифровании WireGuard значительно быстрее аналогов, а задержки меньше. Это можно объяснить тем, что наибольшая разница между протоколами видна на Linux, так как WireGuard изначально был построен именно на этой операционной системе.

Преимущества и недостатки VPN

Точные и передовые технологии шифрования, используемые в VPN, обеспечивают высокий уровень безопасности, который необходим в современном цифровом мире для защиты данных от злоумышленников и обеспечения анонимности пользователя. Этот аспект особенно важен для людей, работающих с конфиденциальной информацией [2].

Тем не менее, эффективность VPN может вызывать беспокойство из-за потенциальных задержек и снижения скорости подключения. Эти проблемы возникают в процессе дополнительной обработки данных, требуемой для шифрования, особенно если VPN-сеть плохо оптимизирована.

Сравнение VPN-протоколов

Понимание различий в производительности VPN-протоколов имеет ключевое значение. Протокол WireGuard показывает наибольшую производительность с минимальными задержками, и это особенно важно для пользователей, для которых скорость является критическим фактором, в то

время как IPSec и OpenVPN обеспечивают высокую степень защиты информации за счёт надёжных методов шифрования. Сравнение протоколов представлено на рис..

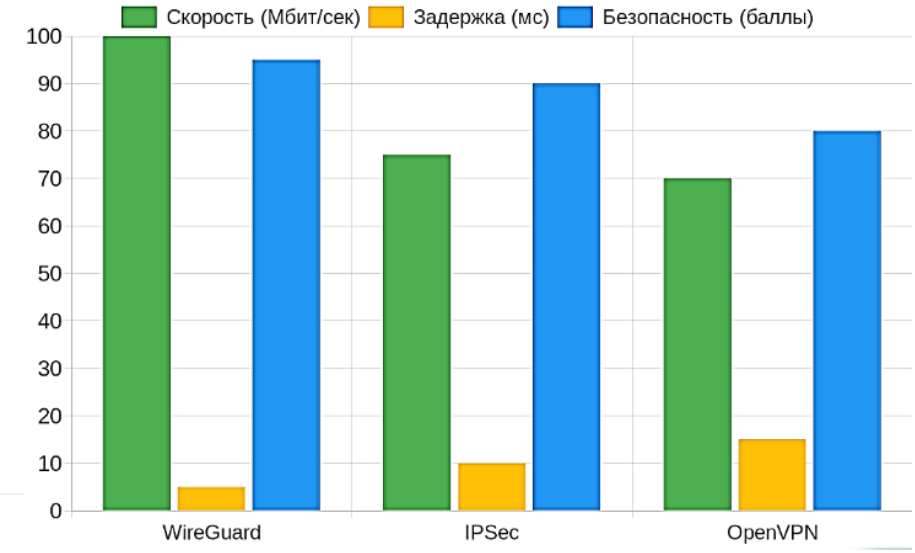


Рис. Сравнение протоколов

Сравнение сертификатов VPN

Анализ различных сертификатов VPN позволяет закрепить отличия между технологиями и их спецификациями. WireGuard выделяется своим балансом между скоростью и безопасностью, в то время как его конкуренты, такие как IPSec и OpenVPN, больше ставят упор на проверенную надёжность. Таким образом, выбор VPN-протокола зависит не только от личных предпочтений, но и от специфических потребностей в безопасности.

WireGuard: протокол будущего

WireGuard представляет пользователям возможность получить оптимальное сочетание безопасности и скорости в своём соединении VPN. Эти преимущества делают его предпочтительным решением для многих современных VPN-сервисов. Краткость и компактность кода WireGuard действительно выделяют его как протокол будущего, предоставляя малоподобные на сегодня сочетание надёжности и простоты использования.

Заключение

Сравнительный анализ показывает, что из всех рассмотренных выше вариантов, наиболее предпочтительным для пользователей VPN-сервисов, в настоящий момент, можно считать протокол WireGuard, который обеспечивает наилучшую безопасность при хорошей скорости коммуникации.

WireGuard полностью отвечает задачам, которые предъявляют пользователи. VPN в настоящий момент крайне необходим широкому кругу лиц,

как крупным корпорациям, так и частным пользователям, которые могут быстро и безопасно передавать свои конфиденциальные данные.

Сегодня у пользователя есть большой выбор различных технологий, протоколов реализации виртуальных частных сетей. Смена IP-адреса позволяет преодолевать запреты провайдера, что может нанести большой вред безопасности секретным предприятиям, т.к. пользователь, применяющий технологию VPN, больше не будет находится в поле зрения системного администратора.

Будущий вектор развития VPN указывает на улучшение безопасности и скорости работы. Реализация криптографических средств и малый объем, занимаемый кодом, на котором будут разрабатываться протоколы, уже завтра начнут двигать Интернет вперед.

Список литературы

1. Богатырев В.А. Информационные системы и технологии. Теория надежности: учебное пособие для вузов / В.А. Богатырев. − Москва: Издательство Юрайт, 2021. 318 с.
2. Зенков А.В. Информационная безопасность и защита информации: учебное пособие для вузов / А.В. Зенков. − Москва: Издательство Юрайт, 2021. 104 с.
3. Росляков А.А. Виртуальные части сети VPN, 2011. 328 с.

Кутилина В.А.
студент
Научный руководитель: ***Парасоцкая Н.Н.***
к.э.н., доцент
Российский государственный социальный университет
Россия, Москва

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЫНКА УСЛУГ СВЯЗИ В РОССИИ

Аннотация. В данной работе проведён статистический анализ рынка услуг связи в Российской Федерации. Учитываются основные показатели отрасли, в том числе динамика выручки, объем и структура предоставляемых услуг. Предметом исследования являются статистические данные о развитии услуг связи за последние годы. Основная цель работы – выявить тенденции и факторы, определяющие развитие отрасли, а затем сделать выводы о перспективах роста.

В исследовании также анализируется влияние новых технологий, таких как 5G и IoT, на рынок услуг связи, а также изменения в предпочтениях потребителей и их влияние на структуру предоставления услуг.

Ключевые слова: статистический анализ; рынок услуг связи; телекоммуникации; цифровизация; экономическое развитие.

Kutilina V.A.
Student
Scientific Advisor: ***Parasotskaya N.N.***
Candidate of Economics, Associate Professor
Russian State Social University
Russia, Moscow,

STATISTICAL ANALYSIS OF THE COMMUNICATIONS SERVICES MARKET IN RUSSIA

Abstract. This paper provides a statistical analysis of the communications services market in the Russian Federation. The main indicators of the industry are taken into account, including revenue dynamics, volume and structure of services provided. The subject of the study is statistical data on the development of communication services in recent years. The main purpose of the work is to identify trends and factors determining the development of the industry, and then draw conclusions about the growth prospects.

The study also analyzes the impact of new technologies such as 5G and IoT on the communications services market, as well as changes in consumer preferences and their impact on the structure of service provision.

Keywords: statistical analysis; communication services market; telecommunications; digitalization; economic development.

Рынок услуг связи является одним из ключевых секторов экономики, который способствует не только удовлетворению коммуникационных потребностей общества, но и развитию цифровой инфраструктуры страны. Текущая экономическая ситуация и переход к цифровым технологиям оказывают существенное влияние на динамику роста отрасли. Коммуникационные услуги активно внедряются в сферы государственного управления, образования, здравоохранения и других социальных учреждений, обеспечивая их доступность и эффективность.

Сегодня в мире активно внедряются новые цифровые сервисы как для частных лиц и компаний, так и для государственного сектора. Это приведет к развитию инфраструктуры связи как с точки зрения скорости передачи данных, задержки сигнала и надежности информации, так и с точки зрения современных услуг связи в ранее не связанных областях. Активно развиваются сети широкополосного доступа, включая фиксированные, мобильные и спутниковые сети связи.

Поскольку отрасль связи является инфраструктурной отраслью, она также связана со всеми секторами экономики и если говорить о стратегии её развития, то реализация будет содействовать осуществлению государственных целей по обеспечению национальной безопасности и технологического суверенитета, а также развитию экономики в целом.

В связи с этим вышесказанное свидетельствует об *актуальности темы исследования*, поскольку с развитие общества, развивается инфраструктура связи. Быстрое развитие технологий, таких как 5G, интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект, приводит к изменениям в структуре рынка услуг

связи. Статистический анализ позволяет оценить влияние этих инноваций на спрос и предложение.

Практическая значимость статистического анализа рынка услуг связи в России заключается в его способности предоставлять ценные данные и инсайты, которые способствуют улучшению бизнес-процессов, повышению качества услуг и эффективному регулированию со стороны государства. Это делает анализ рынка важным инструментом как для частного сектора, так и для государственных учреждений.

На протяжении последних десяти лет рынок услуг связи в России демонстрирует устойчивый рост. Согласно данным Росстата, совокупные доходы от услуг связи увеличились с 1,5 трлн рублей в 2010 году до 2,3 трлн. рублей в 2023 году (рисунок 1).



Рис. 1. Динамика доходов от услуг связи в РФ (в трлн руб.)

Рост доходов в значительной степени обусловлен увеличением объёмов интернет-услуг, мобильной связи и внедрением современных технологий, таких как 5G.

По данным Росстата, доля услуг фиксированной связи снижается, уступая место мобильной связи и интернет-услугам (таблица 1).

Таблица 1

Структура доходов рынка услуг связи (в %)

Год	Мобильная связь	Интернет	Фиксированная связь	Прочие услуги
2019	45	30	15	10
2020	43	32	14	11
2021	41	34	13	12
2022	40	36	12	12
2023	38	38	7	3

С 2019 по 2023 год структура доходов рынка услуг связи претерпела существенные изменения. Доля мобильной связи снизилась с 45% до 38% из-за насыщения рынка, усиления конкуренции и изменения предпочтений потребителей в пользу более доступных интернет-услуг. В то же время доля интернет-услуг увеличилась с 30% до 38%. Это связано с возросшим спросом на Интернет в связи с удаленной работой и онлайн-образованием, а также с развитием технологий и улучшением инфраструктуры.

Доля проводной связи снизилась с 15% до 7% из-за изменения предпочтений пользователей, которые все чаще отдают предпочтение мобильным технологиям и новым коммуникационным решениям, таким как VoIP. Доля других услуг также снизилась с 10% до 3% в связи с упрощением услуг и консолидацией рыночного предложения. В целом рынок услуг связи адаптируется к новым условиям, делая акцент на Интернет и мобильные услуги, в то время как фиксированные и другие услуги теряют свою значимость.

Можно заметить, что услуги цифровой связи в нашей стране являются одними из самых дешевых в мире. Доступность услуг связи определяется в первую очередь ценовым фактором.

Стоимость доступа к сети «Интернет» в Российской Федерации в 1,5 – 2 раза ниже, чем в Китайской Народной Республике и государствах – участниках Содружества Независимых Государств, и в 3 – 4 раза ниже цен в экономически развитых странах (таблица 2).

Таблица 2

Стоимость интернета и связи по странам в 2024

Страна	Стоимость связи (2024)	Стоимость интернета (2023)
Объединенные Арабские Эмираты	$142,65	$101,05
Гренландия	$114,60	$10,02
США	$65,00	$70,91
Палестина	$59,95	$38,53
Австралия	$52,21	$54,01
Южная Африка	$48,24	$42,24
Япония	$38,27	$32,99
Дания	$38,19	$37,37
Финляндия	$38,15	$22,57
Китай	$18,81	$12,20
Россия	$9,66	$5,97

Низкая стоимость доступа к сети «Интернет» – следствие наличия высокой конкуренции между операторами связи на российском рынке, что способствует обеспечению аудитории современными цифровыми сервисами (онлайн-доступ к средствам массовой информации, такси и каршеринг,

доставка, маркетплейсы, социальные сети, сервисы прямого взаимодействия с пользователем (OTT-сервисы) и оказывает содействие развитию российской экономики в целом.

Если говорить о операторах сотовой связи, то лидирующие позиции занимают так скажем «Большая четвёрка». В неё входят такие компании как, МТС, Билайн, МегаФон и Теле2 (рисунок 2).

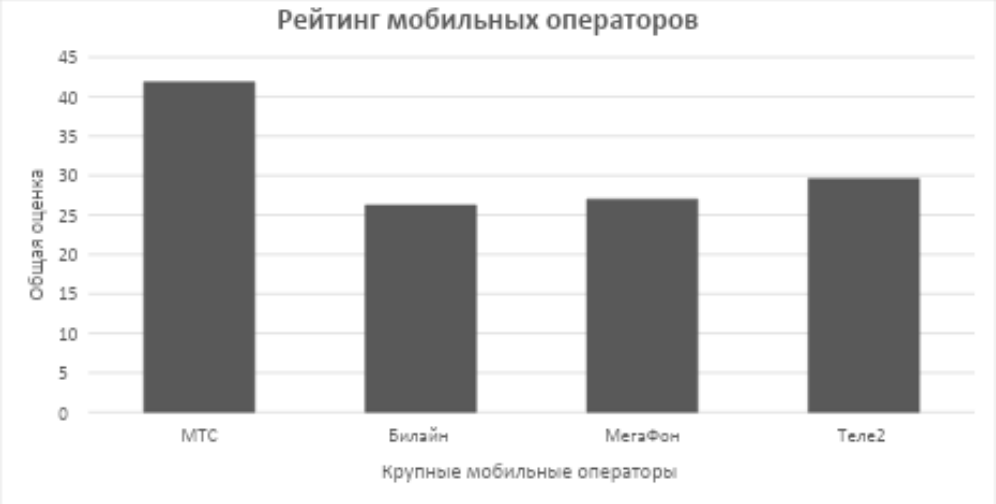


Рис. 2. Рейтинг мобильных операторов – 2024 г.

Проанализировав полную таблицу рейтинга сотовых операторов, можно заметить, что данные компании занимают низкие показатели репутации, но их узнаваемость и делает их лидерами сотовой связи по всей России.

Но тем менее, операторы связи в России сталкиваются с необходимостью модернизации сети для обеспечения качественного покрытия, особенно в удаленных и труднодоступных районах. Растущая конкуренция и ценовая политика оказывают давление на доходность компаний, что сказывается на их способности инвестировать в новые технологии, такие как 5G. Помимо этого, санкции и экономические трудности в стране негативно влияют на цены на оборудование и строительство новых сетей.

С другой стороны, если на рассмотрения взять социальные сети, то картина там будет совершенна другая. В связи западных санкций, в РФ стали запретными такие платформы как «Instagram« и »Facebook« (принадлежат компании Meta, которая признана экстремистской организацией; деятельность на территории Российской Федерации запрещена), россияне стали более активно пользоваться »Telegram» и »VK«. Вместе с тем трафик заблокированных в России соц.сетей упал в разы.

По итогам с предыдущего года интернет в России вырос на 20-25% (таблица 3).

Таблица 3

Рост интернет-трафика за 2019-2023

Год	Объём интернет-трафика (Эбайтах)	Прирост по стравнению с предыдущим годом
2019	10,9	-
2020	62	35%
2021	78,1	26%
2022	124	29,9%
2023	150,4	26%

Это может нам сказать о том, что после блокировки платформ, интернет-трафик в России перетёк из зарубежных сервисов в наши. В сложившейся геополитической обстановке определённая часть трафика с западных сервисов была направлена через инструменты обхода блокировок, но измерить эту долю и понять, на какие именно ресурсы она шла, не представляется возможным.

Развитие и внедрение новых цифровых сервисов позволяют сделать прогноз о дальнейшем росте глобального интернет-трафика не менее чем на 30% в год, что приведёт к увеличению в 30% к 2035 году.

На данный момент соотношение трафика между соотношением датацентрами и абонентами составляет примерно 1:1, и ожидается, что к 2035 году это соотношение изменится до 2:1.

Представленная установка может привести к росту спроса на услуги необходимости размещения мини-центров обработки данных на периферии сети с максимальной близостью к абонентам. Это постепенно увеличивает конвергенцию инфраструктуры связи, хранения и обработки данных, что потенциально может превратить операторов связи в крупнейших операторов центров обработки данных по общей вычислительной мощности системы хранения данных, которыми они управляют.

15 августа 2023 года Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации представила направления развития отрасли связи до 2035 года.

В статье указано, что важным аспектом является поддержание высокого уровня предоставления современных услуг связи, они должны быть доступны для граждан на территории всей страны.

Для этого были представлены решения, которые при анализе показывают на создание современного, безопасного и доступного телекоммуникационного пространства в России, что будет способствовать развитию экономики и повышению качества жизни граждан (таблица 4).

Таблица 4

Проблемы рынка услуг связи в России и пути их решения

Проблемы	Решения
Низкая скорость интернета в домохозяйствах, особенно в удаленных и сельских районах.	Обеспечение к 2030 году возможности подключения к сети «Интернет» домохозяйств на скорости не менее 1 Гбит/сек
Недостаточный доступ к современным услугам связи для малых населённых пунктов и социально-значимых объектов.	Дальнейшая реализация программ по сокращению цифрового неравенства
Отсутствие необходимых технологий связи для поддержания цифровизации ключевых отраслей экономики.	Обеспечение современными услугами связи объектов промышленности, транспорта, сельского хозяйства и энергетики
Зависимость от иностранных сервисов и недостаточная развитость местной инфраструктуры.	Развитие отечественной инфраструктуры хранения данных и доставки контента
Устаревание технологий и необходимость адаптации к мировым трендам.	Поэтапное внедрение новых поколений сетей связи
Недостаток инвестиций в сектор связи и его развитие.	Создание условий для обеспечения экономического роста отрасли связи
Неэффективное использование радиочастотного спектра.	Переход на современные технологии управления радиочастотными ресурсами
Угрозы со стороны других государств в области использования радиочастот.	Защита радиочастотного ресурса на международных площадках
Необходимость обеспечения приоритетного доступа к ресурсам для критически важных задач.	Переход к рациональному распределению ресурсов сетей связи
Устаревание спутниковой инфраструктуры	Обновление отечественной орбитальной группировки космических аппаратов связи

Статистический анализ рынка услуг связи в России показывает динамичное развитие и значительные изменения в этом секторе. В последние годы как мобильная связь, так и доступ в Интернет расширились, что связано с увеличением потребительского спроса и технологическими инновациями.

Анализ показывает важность качества предоставляемых услуг. Пользователи все чаще обращают внимание не только на цену, но и на скорость Интернета, стабильность соединения и уровень сервиса. Это создает дополнительные проблемы для операторов связи, которым приходится адаптироваться к меняющимся потребностям клиентов.

В заключение отметим, что рынок услуг связи в России продолжает развиваться, но для достижения устойчивого роста необходимо сосредоточиться на повышении качества услуг, расширении инфраструктуры и внед-

рении новых технологий. Эффективная стратегия развития в этой сфере способствует повышению конкурентоспособности российских операторов на мировом рынке связи.

Кроме того, важно учитывать меняющиеся предпочтения потребителей и адаптироваться к ним, предлагая инновационные решения и персонализированные услуги. Устойчивое сотрудничество между государственными учреждениями и частным сектором также играет ключевую роль в создании условий для инвестиций и внедрения новых технологий.

Таким образом, стратегический подход к развитию рынка услуг связи в России должен быть многогранным, учитывать как внутренние, так и внешние факторы, что позволит не только сохранить достигнутые позиции, но и значительно укрепить их в будущем.

Список литературы

1. Интернет – трафик (российский рынок) [Электронный ресурс] // Tadviser. URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-трафик_(российский_рынок) (дата обращения: 15.04.2024).
2. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: https://digital.gov.ru/ru/events/46394/ (дата обращения: 15.08.2023).
3. Правительство Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: Pc7fHuejbNvqv17b0RJNv0RIqTo20lUV.pdf (дата обращения: 24.11.2023).
4. РБК Отрасли: как развивается рынок услуг мобильной связи в Московском регионе [Электронный ресурс] // РБК. URL: https://www.rbc.ru/industries/news/672b76a49a79477db897bb0a (дата обращения: 07.11.2024).
5. World Population Review. Internet Cost by Country [Электронный ресурс] // World Population Review. URL: https://worldpopulationreview.com/country-rankings/internet-cost-by-country (дата обращения: 05.11.2024).

Кузнецова В.М.
студент
Научный руководитель: ***Джунковский А.В.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ЗАДАЧИ КОМБИНАТОРНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

Аннотация. В статье представлен подход к решению задачи упаковки проводов в жгут, основанный на генетическом алгоритме. Рассмотрена двумерная задача поиска минимально возможного диаметра жгута, состоящего из n проводов разного размера. В работе

предложено применение нормального распределения с параметрами, задаваемыми пользователем, для управления расположением проводов, в зависимости от требований задачи.

Ключевые слова: задача упаковки; генетический алгоритм; нормальное распределение.

Kuznetcova V.M.
Student
Scientific Advisor: ***Dzhunkovsky A.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

GENETIC ALGORITHM FOR COMBINATORIAL OPTIMIZATION PROBLEM

Abstract. The article presents an approach to solving the problem of harness wires packing based on the genetic algorithm. The two-dimensional problem of finding the minimum possible diameter of a harness consisting of n wires of different sizes is considered. The paper proposes the application of a normal distribution with user-defined parameters to control the arrangement of wires, depending on the requirements of the problem.

Keywords: packing problem; genetic algorithm; normal distribution.

Рассматриваемая задача поиска минимального диаметра жгута, состоящего из n проводов разного размера, относится к классу задач двумерной упаковки, где в качестве контейнера выступает охватывающая окружность, а объектом является провод круглого сечения. Цель решения – обеспечить максимальную плотность упаковки, минимизировать радиус контейнера. Исходя из того, что задача NP-полная [3], требуется разработка приближенного алгоритма решения, в данной работе используется генетический алгоритм.

Постановка задачи

Известны количество проводов n и радиус каждого из них r_i, i = 1, 2, …, n. Необходимо найти координаты центров всех объектов (x_i, y_i), соблюдая запрет на их пересечение (1), а также рассчитать радиус R_e и положение центра (x_e, y_e) охватывающей окружности, которая должна быть минимальна для исходного набора проводов (2).

$$\left(x_i - x_j\right)^2 + \left(y_i - y_j\right)^2 \geq \left(r_i - r_j\right)^2 \quad (1)$$

где $i, j = 1, 2, \dots, n, i \neq j$

$$R_e = \left[\left(\sqrt{(x_i - x_e)^2 + (y_i - y_e)^2} + r_i\right)\right] \quad (2)$$

Генерация решений первой популяции

Для реализации генетического алгоритма особью предполагается считать любую компоновку, удовлетворяющую условие задачи [1]. Возьмем за идею размещение кругов с большими радиусами ближе к центру, основываясь на этом отсортируем исходные радиусы в порядке убывания и пронумеруем провода в соответствии с полученным их порядком. Тогда, пусть хромосома – данная последовательность, отражающая порядок размещения проводов. Не стоит исключать, что существуют случаи, когда первоначальная идея будет невыгодна. Исходя из этого при формировании особей первой популяции перемешивается порядок размещения, с использованием Гауссовского распределения, среднее отклонение которого является гиперпараметром, предоставленным пользователю. Чем больше его значение, тем сильнее порядок отклоняется от исходного, тем самым делая компоновку менее упорядоченной (Рис. 1).

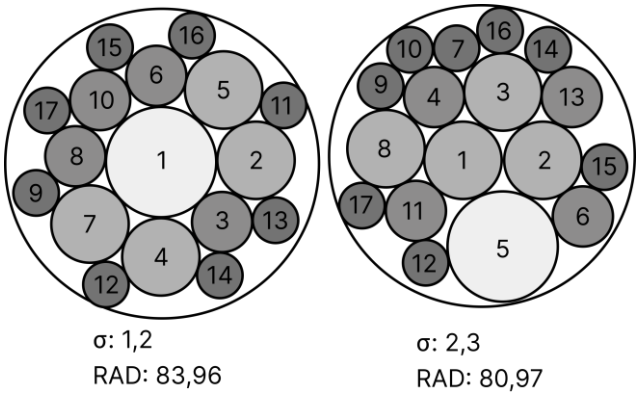


Рис. 1. Зависимость вида компоновки от среднего отклонения

Возвращаясь к вопросу расстановки проводов, не трудно предположить: чем больше объекты касаются друг друга, тем меньше остается незаполненного пространства, поэтому для размещения любого круга, начиная с 3го, рассчитываются слоты – точки, где провод может быть размешен так, чтобы он был касательным к двум другим уже установленным проводам. Для этого строятся вспомогательные окружности, радиус которых равняется ri + rj, где j – порядок размещаемого провода, а i = 1, 2, …, j. Точки пересечения этих окружностей, не вызывающие перекрытие кругов, при их выборе, и будут являться возможными слотами для размещения (Рис. 2).

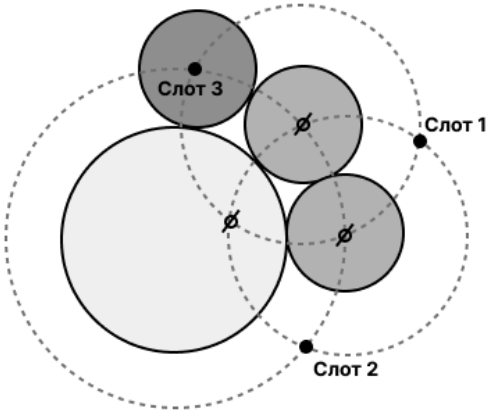


Рис. 2. «Слоты» для размещения 4 провод

Вероятность выбора слота, находящегося на ближайшем расстоянии от центра первого круга, также является гиперпараметром, в зависимости от значения которого вид компоновки меняется от менее упорядоченного, к более регулярному. Настройка двух взаимосвязанных параметров, влияющих на размещение проводов, помогает пользователю влиять на итоговое решение.

Оценка приспособленности особей

В качестве критерия оптимизации, критерия оценки пригодности особи в поставленной задаче рассматривается единица, деленная на радиус получившейся охватывающей окружности.

Алгоритм вычисляет R_e итеративным способом, начиная с первого круга из множества, путем постоянного расширения радиуса и смещения центра (x_e, y_e) на величину, зависящую от положения наиболее удаленного провода, до тех пор, пока не останется неохваченных объектов. Результирующая окружность строится по трем найденным в процессе расширения кругам (Рис. 3), важно уточнить, что перебирается несколько их наборов, тем самым обеспечив поиск минимума.

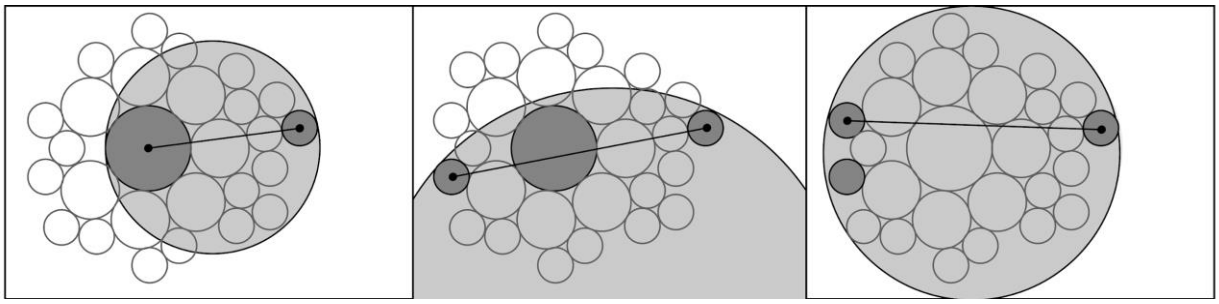


Рис. 3. Пример итерации алгоритма поиска минимально охватывающей окружности

Основные операции генетического алгоритма

Операция отбора представляет собой выбор «родительских» особей для создания следующего поколения [4]. Было разработано два метода: метод пропорциональной приспособленности и турнирный отбор (Рис. 4).

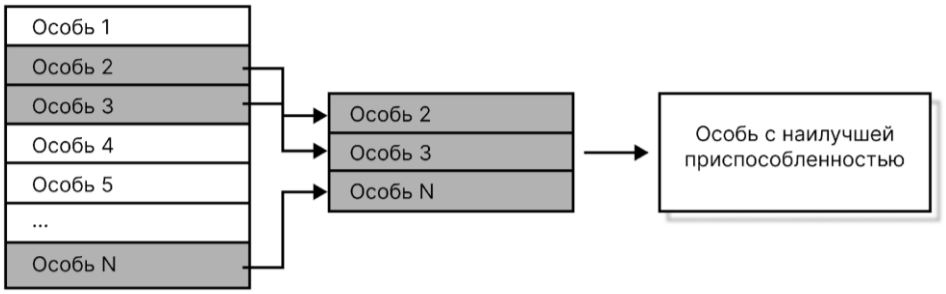


Рис. 4. Принцип работы «Турнирного отбора»

По результатам, первый из них был склонен к быстрой сходимости к одному решению.

Вероятность турнирного отбора составляется 70%, в оставшиеся 30% «родительская» особь выбирается случайно, что повышает разнообразие следующих популяций.

Для операции скрещивания [5] используется одноточечный кроссовер (Рис. 5), в результате мутации с заданной пользователем вероятностью, меняются местами два гена особи, выбор которых также зависит от параметра гауссова распределения.

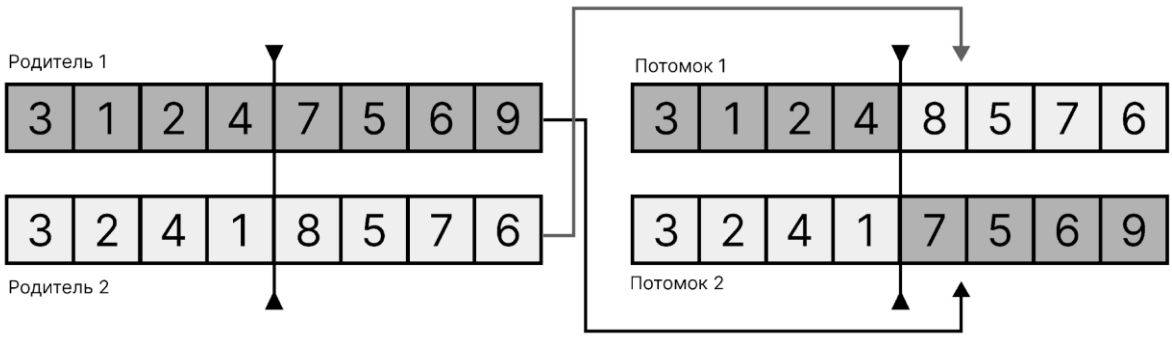


Рис. 5. Операция скрещивания

Количество популяций также является параметром и отражает сколько раз будут выполнятся следующие этапы: отбор, скрещивание, мутация и переход к новому поколению [2].

Заключение

По результатам тестирования алгоритма с использованием байесовской оптимизации была выявлена закономерность: сильная степень перемешивания проводов показывает лучшие решения, чем стратегия их расположения с большими радиусами ближе к центру.

В Таблице 1 представлены некоторые из результатов для 2х первых примеров.

Таблица 1

Результаты подбора лучших параметров

Параметры				Результаты	
Среднее отклонение	«Вероятность» ближайшего слота	Итерации	Мутация	Радиус окружности мм.	Затраченное время с.
Пример 1 (47 проводов)					
3.5	2.5	25	4%	204.34	23
1.28	2.72	18	2%	201.98	13
1.85	3.87	20	10%	201.24	17
3.7	3.45	33	6%	200.96	32
Пример 2 (16 проводов)					
2.8	3.5	11	2%	82.51	1
3.26	3.41	31	13%	81.38	4
1.27	3.22	33	8%	80.97	3
2.79	2.51	29	12%	80.73	3

Таблица 2 отражает гиперпараметры, которые были выбраны в результате усреднения лучших значений по всем примерам.

Таблица 2

Оптимальные значения гиперпараметров

Параметр	Усредненное лучшее значение
Среднее отклонение	2.5
«Вероятность» ближайшего слота	3.5
Вероятность мутации	6%
Количество итераций	30

Необходимо отметить, что среднее отклонение и значение переменной, влияющей на вероятность выбора слотов, располагающихся ближе к центру,

могут сильно разниться, в зависимости от конкретного набора данных, именно поэтому они предоставлены пользователю для гибкой настройки.

Список литературы

1. Загинайло М.В., Фатхи В.А. Генетический алгоритм как эффективный инструмент эволюционных алгоритмов // Инновации. Наука. Образование.. – 2020. – №22. – С. 513-518.
2. Махонина Ю. В., Неймарк Е. А. Решение задачи раскроя-упаковки с помощью комбинированного эволюционно-генетического алгоритма // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. – 2021. – №2. – С. 24-31.
3. П.В. Матренин, М.Г. Гриф, В.Г. Секаев Методы стохастической оптимизации: учебное пособие. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 67 с
4. Старостин Н.В., Силаев А.Н., Седых И.О Многоуровневый эволюционно-генетический метод размещения прямоугольников на плоскости // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2009. – №5. – С. 163-168
5. Performance Comparison of Simulated Annealing, GA and ACO Applied to TSP // academia URL: https://www.academia.edu/122790175/Performance_Comparison_of_Simulated_Annealing_GA_and_ACO_Applied_to_TSP (дата обращения: 20.12.2024).

Маршев И.С.
студент
Научный руководитель ***Филимонов А.В.***
к.ф.-м.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

АНАЛИЗ ПРЕСС-РЕЛИЗОВ КРЕДИТНО-РЕЙТИНГОВЫХ АГЕНТСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ LLM: ПОДСКАЗКИ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕЙТИНГА И ВЫДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕКСТА

Аннотация. Исследование оценивает эффективность больших языковых моделей размером от 1 до 3 млрд параметров в автоматизации определения кредитного рейтинга компании на основе анализа пресс-релизов кредитно-рейтинговых агентств, а также выделения ключевых конструкций текста, влияющих на итоговую оценку. Основной фокус работы − разработка и тестирование подсказок модели. Новизна исследования заключается в разработке подхода анализа документов без тонкой настройки больших языковых моделей. Результаты показывают возможность интеграции больших языковых моделей в процессы анализа пресс-релизов кредитно-рейтинговых агентств.

Ключевые слова: классификация текста, большие языковые модели, анализ пресс-релизов кредитно-рейтинговых агентств, извлечения ключевой информации, обработка естественного языка.

Marshev I.S.
Student
Scientific Advisor ***Filimonov A.V.***
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Moscow, Russia

ANALYSIS OF PRESS RELEASES OF CREDIT RATING AGENCIES USING LLM: HINTS AS A TOOL FOR DETERMINING THE RATING AND HIGHLIGHTING KEY TEXT STRUCTURES

Abstract. The study evaluates the effectiveness of large language models ranging in size from 1 to 3 billion parameters in automating the determination of a company's credit rating based on an analysis of press releases from credit rating agencies, as well as highlighting key text structures that affect the final assessment. The main focus of the work is the development and testing of model hints. The novelty of the research lies in the development of an approach to document analysis without fine-tuning large language models. The results show the possibility of integrating large language models into the processes of analyzing press releases of credit rating agencies.

Keywords: text classification, large language models, analysis of press releases of credit rating agencies, extraction of key information, natural language processing.

Введение

Важной задачей в финансовом секторе является автоматизация процесса анализа текстовых документов. В рамках работы рассматривается обработка пресс-релизов кредитно-рейтинговых агентств. Традиционный подход, основанный на ручном анализе этих документов экспертами, требует значительных временных затрат и высокой квалификации специалистов. В условиях высокой динамичности рынка такой подход становится менее эффективным. Одним из способов автоматизации, может быть, использование больших языковых моделей, которые способны обрабатывать огромные объемы текстовых данных и предоставлять прогнозы с высокой точностью. Эффективность моделей умеренного размера (до 3 миллиардов параметров) в подобных задачах представляет значительный интерес. Однако внедрение таких моделей сталкивается с рядом сложностей. Среди них − необходимость интерпретируемости результатов для обеспечения доверия к автоматизированным решениям, а также высокие затраты на тонкую настройку моделей под конкретные задачи.

Настоящее исследование направлено на изучение возможностей применения больших языковых моделей для автоматического определения кредитного рейтинга компаний на основе анализа пресс-релизов, а также выделения ключевых текстовых конструкций, влияющих на итоговую оценку. Особое внимание уделяется разработке стратегий инструктирования моделей, которые позволяют решать задачи классификации и извлечения данных

без необходимости тонкой настройки модели. Этот подход имеет несколько преимуществ: он снижает затраты на внедрение, обеспечивает гибкость системы за счет возможности адаптации под изменяющиеся критерии оценки и повышает интерпретируемость результатов, что особенно важно в условиях строгих требований к прозрачности в финансовой сфере.

Таким образом, данное исследование ставит своей целью разработку методологии, которая позволит эффективно интегрировать большие языковые модели в процессы кредитно-рейтинговых агентств, обеспечивая высокую точность прогнозов и прозрачность принимаемых решений. Результаты работы могут быть полезны для создания автоматизированных систем предварительного анализа, снижающих нагрузку на экспертов и адаптирующихся к динамично меняющимся рыночным условиям.

Обзор литературы

Роль кредитных рейтинговых агентств в финансовых рынках

Пресс-релизы кредитно-рейтинговых агентств (КРА) имеют большое значение для оценки кредитоспособности компаний. Они служат основным источником информации о финансовом состоянии, рыночных рисках и стратегических планах эмитентов. В этих документах представлен подробный анализ таких ключевых показателей, как уровень долговых обязательств, прибыльность, платежеспособность и макроэкономические факторы. Это позволяет инвесторам и регуляторам делать обоснованные выводы и решения [4].

Анализ текстов пресс-релизов КРА: методы и применение

Анализ современных исследований в области кредитных рейтингов и их прогнозирования демонстрирует значительный прогресс в применении методов машинного обучения (МО) и количественного анализа текстовых данных. В статье «Opening a New Era with Machine Learning in Financial Services? Forecasting Corporate Credit Ratings Based on Annual Financial Statements» авторы исследуют возможность использования машинное обучение для прогнозирования корпоративных кредитных рейтингов на основе годовых финансовых отчетов. Исследование подчеркивает важность точных и актуальных рейтингов для принятия решений в сфере кредитования. Авторы предлагают комбинировать различные стратегии выборки данных с алгоритмами машинного обучения, такими как XGBoost, нейронные сети и деревья решений. Результаты показывают, что XGBoost в сочетании с SMOTE-ENN демонстрирует наилучшую производительность (точность 75–89%), хотя классификация рейтингов B-BBB остается сложной задачей [2].

В статье «A Comparative Study of Forecasting Corporate Credit Ratings Using Neural Networks, Support Vector Machines, and Decision Trees» проводится сравнительный анализ различных методов МО, таких как нейронные

сети, метод опорных векторов и деревья решений. Эксперименты показывают, что модели, основанные на деревьях решений, превосходят SVM и MLP по точности прогнозирования. Авторы также вводят новую метрику Notch Distance для оценки расстояния между предсказанными и истинными рейтингами, что позволяет количественно оценить ошибки моделей [5].

В статье «Comparative Analysis of the Predictive Power of Machine Learning Models for Forecasting the Credit Ratings of Machine-Building Companies» сравнивается прогностическая способность моделей упорядоченной логистической регрессии, случайного леса и градиентного бустинга. Результаты показывают, что модели искусственного интеллекта (случайный лес и градиентный бустинг) почти вдвое превышают точность логистической регрессии. Авторы также отмечают, что случайное разделение выборки на обучающую и тестовую части повышает прогностическую способность моделей [6].

В статьях «Количественный анализ пресс-релизов по вопросам денежно-кредитной политики» и «Анализ влияния пресс-релизов ЦБ РФ на показатели денежного рынка» исследуется роль пресс-релизов Банка России в формировании экономических ожиданий и их воздействие на финансовые показатели. В первой работе анализируются изменения в формате пресс-релизов за период 2013–2015 годы, когда произошло значительное увеличение их объема и детализации, а также частота упоминания ключевых экономических показателей. Авторы подчеркивают, что такие изменения способствовали повышению информативности сообщений для общества. Второе исследование (2013–2020 годы) использует методы тематического моделирования и анализа тональности текстов для оценки информационных сигналов, направленных на участников рынка. Результаты показывают, что сигналы о смягчении денежно-кредитной политики сопровождаются снижением ставки МИАКР, сужением временного спреда и ростом кредитного спреда. Однако, в отличие от международного опыта, эти сигналы не оказывают значимого влияния на волатильность показателей денежного рынка, за исключением ставки МИАКР [3, 1].

Постановка эксперимента

Набор данных

Набор данных включает 1200 текстовых документов, представляющих пресс-релизы международных кредитно-рейтинговых агентств. Каждый документ содержит описание финансово-экономического состояния компании с указанием присвоенного ей кредитного рейтинга. Целевой меткой выступает категориальный признак − кредитный рейтинг, который был извлечен из текста и заменен тегом <rating> для исключения прямой эксплицитной информации о классе из входных данных. Исходные классы рейтингов включают семь категорий: AAA, AA, A, BBB, BB, B, C, соответствующих

российской шкале оценки кредитоспособности. Такая замена предотвращает утечку целевого признака в процессе обучения моделей.

Для классических алгоритмов машинного обучения выборка разделена на обучающую (70%, 840 документов) и тестовую (30%, 360 документов) подвыборки с использованием стратифицированной стратегии. Стратификация по целевой переменной y гарантирует сохранение исходного распределения классов в обеих подвыборках, что критично для корректной оценки качества модели на несбалансированных данных. Классы в наборе данных заменены на числовые представления от 0 до N, где N число уникальных классов в датасете. Для преобразования текста в числовой формат применен метод мешка слов (Bag-of-Words) через CountVectorizer из библиотеки scikit-learn. Векторизатор обучается исключительно на обучающей выборке (fit_transform), после чего полученная матрица частот токенов применяется к тестовым данным (transform). Это предотвращает включение информации из тестового набора в процесс обучения. По умолчанию токенизация выполняется по границам слов, без приведения к нижнему регистру и удаления стоп-слов.

Для больших языковых моделей предварительная обработка набора данных, такая как векторизация не применятся, так как большие языковые модели уже имеют свои встроенные методы преобразования текста в вектора. Для стабилизации работы больших языковых моделей с сложным текстом пресс-релиза и оптимизации скорости обработки все документы пресс-релизов были обрезаны до первых 1024 символов.

Модели

В качестве базового уровня (бейзлайна) для оценки эффективности моделей использована стратегия случайного присвоения классов с учетом распределения меток в обучающей выборке. Реализация выполнена с помощью функции numpy.random.choice, где вероятность выбора класса соответствует его доле в данных. Формально, для каждого объекта тестовой выборки предсказанная метка генерируется как:

$$y_i \sim Categorial(p_0 p_1, \dots, p_{N-1}), \quad (1)$$

где $p_1 = \frac{\text{количество объектов класса}}{\text{общий размер обучающей выборки}}$, N = 7 – число классов.

Для сравнения больших языковых моделей с классическими алгоритмами машинного обучения были выбраны два метода классификации:

1. Logistic Regression, с параметрами конфигурации:

- Регуляризация L2 (penalty='l2') для минимизации переобучения в условиях умеренной размерности признакового пространства.
- Коэффициент регуляризации C=1.0, обеспечивающий баланс между точностью и обобщающей способностью.
- Алгоритм оптимизации lbfgs, эффективный для задач с высокой размерностью признаков.

- Автоматическая коррекция весов классов (class_weight='balanced'), компенсирующая дисбаланс распределения целевых меток.

2. Random Forest, с параметрами конфигурации:

- 100 деревьев решений (n_estimators=100) для стабилизации предсказаний.
- Ограничение глубины деревьев (max_depth=10), предотвращающее переобучение на шумных текстовых признаках.
- Критерий энтропии (criterion='entropy'), максимизирующий информационный выигрыш при разбиении узлов.
- Балансировка классов через взвешивание (class_weight='balanced').

Random Forest алгоритм выбран для извлечения более сложных нелинейных зависимостей, так как он является ансамблевым методом. [7]

В качестве больших языковых моделей были выбраны модели Qwen2.5 с количеством параметров 1.5 млрд и 3 млрд. Модели реализованы на основе трансформерной архитектуры с группированным вниманием (GQA), оптимизированным для эффективного использования вычислительных ресурсов. Модели включают 28 и 36 декодерных слоёв соответственно, с 12/16 запросными (Q) и 2 ключевыми/значимыми (KV) головами внимания. Применение ротационных позиционных эмбеддингов (RoPE) с базовой частотой 10000 обеспечивает стабильное кодирование позиций в контексте до 32768 токенов. Предобучение моделей выполнено на корпусе из 18 трлн токенов с акцентом на экспертные домены: 40% данных посвящены математике, коду и научным текстам. Для обработки длинных контекстов применена прогрессивная стратегия обучения с поэтапным увеличением длины последовательностей до 32768 токенов.

На бенчмарке MMLU-Pro модели достигают 43.7 (1.5B) и 55.1 (3B), превосходя аналогичные по размеру Gemma2-2.6B (34.6) и Phi3.5-Mini (47.5). В задачах кодирования (HumanEval) 3B-версия демонстрирует результат 58.5, сопоставимый с 7B-моделями предыдущего поколения.

Обе модели загружены в 4-битном квантованном формате (q4_K_M), что сокращает требования к памяти на 75% при сохранении точности предсказаний. Квантование позволяет развертывание на ресурсоограниченных инфраструктурах, сохраняя при этом конкурентное качество генерации. [8]

Методы оценки

Для всесторонней оценки предложенного подхода использовались метрики, охватывающие как точность классификации, так и релевантность извлеченных ключевых конструкций. В качестве метрик для оценки классификации были выбраны F1Score macro и F1Score weighted. Использование данных метрик позволяет оценить как обобщаю способность модели, так и качество работы с учетом дисбаланса классов в наборе данных. Для оценки качества предсказания кредитного рейтинга применялись:

F1-score macro.

Усредненное значение F1-меры по всем классам, что позволяет оценить обобщающую способность модели без учета дисбаланса данных. [7]

$$F_{1macro} = \frac{2*\sum_{c=1}^{C} Precision_c * Recall_c}{\sum_{c=1}^{C}(Precision_c + Recall_c)}, \quad (2)$$

где C – число классов,

$$Precision_c = \frac{TP_c}{TP_c + FP_c},$$

$$Recall_c = \frac{TP_c}{TP_c + FN_c}$$

F1-score weighted.

Средневзвешенное значение F1-меры с учетом частоты классов в выборке. [7]

$$F_{1weighted} = \sum_{c=1}^{C} \omega_c * F_{1c}, \quad (3)$$

где $\omega_c = \frac{N_c}{N}$, N_c – число примеров класса c, N – общий размер выборки.

Для оценки качества извлеченных ключевых слов была составлена следующая метрика:

$$Final\ Score = \alpha * Score_1 + (1 - \alpha) * Score_2, \quad (4)$$

где α = 0.6 – вес первого критерия.

Наличие фраз в тексте оценивалось как:

$$Score_1 = \frac{|K_{found}|}{|K|}, \quad (5)$$

где $|K|$ – количество фраз, выделенных моделью, $|K_{found}|$ – количество фраз, найденных в тексте.

Соответствие рейтингу рассчитывалось по формуле:

$$Score_2 = \frac{|K \cap M_R|}{|K|}, \quad (6)$$

где $|K \cap M_R|$ – подмножество фраз из K, которые являются типичными для данного рейтинга, $|K|$ – количество фраз, выделенных моделью.

В качестве типичных фраз M_R были определены некоторые строки текста, которые могут присутствовать в пресс-релизе кредитно-рейтингового агентства. В таблице 1 представлены фразы и кредитные рейтинги.

Таблица 1

Таблица соответствия рейтинга и типичных ключевых фраз

Кредитный рейтинг	Типичные ключевые фразы
AAA	стабильный денежный поток, отсутствие долгов, высокая ликвидность, минимальные риски, безупречная история платежей, управление активами на высшем уровне
AA	рост прибыли, управление долгом, стабильные финансовые показатели, незначительные риски, высокая устойчивость к рыночным колебаниям, надежное управление капиталом
A	незначительные убытки, зависимость от рынка, умеренные долги, стабильность в текущих условиях, контролируемое снижение расходов, потенциал для роста
BBB	колебания показателей, судебные иски, чувствительность к рыночным условиям, увеличение долговой нагрузки, неустойчивые финансовые потоки, ограниченные возможности для инвестиций
BB	сокращение инвестиций, задержки выплат, высокие долги, угроза снижения рейтинга, нестабильная прибыль, зависимость от внешних факторов
B	неуплата долгов, угроза банкротства, высокая уязвимость к рискам, критическое снижение доходов, проблемы с liquidity, массовые увольнения
C	дефолт, полное неисполнение обязательств, банкротство, приостановка деятельности, критическая ситуация, неработоспособность бизнес-модели

Экспериментальная часть

В качестве стенда для экспериментов выбрана система: 6 ядер центрального процессора, 32 Гб оперативной памяти, 480 Гб постоянной памяти, оперативная система – Linux. Для запуска больших языковых моделей был выбран сервер ollama 0.6.2 запущенный с помощью docker. Такой способ запуска больших языковых моделей позволяет быстро разворачивать различные эксперименты с различными версиями моделей. Для обучения Logistic Regression и Random Forest, а также для расчета оценочных метрик использовался scikit-learn.

Разработка инструкции для большой языковой модели основана на ограничении модели путем описания четких указаний. В начале модели описывается задача:

«Проанализируйте текст, **используя только перечисленные рейтинги**, выделите точные цитаты из текста и определите рейтинг **строго по списку**.»

Дальше в инструкции приводится описание кредитных рейтингов по российской шкале. После этого в инструкции указывается формат ответа:

«### **Требования к ответу**: 1. **Формат вывода**: – **Только два HTML-тега**: `<rating>...</rating>` и `<keywords>...</keywords>`. – Никаких других тегов или пояснений. 2. **Класс кредитного рейтинга**: – В `<rating>` указать **ровно один класс** из списка выше (например: `AAA`, `AA`, `B`). – Если данных недостаточно − `<rating>Данные недостаточны</rating>`. – **Запрещено использовать другие классы** (например: `BBB`, `CCC`, `AA+` − это ошибка). 3. **Ключевые фразы**: – В `<keywords>` перечислите **точные цитаты из текста**, влияющие на рейтинг. – **Не добавляйте своих слов или перефразировок**.»

Последние указания модели уточняют разрешенные и запрещенные действия:

«### **Важное уточнение**: 1. **Разрешенные кредитные рейтинги только из списка ниже**. 2. **Запрещено использовать любые другие классы**, включая: – Несуществующие рейтинги (например: `BBB`, `CCC`). – Модификации с плюсами/минусами (например: `AA+`, `BBB-`). – Самопроизвольные классы (например: `AAA++`, `AAA`, `BBB+`). 3. **Если данных недостаточно для определения рейтинга** − пишите: ```html <rating>Данные недостаточны</rating> 4. **Кредитные рейтинг можно определить только один раз**. ```»

Обсуждение результатов

В таблице 2 представлены результаты классификации.

Таблица 2

Результаты классификации

Название модели	Качество классификации		Время выполнения
	F1 Score macro	F1 Score weighted	
Random	0,13	0,17	3 сек
Logistic Regression	0,73	0,69	3 сек
Random Forest	0,70	0,70	2 сек
Qwen2.5-1.5b	0,17	0,20	4 часа
Qwen2.5-3b	0,20	0,24	6 часов

Из таблицы мы видим, что самой сбалансированной моделью для классификации является Random Forest. Однако наибольшую обобщающую способность демонстрирует модель Logistic Regression. Большие языковые модели демонстрируют сравнительно низкое качество классификации, относительно моделей классического машинного обучения. Однако наблюдается не случайная классификация кредитного рейтинга. Видно, что с увеличением размера модели увеличивается качество классификации и обобщающая способность модели.

Из таблицы 3 можно определить результаты измерения качества извлечения ключевых конструкций текста.

Таблица 3

Результаты извлечения ключевых слов

Название модели	Качество
Random	0
Logistic Regression	0
Random Forest	0
Qwen2.5-1.5b	0,7
Qwen2.5-3b	0,71

Извлечение ключевых конструкций текста из таких моделей как Logistic Regression и Random Forest невозможно из-за их архитектуры, поэтому метрика для них равна 0. Для моделей Qwen2.5-1.5b и Qwen2.5-3b качество равно 0,70 и 0,71 соответственно. При увеличении модели наблюдается небольшой рост качества извлечения текста.

Результаты показывают, что большие языковые модели имеют возможность классифицировать пресс-релиз кредитно-рейтинговой организации на уровне выше случайного, а также извлекать качественные ключевые контракции текста, определяющие присвоенный кредитный рейтинг организации.

Заключение

Настоящее исследование подтверждает, что большие языковые модели открывают новые возможности для автоматизации анализа пресс-релизов кредитно-рейтинговых агентств. Несмотря на то, что их точность классификации (F1-score macro = 0.20) пока уступает классическим методам, LLM демонстрируют уникальную способность к семантическому анализу, выявляя ключевые конструкции текста с точностью до 71%. Это позволяет рассматривать их не как замену, а как дополнение к традиционным подходам − например, для предварительной фильтрации документов или генерации экспертных гипотез. Однако в работе не была достигнута цель по достижению высокой точности, достижение которой возможно в будущих исследованиях.

Практическая значимость работы заключается в снижении временных затрат на первичный анализ: интеграция LLM в процессы кредитных агентств может сократить нагрузку на аналитиков. Перспективным направлением является разработка гибридных систем, где LLM отвечают за извлечение контекстных факторов, а классические алгоритмы − за финальную классификацию.

Список литературы

1. Петрова Д.А., Трунин П.В. Анализ влияния пресс-релизов ЦБ РФ на показатели денежного рынка // Бизнес-информатика. 2021. Т. 15. № 3. С. 24–34. DOI: 10.17323/2587-814X.2021.3.24.34

2. Болбатовский В., Пасевич У., Кредитные рейтинги как инструмент оценки кредитных рисков: потенциал использования в законодательстве Республики Беларусь // Банкаўскі веснік. 2023. С14–25. URL: https://www.nbrb.by/bv/pdf/articles/11049.pdf?ysclid=m8u8eui0jc138448997 (дата обращения 29.03.2025)

3. Плеханов Д.А., Количественный анализ пресс-релизов по вопросам денежно-кредитной политики // Деньги и кредит. 2016. № 5. С45–52. URL: https://library.cbr.ru/pdf-viewer/?id=63919 (дата обращения 29.03.2025)

4. Golbayani P., Florescu I., Chatterjee R., A comparative study of forecasting Corporate Credit Ratings using Neural Networks, Support Vector Machines, and Decision Trees. 2020. URL: https://arxiv.org/pdf/2007.06617 (дата обращения 29.03.2025)

5. GrishuninS. and EgorovaA. (2022) «Comparative Analysis of the Predictive Power of Machine Learning Models for Forecasting the Credit Ratings of Machine-Building Companies», Journal of Corporate Finance Research / Корпоративные Финансы | ISSN: 2073-0438, 16(1), pp. 99-112. URL: https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.16.1.2022.99-112 (дата обращения 29.03.2025)

6. Pamuk, Mustafa, and Matthias Schumann. 2023. Opening a New Era with Machine Learning in Financial Services? Forecasting Corporate Credit Ratings Based on Annual Financial Statements. International Journal of Financial Studies 11: 96. URL: https://doi.org/10.3390/ijfs11030096 (дата обращения: 29.03.2025).

7. Qwen Team, Qwen2.5 Technical Report. 2025. URL: https://arxiv.org/pdf/2412.15115 (дата обращения 29.03.2025)

8. Scikit-learn: Machine Learning in Python. URL: https://scikit-learn.org/stable/index.html (дата обращения 29.03.2025)

Миронова А.А.
студент
Научный руководитель: ***Пухова Е.А.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ АДАПТИВНОГО ФИЛЬТРА НЕЛОКАЛЬНОГО СРЕДНЕГО НА ОСНОВЕ ЗНАЧЕНИЙ МЕТРИКИ SSIM ДЛЯ ОБРАБОТКИ КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ

Аннотация. В статье предлагается методика обработки КТ-изображений, полученных при низкодозной компьютерной томографии (НДКТ), для устранения шумовой структуры. Оценка уровня шумовых структур показала, что проявление шума зависит от характеристик сканируемого вещества. В связи с этим был введен этап сегментации на основе рентгеновской плотности вещества. Для каждого из сегментов проводится подбор

параметров фильтрации на основе метрики SSIM. После обработки изображения отмечается повышение значения SSIM, соотношения «сигнал/шум» и уменьшение СКО значений яркостей пикселей.

Ключевые слова: компьютерная томография; обработка изображений; медицинские изображения; сегментация; SSIM; фильтр нелокального среднего.

Mironova A.A.
Student
Scientific Advisor: ***Pukhova E.A.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

SELECTION OF ADAPTIVE NON-LOCAL MEANS FILTER PARAMETERS BASED ON SSIM METRIC VALUES FOR CT IMAGE PROCESSING

Abstract. The article proposes a method for processing CT images obtained through low-dose computed tomography (LDCT) to eliminate noise structures. The assessment of noise levels has shown that noise manifestation depends on the characteristics of the scanned material. In this regard, a segmentation stage based on the X-ray density of the material was introduced. For each segment, filtering parameters are selected based on the SSIM metric. After processing, an increase in SSIM values, an improvement in the signal-to-noise ratio, and a reduction in the standard deviation of pixel intensity values are observed.

Keywords: computed tomography; image processing; medical images; segmentation; SSIM; non-local means filter.

Введение

В последние десятилетия прослеживается тенденция к увеличению проведения исследований методом компьютерной томографии [1]. При этом доказано, что из-за воздействия радиационного излучения может увеличиться риск возникновения онкологических заболеваний [2]. Для уменьшения лучевой нагрузки на пациента был разработан метод низкодозной компьютерной томографии (НДКТ). Однако этот метод имеет серьезный недостаток – увеличение шумовой составляющей на изображении и снижение отношения сигнал/шум по сравнению со стандартным КТ [3].

Постановка задачи

Целью данной работы является разработка методики обработки КТ-изображений, полученных при НДКТ, для устранения шумовой структуры, усложняющей анализ снимков при постановке диагноза. Разработанная методика позволит повысить информативность КТ-изображений за счет уменьшения шумовой структуры, что может способствовать распространению применения НДКТ в общей диагностической практике. Также в данной

работе была проведена оценка уровня шумовых структур на КТ-изображении для выявления возможных особенностей проявления шума при снижении дозы облучения. Учет этих особенностей при разработке методики помог увеличить ее эффективность.

Сегментация

Уровень яркости пикселя на КТ-изображении зависит от степени поглощения радиационного излучения веществом – чем больше поглощает вещество, тем выше будет уровень яркости соответствующего пикселя на изображении. Степень этого поглощения зависит от линейного коэффициента ослабления вещества, который в свою очередь зависит от плотности вещества и его толщины и складывается из процессов фотоэффекта, эффекта Комптона и образования электрон-позитронных пар [4]. Таким образом, из-за различий в значениях плотности веществ, сканируемых при КТ (воздух, жир, вода, мягкие ткани и кости), шумовые структуры на КТ-изображении могут проявляться в большей или меньшей степени.

Для исследования проявления шумовых структур на участках КТ-изображения, отображающих вещества разной плотности, были взяты снимки фантома, применяемого для контроля качества компьютерных томографов, полученные при стандартном КТ-исследовании и НДКТ. Снимки представлены на рисунке 1.

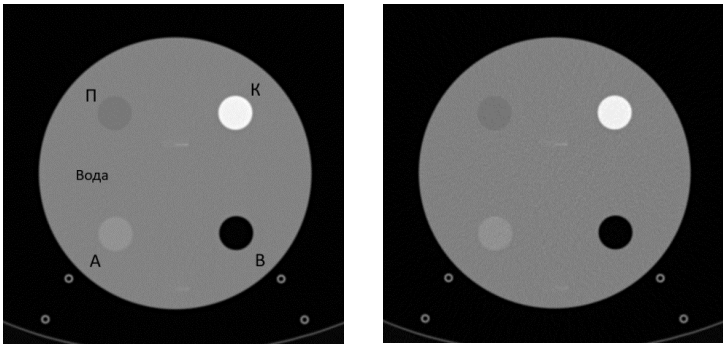


Рис. 1. КТ-снимки калибровочного фантома, полученные при стандартном КТ (слева) и НДКТ (буквенные обозначения: К – кость, А – акрил, П – полиэтилен, В – воздух)

Фантом состоит из цилиндрического корпуса, заполненного водой, внутри которого размещены 5 стержней с веществами разной плотности, имитирующие плотности основных тканей человека (рис. 1): кость (+850… +970 HU), акрил (+110… +130 HU), вода (-7… +7 HU), полиэтилен (-107… -87 HU) и воздух (-1005… -970 HU). Для определения типа шумовой структуры и оценки ее уровня отдельно для изображения каждого стержня были построены гистограммы распределения уровня яркостей пикселей и рассчитаны показатели PSNR (отношение «сигнал/шум»). Параметры распределения уровней яркостей пикселей у стержней будут различными (рис. 2), т.к. рентгеновское излучение по-разному проходит через вещества разной плотности.

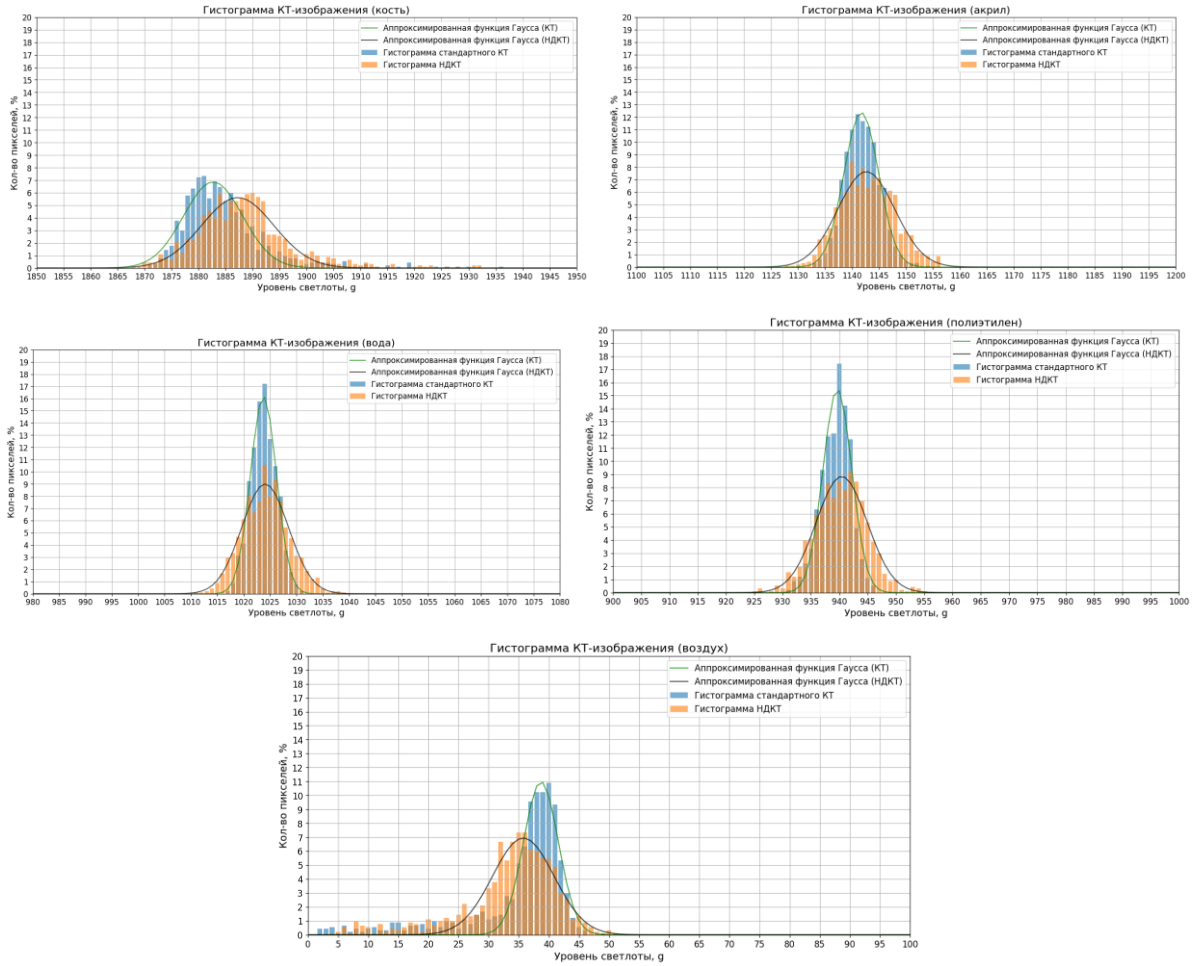


Рис. 2. Гистограммы распределения уровня яркостей пикселей изображений стержней фантома

Также можно заметить, что, чем ближе вещество по рентгеновской плотности к воде, тем меньше среднее квадратное отклонение распределения уровней. Это может быть объяснено работой самого аппарата КТ: аппарат калибруется по шкале единиц Хаунсфилда – шкале линейного ослабления излучения относительно дистиллированной воды [5]. Теперь оценим показатель PSNR для каждого вещества (таблица 1).

Таблица 1

Показатели PSNR для изображений стержней калибровочного фантома

	Кость	**Акрил**	**Вода**	**Полиэтилен**	**Воздух**	**Фантом**
PSNR (отношение «сигнал/шум»)	36,81	38,95	39,44	39,66	42,92	39,05

Для показателя PSNR тоже можно наблюдать закономерность – чем плотнее сканируемое вещество, тем меньше соотношение «сигнал/шум». Это можно объяснить особенностями взаимодействия фотонов с веществом: при взаимодействии фотона с веществом с низким атомным числом (мягкие

ткани, вода и кислород) преобладает эффект Комптона, который проявляется одинаково при различных уровнях энергии фотона; при взаимодействии фотона с веществом с высоким атомным числом (кальций) преобладает фотоэффект, который приводит к усилению затухания при уменьшении энергии фотона [6].

Таким образом, из-за различий взаимодействия рентгеновского излучения с веществами различной плотности и атомным числом возникает потребность в подборе параметров фильтрации для участков изображения, соответствующих разным веществам, для достижения одинаковой эффективности фильтрации для каждого участка. Для того, чтобы определить границы разделения участков, можно взять за основу изображение калибровочного фантома, которое содержит 5 основных участков. Затем при помощи мультипорогового метода Оцу найти такие пороговые значения уровней яркостей, при которых будет достигаться минимальная суммарная квадратичная ошибка разделения [7]. Результат работы метода приведен на рисунках 3, 4.

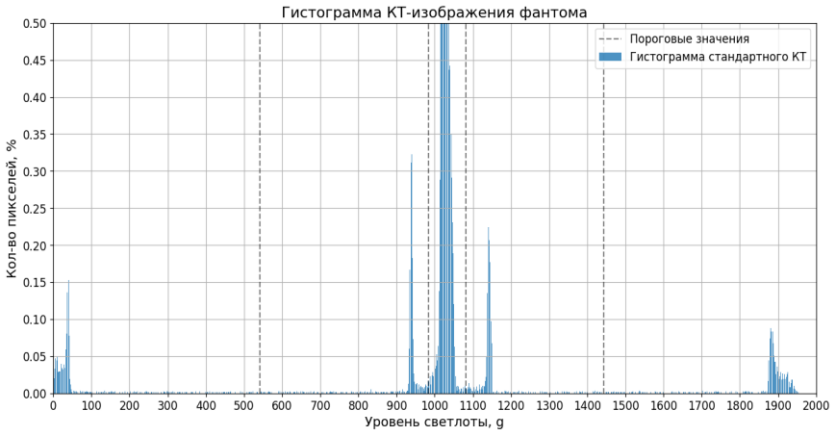


Рис. 3. Гистограмма распределения уровня яркостей пикселей изображения фантома с пороговыми значениями, найденными мультипороговым методом Отсу

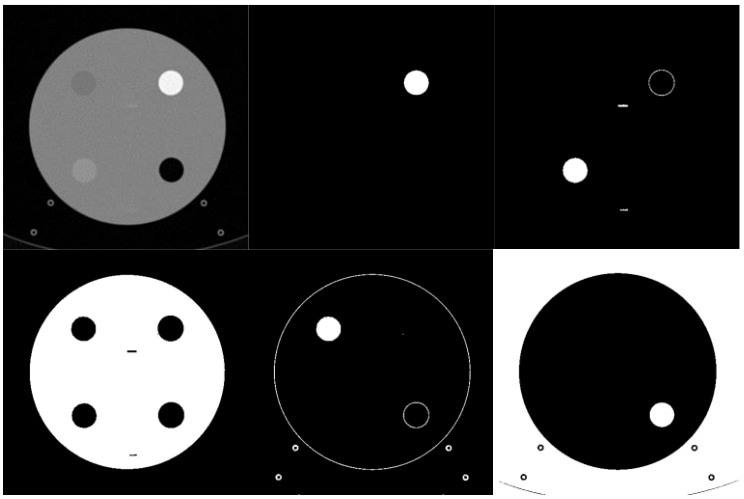


Рис. 4. КТ-изображение фантома и маски для сегментирования изображения

Получаемое КТ-изображение неидеально и имеет некоторую погрешность определения рентгеновской плотности пикселя, т.к. фотон каждый раз может проходить по-разному через один и тот же объем вещества [8]. На изображении это проявляется в изменении яркости одного и того же пикселя. Чтобы уменьшить влияние погрешности прохождения фотона, изображение предварительно обрабатывается медианным фильтром и затем сегментируется на участки.

Подбор параметров фильтра

Зрительная система хорошо адаптирована к извлечению структурной информации из изображения [9]. При восприятии изображения информацию несет не отдельный пиксель, а их совокупность, т.е. структура. Поэтому к неструктурным искажениям, таким как изменение яркости, контрастности, гамма-искажению и пространственному сдвигу, зрение человека адаптируется достаточно легко. К структурным искажениям, к которым относятся аддитивный гауссов шум, размытие, сжатие и т.д., зрение человека адаптируется достаточно сложнее.

Структуру изображения характеризует его спектр, получаемый с помощью двумерного преобразования Фурье. Спектр изображения представляет собой массив, амплитудная составляющая которого содержит информацию об уровнях яркости пикселей, а фазовая составляющая содержит информацию о деталях объектов на изображении [10]. В данной работе изменение зашумленного изображения относительно эталонного предлагается оценивать путем сравнения их двумерных спектров Фурье на основе значений метрики SSIM (индекса структурного сходства изображений).

Метрика SSIM может принимать значения от 0 до 1, где 0 – полное несоответствие изображений, 1 – изображения одинаковы; метрика учитывает 3 фактора – уменьшение корреляции, изменение яркости и контраста между исходным и искаженным изображениями, что позволяет ей коррелировать с восприятием зрительной системы человека [11]. Вычисление метрики между двумя спектрами позволит учитывать в большей степени влияние структурных искажений и в меньшей влияние неструктурных искажений изображения. Тем самым, опираясь на значения SSIM, можно подобрать такие параметры фильтрации, при которых спектры, а значит и структура, эталонного и фильтрованного изображений будут максимально схожими.

Для выбора фильтра шумоподавления необходимо определить тип шума. Известно, что энергия фотонов, генерируемых на поверхности рентгеновской трубки, распределяется согласно закону Пуассона [12]. Таким образом, шум на изображении также описывается законом Пуассона. Однако при увеличении среднего числа отсчетов распределение Пуассона хорошо аппроксимируется распределением Гаусса [13]. На рис. 2 показана аппроксимация распределения уровней яркостей нормальным распределением. В данном случае нормальное распределение дает хорошую аппроксимацию,

поэтому при выборе фильтра будем считать, что шум описывается нормальным законом распределения.

Одним из фильтров, эффективно устраняющих гауссов шум, является адаптивный фильтр нелокального среднего. Данный фильтр использует взвешенную сумму схожих соседних областей, что позволяет сохранить целостность изображения и уменьшить колебания, вызванные шумом [14].

Результаты

На основе значений метрики SSIM подбирались 2 параметра фильтра нелокального среднего: P – количество соседних пикселей для усреднения и h – параметр разброса весов. На основании, полученных параметров, была проведена сегментация и фильтрация зашумленного КТ-изображения калибровочного фантома. Для оценки уменьшения шумовой структуры после обработки сравним гистограммы зашумленного и обработанного изображений (рис. 5).

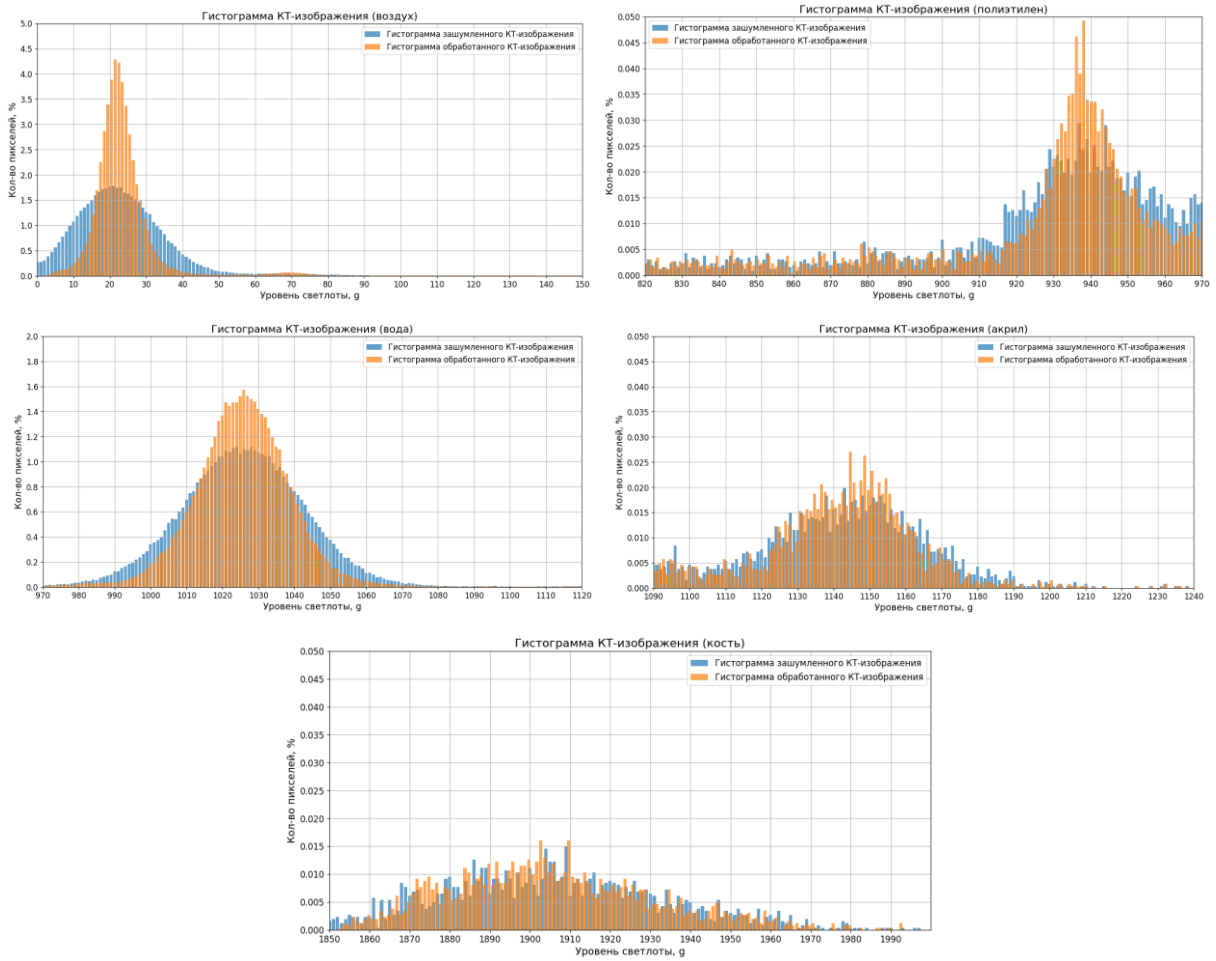


Рис. 5. Гистограммы распределения уровня яркостей пикселей КТ-изображения фантома зашумленного и после обработки

Среднеквадратичное отклонение значений яркостей пикселей соответствующих участков изображения уменьшается, что говорит об уменьшении разброса значений яркостей пикселей в пределах области; также сохранились границы между участками гистограммы. После обработки значение

SSIM спектров увеличилось с 0.70 до 0.72, а значение PSNR – с 41.02 до 42.40. Таким образом мы получили сглаженное изображение без размытия границ между участками.

После определения параметров фильтрации на основе сравнения спектров КТ-снимков калибровочного фантома, полученных при стандартном КТ и НДКТ, можно применить предлагаеАмый метод обработки к КТ-снимкам пациентов, полученных при тех же параметрах сканирования НДКТ. Результат обработки КТ-снимка пациента представлен на рисунке 6.



Рис. 6. КТ-снимок пациента, полученный при стандартном КТ (слева), при НДКТ (в центре) и после обработки (справа)

Как видно из гистограммы (рис. 7) после фильтрации стали более четко выделяться пиковые значения яркостей пикселей, что говорит об уменьшении разброса значений яркостей пикселей, следовательно, и о снижении уровня шума. Количественные метрики также говорят об улучшении качества изображения: показатель SSIM увеличился с 0.64 до 0.66, показатель PSNR увеличился с 35.99 до 38.76.

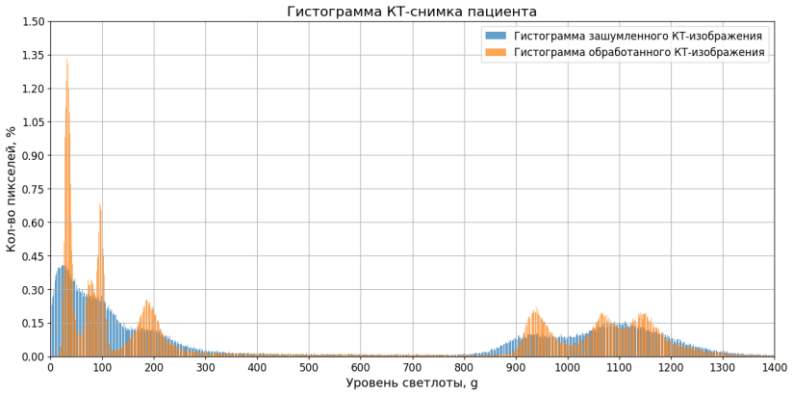


Рис. 7. Гистограмма распределения уровня яркостей пикселей КТ-снимка пациента зашумленного и после обработки

Таким образом в данной работе предлагается методика подбора параметров адаптивного фильтра нелокального среднего на основе вычислений индекса структурного сходства SSIM спектров эталонного и зашумленного изображений. Параметры, подобранные с КТ-изображения калибровочного фантома, можно применять для обработки других КТ-снимков, полученных

при таких же параметрах НДКТ. Предварительно предлагается сегментировать изображение на 5 участков в зависимости от рентгеновской плотности сканируемого вещества. Каждый участок обрабатывается фильтром с параметрами, подобранными отдельно, чтобы одинаково эффективно обрабатывать участки, на которых шум может проявляться в разной степени.

Список литературы

1. Бабаян, П. В. Алгоритм коррекции времени экспозиции для видеокамер в системах анализа изображений // Цифровая обработка сигналов и её применение (DSPA-2022) : 24-я Международная конференция, Москва, 30 марта – 01 2022 года. Том Выпуск: XXIV. – Москва: Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, 2022. – С. 201-205.
2. Кокошкин А. В., Новичихин Е. П. Оценка качества изображений, полученных дистанционным зондированием //РЭНСИТ: Радиоэлектроника. Наносистемы. Информационные технологии. – 2023. – Т. 15. – №. 3. – С. 327-334.
3. Марусина М. Я., Казначеева А. О. Современные виды томографии. – 2006.
4. Меджадж Т., Ксенофонтов А. И., Далечина А. В. Воксельный фантом для дозиметрической верификации планов облучения на установке гамма-нож Perfexion методом Монте-Карло //Вестник НИЯУ МИФИ. – 2023. – Т. 8. – №. 5. – С. 473-479.
5. Морокина Г. С. Радиационный контроль объектов малой толщины //Пром-Инжиниринг. – 2021. – С. 170-175.
6. Нечаев А. А. Использование среднего степенного для оценивания качества изображений //International Journal of Open Information Technologies. – 2024. – Т. 12. – №. 6. – С. 65-75.
7. Усанов М. С., Кульберг Н. С., Морозов С. П. Разработка алгоритма анизотропной нелинейной фильтрации данных компьютерной томографии с применением динамического порога //Компьютерные исследования и моделирование. – 2019. – Т. 11. – №. 2. – С. 233-248.
8. Agrawal M. D. et al. Oncologic applications of dual-energy CT in the abdomen //Radiographics. – 2014. – Т. 34. – №. 3. – С. 589-612.
9. Buades A., Coll B., Morel J. M. A non-local algorithm for image denoising //2005 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition (CVPR'05). – Ieee, 2005. – Т. 2. – С. 60-65.
10. Hudson D. J. Lectures on elementary statistics and probability. – CErn, 1963. – №. CERN-63-29.
11. Liao P. S. et al. A fast algorithm for multilevel thresholding //J. Inf. Sci. Eng. – 2001. – Т. 17. – №. 5. – С. 713-727.
12. Power S. P. et al. Computed tomography and patient risk: Facts, perceptions and uncertainties //World journal of radiology. – 2016. – Т. 8. – №. 12. – С. 902.
13. Rehani M. M. Patient radiation exposure and dose tracking: a perspective //Journal of Medical Imaging. – 2017. – Т. 4. – №. 3. – С. 031206-031206.
14. Wang Z. et al. Image quality assessment: from error visibility to structural similarity //IEEE transactions on image processing. – 2004. – Т. 13. – №. 4. – С. 600-612.

Недосып И.С.
студент
Научный руководитель: ***Дубровина О.В.***
преподаватель
Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО ТГТУ
Россия, Тамбов

КВАНТОВЫЕ УСТРОЙСТВА ОПТИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

Аннотация. В статье рассмотрены основные понятия квантовых устройств. На чем основаны квантовые приборы, какие виды бывают и где применяются.

Ключевые слова: квантовые приборы; оптический резонатор; магнитооптические ловушки; квантовый гравиметр; газовые лазеры.

Nedosyp I.S.
Student
Scientific Advisor: ***Dubrovina O.V.***
Lecturer
Multidisciplinary College of FGBOU VO TSTU
Russia, Tambov

OPTICAL RANGE QUANTUM DEVICES

Abstract. The article discusses the basic concepts of quantum devices. What are the quantum devices based on, what types are there and where are they used.

Keywords: quantum devices; optical resonator; magneto-optical traps; quantum gravimeter; gas lasers.

Введение

Электромагнитные волны – это процесс распространения электромагнитного поля, который возникает при движении электрических зарядов. Оптический диапазон – это диапазон электромагнитных волн, в которых длина волны находится в интервале от 100 нм до 1 мм. В этот спектр входят рентгеновское, ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение.

Оптические квантовые приборы основаны на работе индуцированного излучения – вынужденного излучения, вызванное внешним электромагнитным полем. Лазеры используются в военной технике, космической технике, сельском хозяйстве, медицине, информационных системах, строительстве, химическом анализе и во многих других сферах [1].

Оптический резонатор

Примером квантового оптического устройства является оптический резонатор. Он состоит из двух зеркал, смотрящих друга на друга, между которыми устанавливается стоячая оптическая волна. Этот прибор используется в лазерной технике и некоторых интерферометрах.

Интерферометр Фабри – Перо – первый простейший оптический резонатор, который состоит из двух зеркал, размещенных строго параллельно друг другу. Он был создан в 1899 году французскими физиками Шарлем Фабри и Альфредом Перо. Этот прибор широко используется как оптический резонатор в лазерах.

Оптические резонаторы можно разделить на несколько типов:

- Плоскопараллельный (резонатор Фабри – Перо).
- Конфокальный – применяется в качестве элементов оптических гироскопов.
- Полуконфокальный – применяется в лазерах.
- Концентрический – применяется в микроволновой технике.
- Полуконцентрический – применяется в лазерах.

Также оптические резонаторы можно классифицировать по режиму работы (непрерывные и импульсивные) и средам (твердотельные, жидкостные, газовые, полупроводниковые).

Магнитооптические ловушки

Магнитооптические ловушки – это устройства, которые используются для охлаждения нейтральных атомов с помощью лазеров и магнитных полей, что позволяет проводить более точные исследования по изучению их свойств. Нейтральный атом – это атом, имеющий одинаковое количество протонов и электронов, которое в сумме даёт нулевой электрический заряд. Этот прибор состоит следующих компонентов:

- Лазера, который направляется на атом, заставляя его терять свою кинетическую энергию, что позволяет снизить температуру атома.
- Вакуумной камеры, которая обеспечивает долговременное удержание нейтральных атомов.
- Зеркал, которые увеличивают эффективность захвата атома лазером.

Магнитооптические ловушки применяются в различных сферах, например в медицине используются для изучения биологически процессов, в геологии – для изучения магнитных свойств минералов, в физике – для изучения оптических и электронных свойств материалов.

Квантовый гравиметр

Гравиметрия – это наука об измерении величин, которые характеризуют гравитационные поля планет Солнечной системы. Квантовый гравиметр – прибор, который предназначен для измерения гравитационного поля с использованием законов квантовой механики. Принцип работы квантового гравиметра основан на явлении интерференции атомов. Интерференция атомов – это явление, при котором атомные частицы проявляют свойства волн. Устройство состоит из следующих элементов:

- Источник атомов.
- Лазеры. Они используются для охлаждения атомов.
- Интерферометр – прибор, основанный на явлении интерференции.
- Система управления. Она регулирует работу устройства.

Квантовый гравиметр может использоваться в навигационном оборудовании, геофизике, археологии, космических исследованиях и во многих других направлениях.

Источники одиночных фотонов

Одиночный фотон – это частица света, квант электромагнитного излучения. Источники одиночных фотонов – это источники света, которые излучают его в виде фотонов, работающие на основе различных частиц – молекул, атомов и т. д. Однофотонные источники могут использоваться для разработки квантовых компьютеров, в квантовой криптографии, в медицине и др.

Источники одиночных фотонов можно разделить на несколько типов:

1. Слабый лазер – один из первых и самых простых источников фотонов.
2. Атомные и ионные системы, в которых используют ионы и атомы для испускания фотонов [2].

Квантовый компьютер

Квантовый компьютер – это вычислительный прибор, принцип действия которого основан на законах квантовой механики. Единицей информации в таких компьютерах являются кубиты. Физически это квантовые частицы, которые могут принимать любые значения между 1 и 0.

Главным элементом в таких компьютерах является квантовый процессор. Благодаря кубитам, он выполняет различные задачи во много раз эффективнее, чем в обычных.

Юрий Манин – советский математик, который высказал идею о квантовых вычислениях. Первую модель квантового компьютера предложил американский физик Ричард Фейнман в 1981 году, а позже другой американский физик – Пол Бениофф создал теорию построения квантового компьютера.

В настоящее время квантовые компьютеры находятся в ранней стадии развития. Они смогут решать различные сложные задачи. Компьютеры будут развиваться в разных направлениях, например, в медицине, криптографии, кибербезопасности, химии, маркетинге и др. [3].

Газовые лазеры

Газовые лазеры – это лазер, в котором активной средой является газообразные вещества. Он состоит из кварцевой трубки, оптического резонатора, полупрозрачного зеркала.

Первый газовый лазер был создан в 1960 году физиками А. Джаваном и У. Р. Беннетом. После этого были созданы химический, газоразрядный, газодинамический лазеры.

Типы газовых лазеров:

1. Молекулярные.

2. Атомные.
3. Ионные
4. Эксимерные
5. Лазеры на само ограниченных переходах.

Газовые лазеры могут применяться в промышленности для резки и сварки разных материалов, в медицине при операциях, в научных исследованиях и многих других направлениях.

Значение квантовых приборов в жизни людей

Квантовая физика – раздел науки, изучающий и описывающий мир на уровне элементарных частиц. Макс Планк, Нильс Бор, Альберт Эйнштейн, Макс Борн и многие другие ученые внесли значительный вклад в эту область, сделав множество открытий.

Вследствие развития квантовой физики было создано большое количество разных приборов, устройств, машин, которые сильно повлияли на жизнь общества. Квантовые разработки имеют невероятный потенциал. Эти приборы смогут повысить уровень защиты различных данных, ускорить вычислительные разработки, обеспечить более точные представления прогнозов, эффективнее моделировать системы [4].

Список литературы

1. Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://bigenc.ru/c/gazovyi-lazer-c9d317 (дата обращения: 01.04.2025).
2. Источники одиночных фотонов [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://scienceforum.ru/2023/article/2018032743 (дата обращения: 01.04.2025).
3. Квантовые гравиметры и компьютеры [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://sphotonics.ru/catalog/kvantovye-gravimetry-i-datchiki/ (дата обращения: 01.04.2025).
4. Квантовые компьютеры для всех [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/sandbox/191266/ (дата обращения: 01.04.2025).

Романова О.К.
студент
Научный руководитель: ***Кононенко К. М.***
преподаватель
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СОЗДАНИИ ГРАФИЧЕСКОГО КОНТЕНТА: ВОЗМОЖНОСТИ, ОГРАНИЧЕНИЯ И ВЛИЯНИЕ НА МЕДИАИНДУСТРИЮ

Аннотация. Исследование посвящено оценке креативности изображений, созданных искусственным интеллектом (ИИ). Использованы метрики LPIPS и FID для количественного анализа, а также проведен опрос, в котором участники оценивали креативность изображений, созданных ИИ и человеком. Результаты показали, что люди в среднем оценивают работы, выполненные вручную, выше. Обсуждаются ограничения текущих методов оценки и необходимость дальнейших исследований.

Ключевые слова: искусственный интеллект; генеративные модели; креативность; графический контент; LPIPS; FID; медиадизайн.

Romanova O.K.
Student
Scientific Advisor: ***Kononenko K.M.***
Lecturer
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN GRAPHIC CONTENT CREATION: CAPABILITIES, LIMITATIONS, AND IMPACT ON THE MEDIA INDUSTRY

Abstract. This study focuses on evaluating the creativity of images generated by artificial intelligence (AI). The LPIPS and FID metrics were used for quantitative analysis, alongside a survey where participants assessed the creativity of AI-generated and human-created images. Results indicate that human-made works were rated higher on average. The study discusses the limitations of current evaluation methods and the necessity of further research.

Keywords: artificial intelligence; generative models; creativity; graphic content; LPIPS; FID; media design.

Введение

С развитием искусственного интеллекта значительно изменились процессы создания графического контента. Современные генеративные модели позволяют создавать изображения, стилизовать их и адаптировать под конкретные задачи, что привело к обсуждению их креативности и влияния на медиаиндустрию. Однако остается открытым вопрос: можно ли объективно

измерить креативность изображений, созданных ИИ, и как они соотносятся с работами, созданными человеком?

Креативность в традиционном понимании − это способность генерировать новые, оригинальные идеи, обладающие ценностью в определённом контексте. В случае ИИ этот параметр сложен для оценки, поскольку алгоритмы работают на основе анализа данных и выявления закономерностей, а не интуитивного мышления. Тем не менее, измерение креативности важно для сравнения ИИ-контента с человеческими работами, определения границ его применения и стимулирования развития технологий генерации изображений.

Исследователи уже рассматривают проблему оценки креативности машинного творчества. В работе Orwig et al [5]. изучается связь между индивидуальной креативностью человека и качеством создаваемых с помощью ИИ изображений, что подчеркивает значимость человеческого фактора в генеративном искусстве. В исследовании Seli et al [7] проводится сравнительный анализ креативности изображений, созданных ИИ, и работ художников, показывая, что профессиональные художники способны формулировать более выразительные запросы, чем как ИИ, так и новички. Chen et al [1] предлагают метод ArtScore, который оценивает уровень «художественности» изображений, созданных ИИ, и позволяет количественно измерять степень их сходства с традиционными произведениями искусства. Эти работы подчеркивают актуальность темы и необходимость дальнейшего изучения способов объективного анализа ИИ-контента.

Целью данного исследования является оценка креативности изображений, сгенерированных ИИ, по различным метрикам, а также изучение восприятия этих изображений людьми. В качестве количественных показателей используются метрики Learned Perceptual Image Patch Similarity (LPIPS) [4] и Frechet Inception Distance (FID) [2] которые позволяют оценивать сходство и качество изображений. Дополнительно был проведен опрос, в котором участникам предлагалось оценить креативность изображений, созданных человеком и ИИ.

Материалы и метрики

Я выбрала метрики LPIPS и FID для оценки креативности изображений, созданных искусственным интеллектом, поскольку они позволяют количественно анализировать их визуальные характеристики.

LPIPS − это метрика, оценивающая перцептивное различие между изображениями. Она основана на анализе признаков, извлекаемых из сверточных нейросетей, и отражает, насколько два изображения схожи по восприятию человека. Значения LPIPS находятся в диапазоне от 0 до 1, где 0 означает полное совпадение изображений, а 1 − максимальное различие. Формула расчета LPIPS включает взвешенную сумму различий признаков, извлеченных из нескольких слоев нейросети:

$$LPIPS(x, y) = \sum_{l}^{1} w_l \times \|f_l(x) - f_l(y)\|^2$$

где $f_l(x)$ и $f_l(y)$ − признаки изображения на слое l, а w_l − обучаемые веса, определяющие важность каждого слоя [6].

FID − это метрика, основанная на сравнении распределений признаков, извлеченных нейросетью Inception. Она измеряет, насколько статистические характеристики изображений, созданных ИИ, совпадают с реальными. Чем ниже значение FID, тем более реалистичными считаются изображения. Расчет основан на расстоянии Фреше между многомерными нормальными распределениями признаков:

$$FID = \|\mu_r - \mu_g\|^2 + Tr\left(\Sigma_r + \Sigma_g - 2\left(\Sigma_r\Sigma_g\right)^{\frac{1}{2}}\right),$$

где (μ_r, Σ_r) и (μ_g, Σ_g) − средние значения и ковариационные матрицы признаков реальных и сгенерированных изображений [3]. FID обычно варьируется от 0 (идеальное совпадение) до сотен, где более низкие значения указывают на лучшее качество генерации.

Для генерации изображений, использованных в эксперименте, была применена модель YandexART 2.5 − нейросетевая модель для генерации изображений, разработанная Яндексом [8]. Она основана на архитектуре Diffusion Models (как Stable Diffusion или DALL·E) [9], но с оптимизациями для русского языка и локальных культурных особенностей.

Эксперимент 1: Оценка креативности изображений с помощью метрик

Цель: определить, можно ли количественно оценить креативность изображений, созданных ИИ.

Метод: были взяты наборы изображений, созданных ИИ и человеком, после чего рассчитаны их LPIPS и FID относительно эталонных образцов.

Результаты оценок представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Результаты оценок

Промпт	FID	LPIPS
морской берег фото	107.2762	0.4415
кот дома фото	155.3763	0.4652
кот в полосатом фартуке жарит хот-доги в уличном киоске	173.2437	0.5035

Анализ значений FID подтверждает, что качество генерации существенно зависит от сложности промпта: изображения по простым и распространённым запросам (таким как «морской берег») демонстрируют относительно низкие значения метрики, что говорит об их большей реалистичности и близости к реальным фотографиям. В то же время сложные и нестандартные сцены («кот в полосатом фартуке») приводят к резкому росту FID, что может указывать на принципиальные сложности в генерации композиционно насыщенных изображений.

Анализ значений LPIPS показывает, что модель действительно демонстрирует высокую креативность при генерации изображений по нестандартным промптам. Чем сложнее и необычнее запрос (например, «кот в полосатом фартуке жарит хот-доги»), тем выше показатель LPIPS (~0.5), что говорит о значительном отклонении от шаблонных решений.

Эксперимент 2: Опрос восприятия креативности

Цель: выяснить, как люди оценивают креативность изображений.

Метод: 65 респондентам предлагалось 10 пар изображений (по одной от ИИ и от человека) и просили оценить каждое изображение по шкале от 1 до 10 где 1 − вторичное и не креативное, а 10 − невероятно креативное.

Примеры изображений указаны на Рисунках 1 и 2.



Рис. 1. Пара 1: ИИ и реальное изображение



Рис. 2. Пара 2: ИИ и реальное изображение

Результаты опроса представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Средние оценки креативности изображений

Категория	Средний балл
Изображения, созданные ИИ	5.87
Изображения, созданные человеком	7.33
Разница в оценках	1.60

Люди, в среднем, оценивают изображения, созданные человеком, как более креативные. Разница в 1.6 балла указывает на значительное преимущество работ, выполненных вручную.

Обсуждение

Результаты показывают, что, несмотря на техническое совершенство генеративных моделей, изображения, созданные ИИ, воспринимаются как менее креативные. LPIPS и FID подтверждают это, указывая на меньшую вариативность и художественную свободу у ИИ-изображений. Более сложные промпты приводят к увеличению значений LPIPS, что свидетельствует о большем отклонении от эталонных стилей, но не гарантирует субъективного восприятия креативности.

С другой стороны, восприятие креативности остается субъективным фактором. Результаты опроса подтверждают, что люди склонны оценивать изображения, созданные человеком, выше, что может быть связано с наличием уникальных деталей, сложностью композиции и интуитивным пониманием художественного замысла.

Ограничения исследования включают небольшой объем выборки и количество участников опроса. В дальнейшем стоит расширить эксперимент, включить больше метрик и использовать более сложные методики анализа.

Выводы

Метрики LPIPS и FID позволяют оценить перцептивное и статистическое различие изображений, но не дают полного понимания креативности.

Люди в среднем оценивают изображения, созданные человеком, как более креативные, с разницей в 1.6 балла.

Чем сложнее описание сцены, тем выше показатели LPIPS, но это не всегда коррелирует с субъективной креативностью.

Необходимо расширение выборки, включение дополнительных метрик и дальнейшее изучение темы для более объективной оценки креативности ИИ в графическом дизайне.

Данные исследования подчеркивают актуальность темы и необходимость дальнейших экспериментов для более точного определения границ возможностей ИИ в создании креативного контента.

Список литературы

1. Chen J., An J., Lyu H., Kanan C., Luo J. Learning to Evaluate the Artness of AI-generated Images // arXiv preprint. 2023. URL: https://doi.org/10.48550/arxiv.2305.04923 (дата обращения: 30.03.2025).
2. Frechet inception distance (FID) // TechTarget. URL: https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/definition/Frechet-inception-distance-FID (дата обращения: 30.03.2025).
3. How to Evaluate GANs using Frechet Inception Distance (FID) // Weights & Biases. URL: https://wandb.ai/ayush-thakur/gan-evaluation/reports/How-to-Evaluate-GANs-using-Frechet-Inception-Distance-FID---Vmlldzo0MTAxOTI (дата обращения: 30.03.2025).
4. Learned Perceptual Image Patch Similarity (LPIPS) // TorchMetrics. URL: https://lightning.ai/docs/torchmetrics/stable/image/learned_perceptual_image_patch_similarity.html (дата обращения: 30.03.2025).
5. Orwig W., Bellaiche L., Spooner S., Vo A., Baig Z., Ragnhildstveit A., Schacter D. L., Barr N., Seli P. Using AI to generate visual art: Do individual differences in creativity predict AI-assisted art quality? // PsyArXiv preprint. 2024. URL: https://doi.org/10.31234/osf.io/ygzw6 (дата обращения: 30.03.2025).
6. Perceptual Similarity Metric // GitHub. URL: https://github.com/richzhang/PerceptualSimilarity (дата обращения: 30.03.2025).
7. Seli P., Ragnhildstveit A., Orwig W., Bellaiche L., Spooner S., Barr N. Beyond the Brush: Human Versus AI Creativity in the Realm of Generative Art // PsyArXiv preprint. 2024. URL: https://doi.org/10.31234/osf.io/vgzhj (дата обращения: 30.03.2025).
8. Yandex Art // Яндекс. URL: https://ya.ru/ai/art (дата обращения: 30.03.2025).
9. Yandex Art 2.5: Новая версия генеративной модели для создания изображений // Хабр. URL: https://habr.com/ru/companies/yandex/news/849438/ (дата обращения: 30.03.2025).

Ворошень В.А.
студент
Научный руководитель: ***Романенко Д.М.***
к.т.н., заведующий кафедрой
Белорусский государственный технологический университет,
Беларусь, Минск

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦВЕТОВЫХ СХЕМ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ЦВЕТОВЫХ ВЕКТОРОВ И АНАЛИЗА ГИСТОГРАММЫ

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс создания цветовых схем растровых изображений на основе кластеризации и анализа гистограммы. Полученные схемы

используется для оценки заданных характеристик изображения, таких как ключ, цветовая температура, контрастность, насыщенность, тематика и т.д.

Ключевые слова: растровые изображения, RGB, HSV, кластеризация, гистограмма.

Voroshen V.A.
Student
Romanenko D.M.
Candidate of Technical Sciences, Head of the Department
Belarusian State Technological University,
Belarus, Minsk

DEFINING THE COLOR SCHEME OF A RASTER IMAGES USING CLUSTERING OF COLOR VECTORS AND HISTOGRAM ANALYSIS

Abstract. This article considers the process of creating raster color schemes based on clusterization and histogram analysis. The resulting schemes are used to evaluate the specified image characteristics, such as key, color temperature, contrast, saturation, theme, etc.

Keywords: raster images, RGB, HSV, clusterization, histogram.

Введение

Автоматический анализ растровых изображений предполагает различные подходы, одним из которых является анализ цветовой схемы. Под цветовой схемой изображения (анг. color scheme), или палитрой, в широком смысле понимается набор всех цветов, из которых состоит изображение, а в узком – ряд доминирующих по качественной или количественной характеристике цветов [2]. Наибольшую практическую значимость имеет второе значение цветовых схем, поскольку позволяют автоматически и объективно проводить анализ изображений. В данной статье цветовая схема будет рассматриваться в узком смысле.

Первым способом получения цветовой схемы является кластеризация цветов с помощью выбранного метода. Кластеризацией является разбиение множества на подмножества по заданному критерию. Второй способ получения цветовой схемы – это построение и анализ гистограммы. В фотографии гистограммой называется график статистического распределения элементов изображения, вертикальная ось которого отражает количество пикселей, имеющих одинаковую характеристику, а горизонтальная – значения данной характеристики, будь то яркость, оттенок, насыщенность или другая.

Целью данной статьи является разработка методов определения цветовых схем произвольного растрового изображения на основе кластеризации и анализа гистограммы, а также его дальнейшее применение в области оценки заданных характеристик изображения.

Основная часть

Цветное изображение может содержать тысячи и даже миллионы оттенков, что усложняет процесс анализа и увеличивает временные затраты. Создание цветовой схемы решает эту проблему, поскольку количество значимых цветов изображения сокращается до некоторого разумного предела, который можно, в зависимости от используемого метода, как задать вручную, так и определить автоматически.

Каждый цвет в модели RGB (а также некоторых других моделях) описывается трёхэлементным вектором, каждое число которого описывает один из каналов: красный, зелёный, синий. Благодаря такой структуре с цветом можно работать, как с математической моделью, и применять к нему различные математические методы.

Цвета изображения являются векторами в трёхмерном пространстве:

$$c = (c_1, c_1, c_1) \in R^3, \quad (1)$$

где c – вектор, описывающий цвет, а c_i – значение канала.

Одним из способов получения цветовой схемы изображения является кластеризация. Её можно выполнять с использованием различных методов, каждый из которых имеет как преимущества, так и недостатки. В данном случае выбор был сделан в пользу k-средних.

Суть метода k-средних заключается в том, чтобы минимизировать суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центров этих кластеров [1]. Исходные значения центров кластеров задаются произвольно, после чего рассчитывается расстояние между двумя точками. В стандартной реализации метода для этого применяется Евклидово расстояние:

$$d(a, b) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(a_i - b_i)^2}, \quad (2)$$

где a и b – векторы, между которыми находится расстояние, имеющие элементы a_i и b_i соответственно.

Метод итеративен: с каждой итерацией положение центров корректируется, за счёт чего и достигается их итоговая точность, которая определяется заданным порогом, после достижения которого функция перестаёт выполняться.

При этом используется следующая функция потерь:

$$V = \sum_{i=1}^{k} \sum_{x \in S_i} (x - \mu_i)^2, \quad (3)$$

где k – число кластеров, S_i – полученные кластеры, μ_i – центры масс векторов x из кластера S_i.

В результате данные делятся на k кластеров, в которых каждая точка принадлежит ближайшему центру масс. Применительно к цветам, центрами кластеров являются наиболее общие и доминирующие цвета, а это и есть цветовая схема, которую требовалось получить.

Другим методом получения цветовой схемы является гистограмма. Для её успешного применения описание цветов моделью RGB неудобно, поскольку требуется оценивать оттенок как некоторый единый параметр, не разбитый на три канала. В связи с этим изображение необходимо привести к модели HSV, и тогда гистограмма строится относительно H-канала, то есть канала оттенка, не затрагивая S – насыщенность и V – яркость.

Пиками гистограммы являются наиболее часто встречающиеся оттенки на изображении, *n* которых составляют сырые значения оттенка, использующиеся для подсчёта итогового цвета. При этом *n* фактически означает количество цветов итоговой цветовой схемы, которое может, как и в методе *k*-средних, регулироваться пользователем в зависимости от желаемых точности и количества выделяемых цветов.

Сырые значения оттенка приводятся к итоговым цветам через подсчёт среднего значения всех значений насыщенности и яркости прочих пикселей с заданным оттенком, что происходит следующим образом:

$$S_i^* = \frac{1}{|P_i|}\sum_{(H_i,S,V)\in P_i} S,\ V_i^* = \frac{1}{|P_i|}\sum_{(H_i,S,V)\in P_i} V, \quad (3)$$

где S_i^* – итоговое значение насыщенности, P_i – множество пикселей оттенка H_i, $|P_i|$ – мощность множества, то есть количество пикселей, S и V – насыщенность и яркость пикселя, а V_i^* – итоговое значение яркости.

Применение методов кластеризации и анализа гистограммы к одному и тому же изображению создаёт несколько отличные друг от друга цветовые схемы, что обусловлено разницей в подходах к получению цветов.

Полученную цветовую схему можно использовать для автоматической оценки изображения. Становится возможным объективно оценить ряд параметров, как физических (цветовая температура, контрастность, насыщенность), так и художественных (принадлежность снимка высокому или низкому ключу, примерная тематика, настроение снимка и его психологическое воздействие на человека).

Результаты

Для реализации и визуализации метода обоих методов получения цветовых схем был использован интерпретируемый язык программирования Python, а также ряд библиотек: Pillow для работы с изображениями, sklearn для кластеризации, matplotlib для визуализации полученных данных и colorsys для перевода цветов в модели RGB и HSV.

В результате были созданы функции *kmeans()* и *hsv_histogram()*, принимающие на вход изображение и количество цветов, которые должны быть в цветовой схеме. Обе функции возвращают список, содержащий основные цвета изображения в модели RGB.

Пример цветовой схемы изображения, созданной с использованием *kmeans()*, показан на рисунке 1.



Рис. 1. Цветовая схема изображения на основе метода k-средних

Функция *hsv_histogram()* также позволяет создать цветовую схему изображения, пример чего показан на рисунке 2.



Рис. 2. Цветовая схема изображения на основе гистограммы

Различие в способе выбора цветов обусловили неодинаковые результаты при создании цветовых схем одного и того же изображения. Пример такой разницы показан на рисунке 3.



Рис. 3. Различие цветовых схем в разных методах

Слева цвета, относящиеся к методу на основе кластеризации цветовых векторов (КЦВ), а справа – на основе анализа гистограммы (АГ).

Цветовая схема АГ менее яркая, имеет меньшую насыщенность по сравнению с КЦВ, что обусловлено усреднением значений. Благодаря такой особенности АГ подходит для определения общих характеристик изображения, например, ключа и тематики. Так, на рисунке 2 цветовая схема тёмная, значит можно сделать вывод, что фотография выполнена в низком ключе, а количество зелёного говорит о природной тематике снимка.

Цветовая схема КЦВ, напротив, показывает контрастность и яркость, поскольку в её основе лежит выбор цветов изображения и объединение их по схожести, при этом усреднения не происходит. В связи с этим такие параметры, как контрастность снимка, а также насыщенность его цветов, целесообразно оценивать именно с её помощью.

Есть и ряд параметров, оценка которых возможна в примерно равной степени обоими методами: цветовая температура и настроение изображения. Однако наилучшей практикой будет использование цветовых схем совместно, тогда информация об изображении будет наиболее полной.

Заключение

Цветовые схемы применяются в анализе и оценке растровых изображений по большому числу параметров, таких как цветовая температура, насыщенность, контрастность цветов, ключ, тематика и настроение фотографии. В данной статье представлены два способа построения цветовых схем: кластеризация цветовых векторов на основе метода *k*-средних в модели RGB и анализ гистограммы в модели HSV. Способы дополняют друг друга, что позволяет комплексно и точно оценить изображение и сделать выводы о его содержимом.

Список литературы

1. Шмаков М.С., Товмасян А.А. Анализ цветовой палитры изображений для определения преобладающих цветовых тонов // Труды БГТУ. 2015. №9. С. 120–124.

2. Morse BS, Thornton D, Xia Q and Uibel J (2007). Image-based color schemes, in IEEE International Conference on Image Processing, 3, III-497. IEEE.

Золкин Т.А.
студент
Научный руководитель: ***Спеваков А. Г.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕТЕВЫХ АТАК С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Аннотация. Статья посвящена проблеме повышения эффективности систем обнаружения сетевых атак с использованием методов машинного обучения. В качестве объекта исследования выступает реальный и синтетический трафик, предварительно дополненный автором путем создания новых признаков и обработки высоко-скоррелированных признаков и аномалий. Цель работы − сравнительный анализ моделей (логистическая регрессия, деревья, нейросети и др.), который учитывает не только классические метрики качества моделей, но и вычислительные затрат на обучение и прогнозирование. Новизна исследования заключается в комплексной оценке моделей, где наряду с точностью и полнотой впервые для данного набора данных систематически учитываются временные параметры, критичные для практического внедрения. Результаты выявили преимущества случайного леса и рандомизированных деревьев ввиду сочетания высокого качества классификации и скорости работы.

Ключевые слова: обнаружение сетевых атак; машинное обучение; UNSW-NB15; логистическая регрессия.

Zolkin T.A.
Student
Scientific Advisor: ***Spevakov A.G.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

DETECTING NETWORK ATTACKS WITH MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Abstract. The article addresses the challenge of improving network attack detection systems through machine learning methods. The study analyzes real and synthetic traffic enhanced by the author via feature generation and processing of highly correlated features and anomalies. It conducts a comparative evaluation of models (logistic regression, tree-based algorithms, neural networks, etc.) considering both traditional performance metrics and computational costs for training and prediction. The novelty lies in a comprehensive assessment framework that systematically incorporates time efficiency parameters critical for practical deployment, applied to this dataset for the first time. Results demonstrate the superiority of Random Forest and randomized trees due to their optimal balance of classification accuracy and operational speed.

Keywords: network intrusion detection; machine learning; UNSW-NB15; logistic regression.

Введение

Использование искусственного интеллекта (ИИ) стало ключевой особенностью обеспечения информационной безопасности в XXI веке. В этой работе обсуждается архитектура современных систем обнаружения и предотвращения вторжений (IPS/IDS) и рассматривается возможность использования методов машинного обучения в задаче определения вторжений.

Цель настоящей работы – анализ эффективности различных методов машинного обучения в задаче обнаружения сетевых атак. В рамках работы был использован набор данных UNSW-NB 15, предоставленный Австралийским центром кибербезопасности. Указанный набор данных включает в себя логирование реальных показателей нормального сетевого трафика и набор синтетических данных, соответствующих кибератакам.

Методы и материалы

UNSW-NB15 содержит 49 признаков и более 2 млн наблюдений (подключений). К признакам относятся такие показатели как IP-адрес отправителя, IP-адрес получателя, продолжительность соединения, сетевая служба (http, ssh и т.д.), кол-во пакетов от источника к пункту назначения и т.д. Подробное описание можно найти в [Moustafa, Slay, 2015] или в статье [Чаругин В.В., Чесалин А.Н., 2023], а примеры его анализа и сравнения с другими публичными наборами данных можно найти, например, в [Moustafa, Slay, 2016].

В рамках предварительной обработки данных были убраны высокоскоррелированные признаки, обработаны экстремальные значения, в т.ч. путем применения логарифмического образования. Также были созданы 21 новых признаков путем комбинирования признаков, имеющихся в датасете. Все производные признаки можно подразделить на 3 вида:

1. Пропорциональные признаки (№2 – №7)
2. Агрегированные признаки (№8 – №13)
3. Признаки взаимодействия (произведения) (№14 – №19)

Название и описание признаков представлены в таблице 1.

Таблица 1

№	Название	Описание
1	*2*	*3*
1	duration	Время продолжительности подключения – разница между временем конца подключения (stime) и началом подключения (ltime)
2	byte_ratio	Отношение количества байтов, переданных от источника к назначению (sbytes), к общему количеству байтов, переданных в обе стороны (dbytes + 1). Это помогает оценить пропорцию переданных данных в каждом направлении.

Окончание табл. 1

1	*2*	*3*
3	pkt_ratio	Отношение количества пакетов, отправленных от источника (Spkts), к общему количеству пакетов, отправленных в обе стороны (Dpkts + 1). Это показывает, какая часть пакетов передается в каждом направлении.
4	load_ratio	Отношение скорости передачи данных от источника (Sload) к общей скорости передачи данных в обе стороны (Dload + 1). Это помогает сравнить скорость передачи данных в каждом направлении.
5	jit_ratio	Отношение джиттера (задержки) от источника (Sjit) к общей джиттере в обе стороны (Djit + 1). Это показывает, какая часть задержки приходится на каждое направление.
6	inter_pkt_ratio	Отношение времени между пакетами от источника (Sintpkt) к общему времени между пакетами в обе стороны (Dintpkt + 1). Это помогает оценить, как часто пакеты отправляются в каждом направлении.
7	tcp_setup_ratio	Отношение времени установки TCP-соединения (tcprtt) к сумме времени между SYN и SYN_ACK (synack) и времени между SYN_ACK и ACK (ackdat) плюс 1. Это показывает, какая часть времени установки соединения приходится на каждый этап.
8	total_bytes	Общее количество байтов, переданных в обе стороны (sbytes + dbytes). Это показывает общий объем переданных данных.
9	total_pkts	Общее количество пакетов, отправленных в обе стороны (Spkts + Dpkts). Это показывает общее количество пакетов в сессии.
10	total_load	Общая скорость передачи данных в обе стороны (Sload + Dload). Это показывает общую скорость передачи данных.
11	total_jitter	Общая джиттера в обе стороны (Sjit + Djit). Это показывает общую задержку в сессии.
12	total_inter_pkt	Общее время между пакетами в обе стороны (Sintpkt + Dintpkt). Это показывает общее время между пакетами.
13	total_tcp_setup	Общее время установки TCP-соединения, включая все этапы (tcprtt + synack + ackdat). Это показывает общее время, затраченное на установку соединения.
14	byte_pkt_interaction_src	Произведение количества байтов и пакетов, отправленных от источника (sbytes * Spkts). Это показывает, как взаимодействуют объем и частота передачи данных от источника.
15	byte_pkt_interaction_dst	Произведение количества байтов и пакетов, отправленных к назначению (dbytes * Dpkts). Это показывает, как взаимодействуют объем и частота передачи данных к назначению.
16	load_jit_interaction_src	Произведение скорости передачи данных и джиттера от источника (Sload * Sjit). Это показывает, как скорость передачи данных и задержка взаимодействуют в направлении от источника.
17	load_jit_interaction_dst	Произведение скорости передачи данных и джиттера к назначению (Dload * Djit). Это показывает, как скорость передачи данных и задержка взаимодействуют в направлении к назначению.
18	pkt_jit_interaction_src	Произведение количества пакетов и джиттера от источника (Spkts * Sjit). Это показывает, как частота передачи пакетов и задержка взаимодействуют в направлении от источника..
19	pkt_jit_interaction_dst	Произведение количества пакетов и джиттера к назначению (Dpkts * Djit). Это показывает, как частота передачи пакетов и задержка взаимодействуют в направлении к назначению.
20	mean_pkt_size	Сумма средних размеров пакетов, переданных от источника и к назначению (smeansz + dmeansz). Это показывает общий средний размер пакетов в сессии.
21	tcp_seq_diff	Разница между базовыми номерами последовательности TCP для источника и назначения (stcpb – dtcpb). Это показывает, как различаются последовательности пакетов в каждом направлении.

Для оценки качества работы моделей были выбраны следующие метрики качества:

1. Accuracy. Показывает общую долю правильно классифицированных объектов в наборе данных. Она рассчитывается как отношение истинно положительных и истинно отрицательных результатов к общему количеству объектов. Accuracy может быть не самой информативной метрикой в задачах поиска аномалий, поскольку данные часто несбалансированы (т.е. аномалий мало).
2. Precision (точность). Точность показывает долю объектов, названных моделью положительными и при этом действительно являющихся положительными. Метрика важна для минимизации ложных тревог.
3. Recall (полнота). Полнота показывает долю объектов положительного класса, которые были правильно классифицированы моделью
4. F1-мера. F1-мера − это среднее гармоническое точности и полноты. Она помогает сбалансировать эти две метрики. Подходит для оценки моделей, когда важно найти баланс между точностью и полнотой.
5. F2-мера аналогична F1, но отдает приоритет полноте над точностью. Используется, когда важно обнаружить как можно больше аномалий, даже если это означает больше ложных тревог.
6. ROC AUC (Площадь под кривой ROC) показывает способность модели различать классы. Она не зависит от порога классификации. Рассчитывается как площадь под кривой, построенной по FP Rate и TP Rate при разных порогах.

Также для оценки моделей на датасете UNSW-15 будет учитывалось время обучения модели на обучающей выборке и время, которое требуется на прогнозирование аномалий на тестовых данных, что особенно важно при решении практических задач.

В качестве моделей для теста были отобраны логистическая регрессия, k-NN, деревья решений, случайный лес, рандомизированные деревья, градиентный бустинг. Также были реализованы LSTM и многослойный персептрон с использованием библиотеки Keras.

Результаты и обсуждение

Результаты обучения указанных выше моделей представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Сравнение метрик качества использованных моделей

Модель	Accuracy	Recall	Precision	F1-Score	Время обучения	Время на прогноз	Все время (мсек)
Logistic	92.37%	92.37%	92.39%	92.38%	1.7	0.0	1.7
kNN	94.79%	94.79%	94.82%	94.79%	0.0	20.0	20.0
Decision Tree	96.06%	96.06%	96.06%	96.06%	1.4	0.0	1.4
Extra Trees	97.12%	97.12%	97.14%	97.12%	3.7	0.2	3.9
Random Forest	95.49%	95.49%	97.49%	97.49%	5.5	0.2	5.7
Gradient Boosting	95.85%	95.85%	95.86%	95.85%	46.9	0.0	47.0
MLP	96.04%	96.04%	96.05%	96.04%	43.9	0.0	43.9
MLP (Keras)	96.10%	96.10%	96.10%	96.10%	41.3	1.7	43.0
LSTM (Keras)	96.48%	96.48%	96.48%	96.48%	81.0	3.0	85.0

В результате обучения модели был сделан вывод, что одними из оптимальных вариантов обнаружения аномалий на используемом датасете на тестовой выборке являются случайный лес (f1-score > 94,49%) и чрезвычайно рандомизированные деревья (f1-score > 97,12%). Они отличаются не только высокими значениями метрик качества, но и довольно коротким временем обучения и прогнозирования, что будет особенно важным на практике. Преимуществами данных методов также является относительно высокая интерпретируемость (особенно относительно многослойного перцептрона, LSTM или градиентного бустинга) и возможность уменьшить сложность модели при помощи небольшого количества настраиваемых параметров в случае переобучения. При этом стандартная логистическая регрессия достаточно сильно отстает по всем метрикам от решений, доступных современному инструментарию машинного обучения (f1-score 92,38%). При этом реализация LSTM с использованием Keras показала очень высокое время обучения, что является отличительным признаком использованного программного инструментария, нежели характеристикой самого метода, и требует отдельного обсуждения за пределами данной работы.

Заключение

В целом, с точки зрения метрик качества и вычислительных характеристик можно выделить случайный лес и сильно рандомизированные деревья.

Эти модели показали самые высокие показатели на тестовой выборке, отличаются достаточной степенью интерпретируемости и возможностью тонкой настройки путем изменения значений нескольких параметров. При этом сохраняется простор для улучшения анализа при проведении будущих исследований.

Во-первых, можно использовать кросс-валидацию для получения более устойчивых оценок метрик качества.

Во-вторых, расширить охват исследования путем добавления новых моделей.

В-третьих, можно попытаться повторить работу с использованием другого датасета для подтверждения результатов.

Отдельной крупной задачей выглядит конструирование двухэтапной модели, которая производила бы первоначальную фильтрацию трафика с помощью случайного леса или решения на основе нейронных сетей, а далее уже присваивала бы тип вторжения (например, Doz, фаззинг и т.д.) выделенным ранее аномальным наблюдениям при помощи SVM или другого метода.

Список литературы

1. Чаругин В.В., Чесалин А.Н. Анализ и формирование наборов данных сетевого трафика для обнаружения компьютерных атак // International Journal of Open Information Technologies. 2023. №6. С.100-106

2. N. Moustafa and J. Slay, «UNSW-NB15: a comprehensive data set for network intrusion detection systems (unsw-nb15 network data set),» in Military Communications and Information Systems Conference MilCIS, 2015. IEEE, 2015, pp. 1–6.

3. N. Moustafa and J. Slay, «The evaluation of network anomaly detection systems: Statistical analysis of the UNSW-NB15 data set and the comparison with the KDD99 data set,» Information Security Journal: A Global Perspective, vol. 25, no. 1-3, 2016. pp. 18–31

Секция 14
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В СФЕРЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Волков А.А.
студент,
Научный руководитель: ***Клокова Е.А.***
старший преподаватель
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, Белгород

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ СТУДЕНЧЕСКОГО СПОРТА

Аннотация. Физическая культура и спорт играют значимую роль в системе высшего образования. Они не только способствуют физическому развитию студентов, но и формируют здоровый образ жизни, повышают академическую успеваемость и способствуют социальному взаимодействию. В условиях современного общества, где уровень стресса и конкурентной борьбы растет, развитие физической культуры и спорта приобретает особую актуальность и приобретает новые тенденции развития.

Ключевые слова: физическая культура, спорт, тенденция, студенты.

Volkov A.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Klokova E.A.***
Senior Lecturer
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov,
Russia, Belgorod

MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF STUDENT SPORTS

Abstract. Physical education and sports play an important role in the higher education system. They not only contribute to the physical development of Students, but also form a healthy lifestyle, improve academic performance and promote social interaction. In modern society, where the level of stress and competition is increasing, the development of physical culture and sports is becoming particularly relevant and new development trends are emerging.

Keywords: physical education, sports, trends, Students.

Студенческий спорт – это часть спорта, направленная на физическое воспитание и подготовку обучающихся профессиональных образователь-

ных организаций, а также привлечение студентов к спортивным и физкультурным мероприятиям [1]. В последние годы в сфере высшего образования физическая культура и спорт становятся все более актуальными, что связано с изменениями в обществе, новыми требованиями к здоровью и физической подготовке молодежи, а также с растущей ролью физической активности в учебном процессе. В данной статье будут рассмотрены тенденции, которые наиболее заметны в этой области.

Первой из тенденций нашего времени является интеграция физической культуры в образовательный процесс. Все университеты интегрируют физическую культуру и спорт в образовательный процесс путем введения обязательных предметов по физической культуре, создания спортивных секций и клубов, которые помогают студентам развивать не только физические, но и социальные навыки. «В России на данный момент создано 28 студенческих спортивных лиг, в мероприятиях которых ежегодно участвуют более 30 тысяч активных и спортивных студентов. В прошлом году проведено 140 спортивных мероприятий среди студентов по 51 виду спорта, такое же количество запланировано и в этом году. Мы продолжим нашу работу по вовлечению молодежи к активным занятиям физической культурой и спортом, будем развивать студенческие лиги, обеспечивать учебные заведения инфраструктурой, готовить качественные кадры, чтобы популяризировать спорт как важную часть жизни», – подчеркнул министр спорта России Олег Матыцин.

Также важной тенденцией являются соревнования и спортивные мероприятия, которые всегда находятся в центре внимания многих университетов. Почти все вузы нашей страны проводят собственные чемпионаты, турниры и спортивные фестивали, которые способствуют повышению осведомленности студентов о важности физической активности, правильного питания и психического здоровья.

Еще одной тенденцией является индивидуализация спортивных программ. Все больше вузов предлагают возможность выбора спортивной активности в зависимости от интересов и уровня подготовки обучающихся. А.В. Трофимов и Е.С. Иванова в своем анализе влияния онлайн-тренировок установили, что возможность выбора вида активности увеличивает посещаемость занятий на 25–30% по сравнению с обязательными стандартными программами [5]. За счет этого в университетах разрабатываются программы, обеспечивающие доступность занятий физической культурой абсолютно для всех студентов, начиная от слабо-подготовленных и заканчивая обучающимися, с ограниченными возможностями. Это позволяет каждому участнику получить максимальную пользу от занятий физической культурой, улучшая свои результаты и повышая мотивацию.

Следующая тенденция – активное развитие международного сотрудничества в области физической культуры и спорта. Участие в международных программах обмена, соревнованиях и конференциях позволяет студентам

получать уникальный опыт, знакомиться с культурой других стран и расширять свои горизонты.

И последней тенденцией является внедрение новых технологий. Современные технологии сыграли важную роль в развитии физической культуры и спорта в высшем образовании. Вузам доступны различные приложения для мониторинга физической активности, онлайн-тренировки, а также образовательные платформы, которые помогают студентам лучше изучать дисциплины, связанные со спортом и физической культурой. С.П. Евсеев отмечает, что более 60% студентов вузов используют цифровые инструменты для мониторинга своей активности, что свидетельствует о переходе к смешанным моделям обучения [2]. За счет этого в России предлагают всё более разнообразные виды спорта для своих студентов. Наряду с традиционными дисциплинами, такими как футбол, баскетбол и волейбол, растет популярность таких новых направлений, как киберспорт, который активно развивается на фоне цифровизации и популярности видеоигр среди молодежи. Также появляются гибридные виды спорта, сочетающие физическую активность и цифровые технологии, так называемый фиджитал-спорт [4]. З.М. Кузнецова и А.В. Симаков отмечают, что киберспорт объединяет интеллектуальную и физическую активность, развивая реакцию, стратегическое мышление и координацию [3].

Учитывая все вышеперечисленное, можно сделать вывод о том, что физическая культура и спорт в высшем образовании, играющие ключевую роль в формировании здорового общества и подготовке конкурентоспособных специалистов, все время развиваются. Современные тенденции способствуют развитию студентов как многосторонних личностей, которые всегда готовых к неожиданным ситуациям в жизни. Именно поэтому важно, чтобы данное направление и дальше продолжало развиваться, учитывая потребности молодежи и изменения в обществе.

Список литературы

1. Волкова К. Р. Спорт в студенческой среде как социальное явление // Перспективы развития современного студенческого спорта. Итоги выступлений российских спортсменов на Универсиаде 2013 года в Казани: материалы Всероссийской научно-практической конференции (12-13 декабря). – Казань: Отечество, 2013. – с. 24-25.

2. Евсеев С.П. Цифровизация физической культуры и спорта: новые горизонты и вызовы // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 5. – С. 3-10.

3. Кузнецова З.М., Симаков А.В. Киберспорт как инновационное направление в системе физического воспитания студентов // Вестник спортивной науки. – 2022. – № 3. – С. 45-52.

4. Парфенов, А. А. Тенденции развития современных видов спорта в высших учебных заведениях России / А. А. Парфенов, И. В. Ананьева. − Текст: непосредственный // Молодой ученый. − 2024. − № 46 (545). − С. 406-408. − URL: https://moluch.ru/archive/545/119184/

5. Трофимов А.В., Иванова Е.С. Влияние онлайн-тренировок на мотивацию студентов к занятиям физической культурой // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2022. – № 4. – С. 67-74.

Галиченко С.А., Сентерев Е.С., Блажков А.С.
студенты,
Научный руководитель: ***Александрова Г.А.***
старший преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИМ СПОРТОМ В СОВРЕМЕННОМ ВУЗЕ

Аннотация. В статье предложена концепция информационной платформы для управления студенческим спортом в современном вузе, объединяющая цифровые инновации и технологии ИИ. Исследование направлено на решение проблем оптимизации использования спортивной инфраструктуры, повышения мотивации студентов и интеграции персонализированных тренировочных программ. Новизна работы заключается в комплексном подходе к цифровой трансформации спортивного образования.

Ключевые слова: информационная платформа; студенческий спорт; цифровизация; искусственный интеллект; спортивная инфраструктура; персонализация тренировок; управление спортом.

Galichenko S. A., Senterev E. S., Blazhkov A. S.
Students,
Scientific Advisor: ***Aleksandrova G. A.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

DEVELOPMENT OF AN INFORMATION PLATFORM FOR MANAGING STUDENT SPORTS IN MODERN UNIVERSITIES

Abstract. The article proposes the concept of an information platform for managing Student sports in a modern university, combining digital innovations and AI technologies. The research is aimed at solving the problems of optimizing the use of sports infrastructure, increasing Student motivation and integrating personalized training programs. The novelty of the work lies in an integrated approach to the digital transformation of sports education.

Keywords: information platform; Student sports; digitalization; artificial intelligence; sports infrastructure; personalized training; sports management.

Введение

В настоящее время образовательные учреждения, в частности высшего образования, сталкиваются с необходимостью интеграции цифровых технологий во все аспекты своей деятельности. Одной из задач является оптимизация управления студенческим спортом, что не только способно повысить уровень физической подготовки обучающихся, но и способствует укреплению их здоровья, развитию командного духа и формированию активной со-

циальной среды. Актуальным решением данной задачи может быть разработка информационной платформы для управления студенческим спортом. Решение в рамках данной работы представляет собой концептуальное описание подобной платформы, ориентированной на объединение цифровых инноваций и традиционных принципов организации спорта в вузе. В условиях динамичного развития искусственного интеллекта (ИИ), мобильных технологий, интернета вещей и всеобщей цифровизации, создание подобного инструмента становится логичным этапом в эволюции систем поддержания физической активности и спортивной инфраструктуры [4, 9].

Цель данной работы заключается в разработке концепции информационной платформы, которая позволит студентам и преподавателям эффективно взаимодействовать с современными средствами управления спортивными ресурсами, что обеспечит доступ к актуальной информации о спортивных мероприятиях, бронированию объектов и персонализированному сопровождению процесса обучения. Основное внимание уделяется интеграции технологий искусственного интеллекта и чат-ботов, что способно позволить создать эффективное решение для высших учебных заведений [1, 10].

Обзор литературы

Анализ отечественной и международной научной литературы 2023-2025 годов свидетельствует о значительном потенциале применения ИИ и цифровых технологий в сфере физической культуры и спорта. Исследования, посвящённые применению интеллектуальных систем в оценке спортивных показателей и прогнозировании тренировочных результатов, показывают, что использование ИИ позволяет не только оптимизировать процессы контроля и мониторинга, но и существенно повышать качество обучения физической культуре и тренировочного процесса [9, 10]. В частности, работы авторов Xue C. и He S. демонстрируют применение ИИ для профилактики мышечных травм при проведении спортивных тестов, что может быть применено в образовательном процессе дополнительно, для снижения риска негативных последствий для здоровья студентов [9].

Другие исследования указывают, что использование интеллектуальных технологий приводит к значительному повышению качества методик преподавания и повышению мотивации студентов [10]. Liu J. с соавторами в своём обзоре отмечают, что комплексное применение ИИ в спортивном образовании кроме адаптации тренировочных программ под индивидуальные особенности учащихся также позволяет создавать гибкие системы управления, способные оперативно реагировать на изменения в спортивной инфраструктуре [5].

Также важным является вклад отечественных исследований, в частности работ Сибгатулиной Ф. Р. и Усмановой Д. И., которые демонстрируют положительное влияние внедрения ИИ в процессы физической подготовки студентов и формирования спортивного потенциала в вузах. Данные исследования обращают внимание, что регулярное использование цифровых

платформ и автоматизированных систем тестирования способствует объективной оценке физической готовности абитуриентов и студентов, а также стимулирует интерес к занятиям спортом [3, 4].

Актуальные исследования в области адаптации ИИ к новым реалиям спортивного образования, представленные Померанцевым А. А. и Уполовневой А. А., а также Мануйленко Э. В., выделяют основные тенденции и угрозы, связанные с внедрением интеллектуальных технологий в спортивное образование. Авторы указывают на необходимость создания гибких и масштабируемых решений, которые учитывали бы как индивидуальные потребности пользователей, так и специфику работы спортивной инфраструктуры вузов [1, 2].

Кроме того, исследования, посвящённые внедрению технологий интернета вещей и искусственного интеллекта в мониторинг и контроль за состоянием здоровья и тренировочным процессом, подчеркивают эффективность данных технологий в создании персонализированных тренировочных программ и систем аналитики. Проект Muneeshwari P. с соавторами демонстрирует возможность интеграции различных цифровых решений для обеспечения комплексного подхода к управлению спортивными активностями [7]. В свою очередь, обзор, выполненный Nendrambaka S. K., обращает внимание на необходимости гармоничного сочетания традиционных методов преподавания и инновационных цифровых технологий для достижения максимального эффекта в образовательном процессе [8].

Наконец, опыт автоматизации процессов физической оценки абитуриентов, представленный Mohammed D. A. J. с соавторами, подтверждает, что внедрение электронных систем позволяет не только снизить административную нагрузку, но также повысить объективность оценок. Данное направление может стать важным аспектом в обеспечении справедливого отбора кандидатов в высшие учебные заведения [6].

Концептуальное описание информационной платформы

Предлагаемая информационная платформа для управления студенческим спортом в вузе может представлять собой интегрированное в цифровую среду вузов, ориентированное на комплексное обеспечение всех аспектов спортивной жизни образовательного учреждения, решение. Основной функционал платформы может включать следующие компоненты:

1. Бронирование спортивных объектов и ресурсов;
2. Информационное сопровождение спортивных мероприятий;
3. Предоставление персонализированных тренировочные программы;
4. Интерактивные чат-боты и системы поддержки;
5. Система рейтингов и мотивационных программ;
6. Интеграция с мобильными устройствами и веб-интерфейс;
7. Аналитика и сбор данных.

Платформа может обеспечивать доступ к информации о доступности спортивных сооружений в реальном времени, позволяя студентам бронировать залы, спортивные площадки и оборудование. Данный функционал снижает административную нагрузку и упрощает процесс планирования спортивных мероприятий [6, 10]. Такой подход может быть актуальным для вузов с большой численностью студентов. Кроме того, наличие такого функционала способно повышать доступность занятий физической культурой и спортом в свободное время студентов.

Система может предоставлять актуальные новости, расписание соревнований, а также уведомления и отчёты о проведенных событиях спортивного характера. Такой модуль способствует формированию единой информационной среды, где каждый студент способен получать информацию о состоявшихся событиях и участвовать в спортивных инициативах [5, 8].

Одной из ключевых возможностей платформы может стать формирование индивидуальных тренировочных программ с учетом уровня физической подготовки каждого студента, его целей и ограничений. Подобная система при помощи ИИ, позволит анализировать данные о результатах тренировок и выдавать рекомендации для оптимизации нагрузок. Такой подход обеспечивает персонализацию учебного и тренировочного процессов и способствует достижению максимальных результатов для каждого пользователя платформы [3, 9].

Внедрение чат-ботов с элементами ИИ позволит студентам получать ответы на интересующие вопросы, связанные с расписанием тренировок, бронированием объектов и корректировкой индивидуальных программ в режиме реального времени. Чат-боты также могут выполнять функции консультантов, помогая студентам выбирать оптимальные варианты тренировок и предоставляя подробную информацию о спортивных мероприятиях [1, 4]. Кроме того, чат-боты могут использоваться для поддержания уровня мотивации у студентов, например, периодически отправляя сообщения с напоминаниями о тренировках.

Другим способом поддержания мотивации студентов может стать возможность формирования рейтинговых таблиц на платформе, где каждый студент будет иметь возможность отслеживать свои достижения, сравнивать результаты с сокурсниками и получать поощрения за активное участие в спортивной жизни вуза. Такой механизм стимулирует здоровую конкуренцию и повышает мотивацию студентов к занятиям физической культурой и спортом [2, 10].

Использование современного дизайна позволит платформе обеспечивать удобный доступ как с настольных компьютеров, так и с мобильных устройств. Это позволит студентам получать необходимую информацию и управлять своими спортивными активностями в любое время и в любом месте [6, 7].

В основе платформы может быть заложена система сбора и анализа данных, в том числе обратной связи от студентов и преподавателей, что позволит

оценивать эффективность тренировочных программ и отслеживать активность студентов. Использование методов анализа больших данных даст возможность выявлять закономерности в посещаемости спортивных мероприятий и корректировать стратегии развития спортивной инфраструктуры [5, 8].

Экспериментальное внедрение и анализ работы платформы

Внедрение информационной платформы с целью тестирования может быть проведено в одном из вузов страны. Экспериментальный этап предусматривает интеграцию системы в реальную образовательную среду высшего учебного заведения с целью оценки её эффективности, а также анализа пользовательских данных и получения обратной связи от студентов и преподавателей кафедры физического воспитания.

В ходе тестового проекта для оценки эффективности платформы и её дальнейшей доработки могут быть реализованы нижеперечисленные мероприятия:

Проведение информационных семинаров и обучающих тренингов для студентов и преподавателей, с целью ознакомления с функционалом платформы. Такой подход позволяет обеспечить правильное использование системы и повысить уровень вовлеченности пользователей.

Тестирование модуля бронирования спортивных объектов с целью оптимизации графика использования спортивных сооружений. Анализ данных по бронированиям позволит выявить периоды нагрузки в разные промежутки времени и определить потенциал для расширения функционала платформы.

Внедрение персонализированных тренировочных программ и чат-ботов для получения оперативных рекомендаций. Сбор статистики по индивидуальным тренировкам и оценка динамики физической подготовки студентов помогут оценить практическую значимость системы.

Проведение опросов среди пользователей для выявления сильных и слабых сторон платформы. Полученные результаты могут быть применены для улучшения платформы и повышения качества её работы, а также для разработки новых функциональных модулей в соответствии с потребностями студентов.

Для дальнейших действий по развитию платформы следует предварительно проанализировать полученные в ходе пилотного проекта данные, что позволит выявить и устранить возможные технические и организационные проблемы. Важным аспектом является также интеграция платформы с существующими информационными системами вуза, что обеспечит синхронность данных и позволит создать единое информационное пространство для всех участников образовательного процесса.

Обсуждение результатов и перспективы развития

Проведённый анализ свидетельствует о большом потенциале применения информационных платформ для управления студенческим спортом в вузах. Основными ожидаемыми достоинствами предлагаемого решения являются:

1. Повышение оперативности и прозрачности управления;
2. Персонализация тренировочного процесса;
3. Интерактивное взаимодействие пользователей;
4. Развитие культуры здорового образа жизни.

Автоматизация процессов бронирования и организации спортивных мероприятий снижает административную нагрузку внутри вуза и позволяет более эффективно распределять его ресурсы, что способствует улучшению качества обслуживания студентов и оптимизации работы спортивной инфраструктуры.

Использование ИИ для формирования индивидуальных программ тренировки помогает учитывать физические возможности каждого студента, что делает образовательный процесс эффективнее и мнее травмоопасным.

Внедрение чат-ботов и систем поддержки обеспечивает своевременное получение информации, проведение консультаций и получение рекомендаций по тренировочному процессу, что повышает уровень удовлетворенности пользователей и повышает степень участия в спортивной жизни вуза.

Формирование системы рейтингов и мотивационных программ способно формировать позитивную спортивную среду, где достижения каждого студента публично признаются и поощряются. Это, в свою очередь, оказывает положительное влияние на вовлеченность обучающихся и способствует формированию здорового образа жизни.

При этом важно учитывать ряд рисков, сопровождающих внедрение новых технологий в образовательную сферу. Среди основных проблем можно выделить необходимость обеспечения безопасного сбора, хранения и обработки персональных данных пользователей, адаптации системы под различные технические платформы и постоянное обновление функционала в соответствии с изменениями в образовательных стандартах и требованиями к спортивной инфраструктуре. Решение этих задач требует тесного взаимодействия между разработчиками, представителями администрации вузов и пользователями платформы [8].

Перспективы дальнейшего развития концепции могут включать разработку и тестовое внедрение прототипа платформы с последующим анализом её работы. Также в платформу могут быть включены расширения функционала за счёт интеграции дополнительных технологий. Например, технологии виртуальной и дополненной реальности, которые позволят создавать более интерактивные и иммерсивные среды для образовательного процесса. Дополнительным направлением является развитие аналитических модулей, способных анализировать собранные данные и предоставлять детализированные отчеты о физической подготовке студентов, что в свою очередь позволит внедрять более качественные и гибкие программы тренировок [7, 9].

Заключение

Разработка информационной платформы для управления студенческим спортом в современном вузе является актуальным и перспективным направлением в условиях цифровой трансформации образовательного процесса. Предложенная концепция объединяет в себе технологии ИИ, систем бронирования и аналитики больших данных, что может обеспечить высокую эффективность в управлении спортивными ресурсами. Внедрение системы с целью её тестирования позволит выявить ключевые преимущества и области для доработки, а также создать базу для дальнейшего развития платформы.

Внедрение подобной информационной системы способствует не только оптимизации работы спортивной инфраструктуры, но и стимулирует вовлеченность студентов к занятиям физической культурой и спортом, формируя здоровую и активную среду вуза. Перспективы дальнейшей интеграции технологий в процессы физической культуры открывают новые возможности для совершенствования образовательного процесса и создания единой цифровой экосистемы в сфере физической культуры.

Таким образом, разработка и внедрение информационной платформы является важным шагом на пути к модернизации вузов, объединяя традиционные методы спортивного воспитания с инновационными цифровыми инструментами.

Список литературы

1. Мануйленко Э.В., Тащиян А.А., Созаева А.С. Использование технологий искусственного интеллекта в спорте // Экономика и управление в спорте. 2025. Т. 5, № 1. С. 45–56.

2. Померанцев А.А., Уполовнева А.А. Искусственный интеллект в спорте и физической культуре: тренды, угрозы и адаптация к новой реальности // Человек. Спорт. Медицина. 2025. Т. 24, № 2. С. 67–79.

3. Сибгатулина Ф.Р. Влияние искусственного интеллекта на физическую подготовленность студента транспортного университета // Вестник транспортного образования. 2024. Т. 12, № 3. С. 88–97.

4. Усманова Д.И. Использование искусственного интеллекта в управлении физической культурой и спортом // Евразийский Международный Научно-Аналитический журнал. 2024. Т. 10, № 2. С. 190-193.

5. Liu J., Wu C., Zhou K., Wang Y., Liao C., Kuan G. Innovation and Opportunities of Artificial Intelligence in University Sports Education: A Review // Quality Physical Education in Active School and its Perspectives. 2024. P. 137–147.

6. Mohammed D. A. J., Aboob D. H. A. Automation of Physical Fitness Tests Pious Applicants to the College of Education Physical and Sports Sciences – Diyala University // Journal of Sports Science and Physical Education. 2023. Vol. 7, no. 4. P. 221–234.

7. Muneeshwari P., Rajkamal R., Sai Surya E. Internet of Sport and Fitness Things Based Monitoring and Controlling Using Explainable AI // International Journal of Smart Sports Technologies. 2025. Vol. 12, no. 1. P. 45–58.

8. Nendrambaka S. K. The Role of AI in Education: Revolutionizing Learning Through Personalization // Journal of Artificial Intelligence and Education Technologies. 2025. Vol. 9, no. 2. P. 112–124.

9. Xue C., He S. Application of AI Technology in Muscle Injury Prevention in Public Sports Basketball Tests in Colleges and Universities // Molecular & Cellular Biomechanics. 2025. Vol. 22, no. 3. P. 1140.

10. Zhang L., Liu G. Digital Transformation in Physical Education: The Application of Intelligent Technology in Enhancing the Effectiveness of Sports Teaching // Journal of Electrical Systems. 2024. Vol. 20, no. 2. P. 1385–1391.

Ганапольская Э.С.,
студент,
Научный руководитель: ***Егорычева Э.В.,***
к.п.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ТУРИЗМ И ЕГО ПРЕПОДАВАНИЕ В ВУЗЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ИМЕЮЩИХ ОТКЛОНЕНИЯ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ

Аннотация. В данной статье речь пойдет о внедрении в учебный процесс элективных дисциплин по физической культуре и спорту «Адаптивного туризма» у студентов специального учебного отделения (СУО). Объектом исследования послужил учебный процесс студентов 3 курса СУО. Целью исследования было выявление целесообразности введения в учебный процесс данной дисциплины, а также определенных приоритетных аспектов преподаваемого программного материала.

Ключевые слова: адаптивный туризм, СУО, СМГ, учебный процесс, опрос, кейс-метод, организационно-нормативные основы.

Ganapolskaya E.S.,
Student,
Scientific Advisor: ***Egorycheva E.V.,***
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Moscow, Russia

TOURISM AND ITS TEACHING AT THE UNIVERSITY FOR STUDENTS WITH DISABILITIES

Abstract. This article will focus on the introduction of the Adaptive Tourism section among Students of the SMG into the educational process of the discipline «Physical Culture and Sports». The object of the research was the educational process of the 3rd year Students of the SMG. The purpose of the study was to identify the feasibility of introducing this discipline into the educational process, as well as certain priority aspects of the taught program material.

Keywords: adaptive tourism, educational process, survey, case method, organizational and regulatory framework.

Введение

Введение в перечень элективных дисциплин по физической культуре и спорту «Адаптивного туризма», на наш взгляд может решить определенное количество непростых задач, поставленных перед реабилитацией студентов посредством занятий физической культурой. Для каждой группы лиц с определенными нарушениями следует избирать индивидуальную траекторию занятий, с опорой на те сильные качества, которыми располагает студент специальной медицинской группы (СМГ) [2; 3; 5].

Объект исследования – студенты всех курсов СМГ.

Предмет исследования – мнение студентов СМГ касательно внедрения в учебный процесс секции «Адаптивный туризм».

Цель исследования – выявить отношение студентов СМГ к введению в учебный процесс дисциплины «Адаптивный туризм».

Задачи исследования:

1. Сформировать опрос.
2. Провести опрос среди группы респондентов.
3. Проанализировать результаты опроса, и выявить мнение большинства респондентов.

Методы и организация исследования

Нами был проведен расширенный опрос среди студентов всех курсов СУО, общая численность респондентов которого составила 292 человека. Были заданы вопросы, как студенты относятся к введению дисциплины «Адаптивный туризм» в учебный процесс СУО, какие именно аспекты данного направления физического воспитания они хотели бы по большей части изучать на занятиях, что для них является более предпочтительным в данном случае, теоретические или практические занятия.

Результаты исследования

Результаты опроса в части наличия желания студентов осуществлять занятия адаптивным туризмом, представлены на рисунке.



Рис. Результаты опроса студентов СМГ

На вопрос «Как Вы относитесь к внедрению в учебный процесс студентов СУО дисциплины «Адаптивный туризм»?», 53% респондентов ответили положительно, 12% дали отрицательный ответ, мотивируя это сложностью, 7% затруднились ответить, ссылаясь на недостаток информации о процессе реализации и содержательных характеристик дисциплины, 28% опрошенных адаптивных студентов дали однозначно утвердительный ответ.

Также, было выявлена предпочтительная векторная тематическая направленность занятий для каждой группы лиц СМГ. Так, для лиц с интеллектуальными нарушениями предпочтительнее подача материала по оказанию первой доврачебной помощи в походе, краеведческие наблюдения, и сбор образцов для коллекций. Для лиц с нарушениями слуха – навыки работы с компасом, и ориентирования на местности. Для лиц с нарушениями зрения – походы, маршевые тренировки, преодоление препятствий. Для лиц с поражениями опорно-двигательного аппарата целесообразнее изучение основ глазомерного набросок плана местности – кроки, выбора места бивуака [1; 4; 6].

Выводы

1. Нами было выявлено, что основной целью элективной дисциплины, при ее внедрении в учебный процесс, являлось бы овладение адаптивными студентами современными теоретическими знаниями и практическими умениями основных видов туризма, формирование у них профессиональных способностей, необходимых для ведения организационно-методической и практической работы по основным формам туризма.

2. Для более успешного освоения достаточно объемного программного материала, связанного с техникой безопасности и оказания первой доврачебной помощи в походах и путешествиях для разной категории населения, можно использовать современные образовательные технологии. С помощью кейс-метода адаптивные студенты могут решать творческие задания по вопросам планирования, выбора маршрута, нагрузки в пешеходном походе, тактики и техники передвижения; подготовки к походу, расчета калорийности питания в походе; составления и реализации индивидуальных программ занятий для лиц с различными отклонениями здоровья. Вопросы, связанные с организационно-нормативными основами адаптивного туризма в России, в большей степени, для самостоятельного изучения с последующим обсуждением рефератов и докладов с мультимедийной презентацией.

Список литературы

1. Алексеева, О.В. Основы спортивно оздоровительного туризма/ О.В.Алексеева, А.С.Банзаракцаев, Л.В.Косыгина //Учебное пособие для студентов специальности 032103 «Рекреация и спортивно- оздоровительный туризм». – Улан-Удэ: БГУ, 2009. – 179 с.

2. Дунаев, К.С. Специализация «Спортивно-оздоровительный и адаптивный туризм» как структурная единица дидактического процесса высшей школы / К.С. Дунаев,

И.О. Черепанова // Современное географическое образование: проблемы и перспективы развития. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. – Москва. – 2020. – С 258-262.

3. Егорычева, Э.В. Современные подходы к организации физического воспитания в специальном учебном отделении / Э.В. Егорычева, А.О. Егорычев // Физическая культура и спорт в системе высшего образования: инновации и перспективы развития. Материалы межвузовской научно-практической конференции. – Москва, 2021. – С. 62-70.

4. Теория и методика спортивного туризма: учебник / ред.: В.А. Таймазов, ред.: Ю.Н. Федотов. − М.: Советский спорт, 2014. − ISBN 978-5-9718-0647-9.

5. Федеральный закон от 24 ноября 1996 г. N 132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).- http://base.garant.ru/136248/.

6. Черепанова, И.О. Тематическое планирование занятий по подготовке к туристскому походу / И.О. Черепанова // Колпинские чтения: детско-юношеский туристско-краеведческий форум. Материалы II межрегиональной (с международным участием) научно-практической конференции. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 229-232.

Пеньков Д.А.
студент,
Научный руководитель: ***Клокова Е.А.***
старший преподаватель
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, Белгород

НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ

Аннотация. В статье рассмотрены современные тенденции развития физической культуры и спорта в вузах. Основное внимание уделено цифровизации, новым технологиям и изменению подходов к обучению. Проблема заключается в недостаточной адаптации программ к реалиям XXI века. Результаты показывают рост интереса студентов к онлайн-тренировкам и киберспорту. Новизна состоит в анализе влияния технологий на мотивацию студентов к занятиям физической культурой.

Ключевые слова: физическая культура; высшее образование; цифровизация; киберспорт; мотивация студентов; технологии; индивидуализация.

Penkov D.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Klokova E.A.***
Senior Lecturer
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov,
Russia, Belgorod

NEW HORIZONS IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS IN HIGHER EDUCATION

Abstract. The article examines modern trends in the development of physical culture and sports in higher education institutions. It focuses on digitalization, new technologies, and evolving approaches to Student training. The issue lies in the insufficient adaptation of programs to 21st-century realities. The findings highlight a growing Student interest in online workouts and esports. The novelty of the study lies in analyzing the impact of technology on Students' motivation for physical culture activities.

Keywords: physical culture; higher education; digitalization; esports; Student motivation; technology; individualization.

Физическая культура и спорт в системе высшего образования выполняют не только оздоровительную, но и воспитательную функцию, формируя у студентов навыки самодисциплины, командной работы и устойчивости к стрессам. Однако в условиях стремительного развития технологий, глобализации и изменения образа жизни молодежи традиционные подходы к организации физического воспитания требуют пересмотра. Государственная политика в этой сфере, закрепленная в нормативных актах, таких как федеральный стандарт спортивной подготовки [1], подчеркивает необходимость адаптации программ к современным вызовам. В данной статье анализируются ключевые тенденции развития физической культуры и спорта в вузах, выявляются проблемы и предлагаются пути их решения на основе актуальных исследований и практических примеров.

Одной из определяющих тенденций последних лет стало внедрение цифровых технологий в физическую культуру. Мобильные приложения, фитнес-трекеры и онлайн-платформы для тренировок изменили подходы к организации занятий, сделав их более гибкими и доступными. С.П. Евсеев отмечает, что более 60% студентов вузов используют цифровые инструменты для мониторинга своей активности, что свидетельствует о переходе к смешанным моделям обучения [4]. Например, такие платформы, как Strava или Fitbit, позволяют студентам отслеживать шаги, калории и даже качество сна, что недоступно в рамках традиционных занятий в спортивных залах. Сравнение этих подходов показывает, что онлайн-тренировки дают возможность индивидуального планирования, что особенно важно для студентов с плотным учебным графиком. Однако цифровизация требует от преподавателей новых компетенций. В.Н. Платонов подчеркивает, что отсутствие систематического обучения работе с технологиями снижает эффективность образовательного процесса [7]. Таким образом, цифровизация открывает новые горизонты, но ставит перед вузами задачу модернизации подготовки кадров.

Рост популярности киберспорта среди студентов представляет собой уникальный феномен, который переосмысливает понятие физической культуры. З.М. Кузнецова и А.В. Симаков отмечают, что киберспорт объединяет

интеллектуальную и физическую активность, развивая реакцию, стратегическое мышление и координацию [5]. В отличие от традиционных видов спорта, таких как футбол или баскетбол, киберспорт не требует значительных физических усилий, но предполагает длительную концентрацию и точность движений. Например, в дисциплинах вроде Dota 2 или Counter-Strike игроки проводят часы за тренировками, что сопоставимо с нагрузкой профессиональных спортсменов. В США и Южной Корее вузы уже интегрировали киберспорт в образовательные программы, создавая команды и проводя чемпионаты. В России этот процесс только начинается, что связано с недостаточной нормативной базой и дискуссиями о его статусе как полноценной спортивной дисциплины. Л.И. Лубышева указывает, что киберспорт может стать инструментом привлечения студентов, ранее не интересовавшихся физической культурой, но требует сбалансированного подхода к сочетанию умственной и физической нагрузки [6].

В то же время, современные исследования подчеркивают важность индивидуализации программ физического воспитания как фактора повышения мотивации студентов. А.В. Трофимов и Е.С. Иванова в своем анализе влияния онлайн-тренировок установили, что возможность выбора вида активности увеличивает посещаемость занятий на 25–30% по сравнению с обязательными стандартными программами [8]. Например, студент, предпочитающий йогу, может заниматься ею вместо бега, что повышает его удовлетворенность и регулярность тренировок. И.С. Барчуков отмечает, что индивидуализация позволяет учитывать не только физические данные, но и психологическое состояние студентов, что особенно актуально в условиях учебного стресса [2].

Несмотря на позитивные изменения, внедрение новых тенденций сталкивается с рядом ограничений. Недостаточное финансирование спортивных программ в вузах ограничивает закупку оборудования и доступ к цифровым платформам. Известно, что без инвестиций в инфраструктуру невозможно обеспечить качественную подготовку студентов. Кроме того, преподаватели часто не обладают достаточной квалификацией для работы с технологиями, что снижает эффективность занятий [7]. В случае с киберспортом возникают вопросы о его влиянии на здоровье: длительное пребывание за компьютером может привести к проблемам со зрением и осанкой, что требует дополнительных мер профилактики. Сравнительный анализ традиционных и современных подходов представлен в таблице.

Таблица

Сравнение традиционных и современных подходов к физической культуре в вузах

Критерий	Традиционный подход	Современный подход
Формат занятий	Офлайн, в спортивных залах	Смешанный (онлайн и офлайн)
Выбор дисциплин	Ограниченный (гимнастика, бег)	Индивидуальный (йога, киберспорт)
Использование технологий	Отсутствует	Активное (приложения, трекеры)
Мотивация студентов	Низкая (обязательность)	Высокая (интерес и гибкость)
Требования к преподавателям	Базовые навыки	Высокая квалификация в технологиях

Анализ международного опыта позволяет выявить перспективные направления для российских вузов. В США, например, университеты активно развивают киберспортивные программы, предоставляя стипендии игрокам и создавая специализированные тренировочные центры. В Южной Корее киберспорт признан официальным видом спорта, что подкреплено государственной поддержкой и инвестициями. В Европе, напротив, акцент делается на цифровизацию традиционных дисциплин: университеты Германии используют виртуальную реальность для обучения плаванию и гимнастике. Сравнение показывает, что Россия может заимствовать элементы этих моделей, адаптируя их к местным условиям. Например, внедрение киберспорта в сочетании с физическими упражнениями могло бы стать компромиссным решением, как предлагает Л.И. Лубышева [6].

Для успешной реализации новых тенденций целесообразно предложить несколько мер. Во-первых, внедрение смешанного формата обучения позволит оптимизировать ресурсы и повысить доступность занятий. Во-вторых, разработка курсов по киберспорту с обязательным включением физической подготовки обеспечит баланс между умственной и физической активностью. В-третьих, регулярное повышение квалификации преподавателей через семинары и курсы. Эти шаги позволят не только адаптировать программы к современным реалиям, но и повысить их эффективность в формировании здорового образа жизни студентов.

Современные тенденции в развитии физической культуры и спорта в высшем образовании отражают глобальные изменения в обществе и образовательной практике. Цифровизация, киберспорт и индивидуализация программ открывают новые возможности для вовлечения студентов, но требуют преодоления финансовых, организационных и методических барьеров. Анализ показывает, что успешная адаптация возможна при условии системного подхода, включающего обновление нормативной базы, повышение квалификации преподавателей и международного опыта. Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на оценке долгосрочного воздействия этих изменений на здоровье и мотивацию студентов.

Список литературы

1. Барчуков И.С. Физическая культура и спорт: методология, теория, практика: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / И.С. Барчуков, А.А. Нестеров; под общ. ред. Н.Н. Маликова. – М.: Издательский центр «Академия», 2020. – 528 с.
2. Губа В.П., Родин А.В. Индивидуальная тактическая подготовка в спортивных играх: монография. – М.: Физическая культура, 2021. – 210 с.
3. Евсеев С.П. Цифровизация физической культуры и спорта: новые горизонты и вызовы // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 5. – С. 3-10.
4. Кузнецова З.М., Симаков А.В. Киберспорт как инновационное направление в системе физического воспитания студентов // Вестник спортивной науки. – 2022. – № 3. – С. 45-52.
5. Лубышева Л.И. Современные тенденции развития физической культуры в образовательной среде // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 2023. – № 2. – С. 12-18.
6. Платонов В.Н. Физическая подготовка студентов: новые технологии и методы: монография. – М.: Советский спорт, 2020. – 320 с.
7. Приказ Министерства спорта Российской Федерации от 31 октября 2022 г. № 878 «Об утверждении федерального стандарта спортивной подготовки по виду спорта «физическая культура»« // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: http://pravo.gov.ru (дата обращения: 25.03.2025).
8. Трофимов А.В., Иванова Е.С. Влияние онлайн-тренировок на мотивацию студентов к занятиям физической культурой // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2022. – № 4. – С. 67-74.

Перещук А.С.,
студент,
Научный руководитель: ***Посохова Т.В.***
к.п.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ПОДВИЖНЫЕ ИГРЫ КАК СРЕДСТВО АДАПТАЦИИ ПЕРВОКУРСНИКОВ И СОЗДАНИЯ БЛАГОПРИЯТНОГО МИКРОКЛИМАТА В СТУДЕНЧЕСКИХ ГРУППАХ

Аннотация: Подвижные игры являются эффективным инструментом социальной и психологической адаптации студентов первого курса. В статье рассматривается их влияние на микроклимат группы, уровень сплоченности и доверия между обучающимися. Эмпирическое исследование подтверждает целесообразность включения игр в образовательную среду.

Ключевые слова: подвижные игры; адаптация студентов; межличностные отношения; микроклимат группы; сплоченность; психологическая атмосфера; активные методы.

Pereshchuk A.S.,
Student,

Scientific Advisor: ***Posokhova T.V.,***
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

MOBILE GAMES AS A MEANS OF ADAPTATION OF FIRST-YEAR STUDENTS AND CREATION OF A FAVORABLE MICROCLIMATE IN STUDENT GROUPS

Abstract: Mobile games are an effective tool for the social and psychological adaptation of first-year Students. The article examines their impact on group climate, cohesion level, and interpersonal trust. An empirical study confirms the relevance of incorporating games into the educational environment.

Keywords: mobile games; Student adaptation; interpersonal relations; group climate; cohesion; psychological atmosphere; active methods.

Активные формы взаимодействия, такие как подвижные игры, играют значимую роль в укреплении связей внутри студенческого коллектива, содействуя формированию комфортной и поддерживающей атмосферы в учебной группе. Эти игры не только помогают преодолеть начальный стресс у студентов, но и способствуют выстраиванию доверительных отношений, активизируют коммуникативные процессы и формируют чувство принадлежности к общности. [1]

Переход к обучению в высшем учебном заведении − один из наиболее стрессовых и переломных этапов в жизни молодого человека. Студенты впервые сталкиваются с необходимостью самостоятельно организовывать своё время, адаптироваться к новым требованиям, условиям, а также активно выстраивать коммуникацию с преподавателями и однокурсниками. Сам факт смены привычной образовательной среды − от школы или колледжа к университету − нередко вызывает дезориентацию, тревожность и снижение уверенности в себе. [5]

Особенно остро эти изменения переживаются студентами первого курса, находящимися на стадии интенсивного личностного и профессионального становления. Они испытывают давление не только из-за увеличившейся академической нагрузки, но и из-за потребности в социальной адаптации: необходимо в короткие сроки влиться в новый коллектив, наладить контакт с кураторами, освоиться в незнакомой обстановке. Часто этому препятствуют скованность, застенчивость, низкий уровень коммуникативных навыков, а также внутренние переживания, связанные с переходом во взрослую жизнь.

В этих условиях особую значимость приобретают интерактивные и эмоционально окрашенные формы взаимодействия, способствующие снятию напряжения и формированию позитивного микроклимата в группе. Одним из наиболее доступных и эффективных инструментов являются подвижные игры, которые позволяют мягко и ненавязчиво вовлечь студентов

в активное взаимодействие, развить чувство коллективной принадлежности, а также стимулировать личную инициативу и эмоциональную открытость.

Подвижные игры выполняют сразу несколько функций:

1. Физическая разрядка снижает уровень утомления и напряжения, вызванного длительным пребыванием в учебных аудиториях.

2. Социальное сближение происходит через совместное участие, необходимость командной работы и взаимопомощи.

3. Психологическая поддержка реализуется за счёт положительных эмоций, смеха, игры и ощущения успеха в неформальной обстановке.

Таким образом, использование подвижных игр на этапе адаптации первокурсников может быть не просто вспомогательной активностью, а осознанной методикой поддержки и развития студенческого коллектива, направленной на формирование комфортной образовательной среды.

Целью настоящей работы является изучение влияния подвижных игр на адаптационные процессы среди первокурсников и анализ их влияния на внутригрупповой микроклимат.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Рассмотреть существующие подходы к адаптации студентов в вузах.

2. Выяснить, каким образом игровые методы способствуют развитию межличностных связей.

3. Провести эмпирическое исследование с целью выявления эффективности использования подвижных игр

4. Разработать практические рекомендации по применению подвижных игр в образовательной среде. [3] [4]

Эксперимент проводился в рамках учебного семестра (сентябрь 2024 – январь 2025) среди 104 студентов специального медицинского направления Московского политехнического университета. Участники были разделены на две выборки: контрольную (52 студента, традиционный учебный подход) и экспериментальную (52 студента, с регулярным использованием подвижных игр).

Для анализа были применены: анкетирование, индекс групповой сплочённости (методика К. Сишора), оценка микроклимата (по В.М. Завьялову), психологическая диагностика уровня доверия и вовлеченности. [2]

Предполагалось, что:

1. Интеграция подвижных игр в учебный процесс положительно сказывается на адаптации студентов.

2. Подобные практики способствуют формированию крепких межличностных связей.

3. Групповая сплоченность в экспериментальной группе возрастёт в большей степени, чем в контрольной.

После завершения исследования были зафиксированы следующие изменения:

– Показатель сплоченности в экспериментальной группе увеличился с 10,29 до 12,02 балла, тогда как в контрольной − с 10,21 до 10,44.

– Психологический климат в экспериментальной выборке улучшился до 31,15 балла (против 24,65 в контрольной).

Полученные данные свидетельствуют о высоком потенциале подвижных игр в образовательной практике, особенно в контексте адаптации студентов первого курса. Применение игровых форм позволило создать более благоприятную атмосферу в учебных группах, что выразилось в значительном улучшении показателей сплочённости, доверия и психологического комфорта.

Участники, регулярно вовлечённые в игровые активности, демонстрировали более высокий уровень доверия к однокурсникам и кураторам, охотнее вступали в диалог, проявляли инициативу при выполнении коллективных заданий. Это указывает на то, что формат подвижных игр способствует снятию социальных барьеров и активизации межличностного общения. Особенно заметно это было у студентов, изначально склонных к замкнутости или испытывающих стресс от нового окружения.

Кроме того, наблюдалась выраженная тенденция к росту сотрудничества − студенты стали чаще объединяться для решения задач, помогать друг другу, делиться опытом. Это не только облегчает адаптацию, но и формирует важные профессиональные навыки, востребованные в будущем: командную работу, эмпатию, гибкость мышления.

Инициативность также возросла: многие участники проявляли интерес к организации новых игр, вносили свои идеи, стремились к роли координаторов в командах. Это говорит о включённости студентов в образовательный процесс, усилении их внутренней мотивации и ощущении своей значимости в группе.

Нельзя не отметить и психологический эффект: у студентов в экспериментальной группе отмечалось снижение уровня тревожности, улучшение эмоционального состояния и повышение уверенности в себе. Игровая деятельность выступала своеобразным механизмом снятия напряжения, помогая справляться с учебной нагрузкой и социальной адаптацией.

Таким образом, подвижные игры показали себя не просто как развлекательный элемент, а как мощный инструмент психолого-педагогической поддержки студентов на начальном этапе обучения. Их систематическое применение может стать эффективной частью образовательной среды, способствующей не только адаптации, но и всестороннему развитию личности обучающегося. [5]

Результаты исследования позволяют выработать конкретные рекомендации для преподавателей и кураторов академических групп. Во-первых, при организации внеучебной деятельности в начале учебного года следует отводить время на проведение адаптационных игр, направленных на знакомство и командообразование. Наиболее эффективными показали себя игры с элементами совместного преодоления препятствий и задач, требующих слаженного взаимодействия.

Во-вторых, подвижные игры могут быть полезны и в рамках учебного процесса, особенно на занятиях, связанных с развитием коммуникативных навыков, лидерства и эмоционального интеллекта. Их включение в образовательную программу способствует не только улучшению психологического климата, но и более высокой вовлеченности студентов.

Кроме того, рекомендуется привлекать студенческий актив к организации таких мероприятий, что способствует формированию у первокурсников чувства ответственности и принадлежности к академическому сообществу. Эстафеты с теннисной ракеткой и мячиком

Эта игра представляет собой классическую эстафету, где участник должен пронести мячик на теннисной ракетке, не уронив его, и передать «эстафету» следующему игроку. Задание требует сосредоточенности, чувства равновесия и аккуратности. Игра помогает развивать координацию движений и внимание, способствует активизации соревновательного духа, при этом формируя командную сплочённость за счёт общей цели.

4. Игры с обручами

Участникам предлагается пройти через обруч, пролезть сквозь него, катить по заданной траектории или выполнять задания с удержанием баланса внутри обруча. Эти упражнения направлены на развитие гибкости, ловкости и равновесия. Кроме того, при групповых заданиях, например, одновременном прохождении обруча несколькими участниками, тренируются навыки согласованных действий и доверия между членами команды.

5. Бадминтон с воздушными шарами

Игра ведётся в парах или небольших группах, где участникам необходимо перекидывать воздушный шар друг другу с помощью ракеток или просто ладонями. Медленное движение шара даёт возможность всем участникам включиться в игру, независимо от уровня физической подготовки. Такая форма активности обеспечивает щадящую физическую нагрузку, развивает реакцию, глазомер, а также формирует лёгкую и весёлую атмосферу, снимающую стресс и напряжение.

6. «Меткий стрелок»

Игра заключается в метании мягких мячей в определённую цель − корзину, обруч, мишень на стене и т.п. Можно организовать как индивидуальное, так и командное соревнование. Упражнение развивает меткость, концентрацию, контроль движений и уверенность в своих силах. В условиях команды добавляется элемент поддержки друг друга, что усиливает чувство сплочённости.

7. Прыжки по «кочкам»

На полу размещаются кружки, коврики, листы бумаги или другие обозначения, имитирующие «кочки». Задача − прыгать по ним, не наступая на «болото» (пол между кочками). Задание требует хорошего чувства равновесия и пространственной ориентации. При групповом формате учащиеся могут помогать друг другу, подсказывать путь, что стимулирует развитие эмпатии, командной поддержки и совместного решения задач.

Кроме того, рекомендуется привлекать студенческий актив к организации таких мероприятий, что способствует формированию у первокурсников чувства ответственности и принадлежности к академическому сообществу.

Представленные результаты подтверждают значимость внедрения игровых методик в образовательную среду. Подвижные игры могут быть успешно интегрированы в программы адаптации, спортивно-оздоровительные мероприятия и внеучебную деятельность. Их использование целесообразно не только в начале обучения, но и на протяжении всего учебного курса для поддержания командного духа и психологического комфорта студентов.

Список литературы

1. Абрамова Г.С. Введение в практическую психологию. − М.: Академический проект, 2001. − 368 с.

2. Завьялов В.М. Социально-психологический климат в трудовом коллективе. − М.: Экономика, 1984. − 160 с.

3. Козлова Е.Н., Тихомандрицкая О.А. Игровые технологии в образовании. − М.: Академия, 2009. − 208 с.

4. Петрова Т.П. Адаптация студентов к обучению в вузе: психолого-педагогические аспекты // Высшее образование в России. − 2010. − №3. − С. 132–137.

5. Чудинова И.В. Подвижные игры как средство формирования коммуникативных навыков студентов // Теория и практика физической культуры. − 2019. − №8. − С. 42–44.

Понкратов С.А.
студент,
Научный руководитель: ***Черкасова Е.В.***
старший преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ САХАРА И ЗАВИСИМОСТЬ ОТ НЕГО. ВЛИЯНИЕ САХАРА НА ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНТОВ И ЗДОРОВЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ

Аннотация. Здоровое питание является основой здорового образа жизни и профилактикой множества заболевания. Особенно остро данная проблема проявляется в последние десятилетия с стремительным развитием пищевой промышленности. Вредная еда попросту вкуснее, не требует готовки, да и стоит зачастую дешевле, а в максимально уязвимом положении находятся студенты, у которых постоянный стресс, нехватка времени и финансовых возможностей. А одним из самых вредных, вызывающим несчетное число болезней, продуктов является всем нам известный сахар. Порой люди даже приблизительно не представляют сколько они его потребляют и какими последствиями им это грозит. В этой статье мы попробуем разобраться во вреде сахара и как не получить зависимость от него, чтобы его избыток не привел к ожирению, диабету и прочим недугам.

Ключевые слова: сахар; суточная норма; здоровый образ жизни.

Ponkratov S.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Cherkasova E.V.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

NEGATIVE EFFECTS OF SUGAR AND DEPENDENCE ON IT. INFLUENCE OF SUGAR ON STUDENTS' HEALTH AND HEALTHY LIFESTYLE.

Abstract. Healthy eating is a healthy lifestyle and disease prevention. The problem is especially acute in the latest achievements in the field of rapid development of the food industry. Harmful food of moderate taste, does not require cooking, and is often cheaper, in the conditions of the greatest vulnerability of the situation of Students, in conditions of constant stress, lack of time and financial opportunities. One of the most harmful products that causes countless diseases is the well-known sugar. Sometimes people do not even have an approximate idea of how much they consume and what consequences it threatens. In this article, we check how harmful sugar is and what daily norm is necessary so that its excess does not lead to obesity, diabetes and other ailments.

Keywords: sugar; daily intake; healthy lifestyle.

Введение

Правильное питание − это ключ к здоровому образу жизни. Неправильная организация питания в виде дефицита или избытка определенных продуктов и веществ неизбежно приводит к различным заболеваниям, в связи с чем невероятно важно сделать донесение подобной информации до студентов тенденцией в развитии физической культуры и спорта в сфере высшего образования.

В 2022 году избыточный вес обнаружен у 2,5 миллиарда человек старше 18. Из них более 890 миллионов были с ожирением. С 90-х годов процент людей, страдающих ожирением, удвоился. [2]

В России же ситуация на данный момент обстоит следующим образом (см. Рис.).

Исследования полезных и вредных свойств сахара проводятся уже давно. На данный момент выявлено множество таких свойств, приведенных в таблице 1. Сладость воспринимается как искусственная пища, и привыкание к ней возникает инстинктивно, когда организму не хватает калорий из натуральных продуктов. Подсчитано, что в год среднестатистический человек потребляет около 80 кг сахара, что слишком много, так как суточная доза не должна превышать 50-100 граммов. Конечно, кто-то потребляет лишь четверть или восьмую часть этого количества, а кто-то вообще не ест

сахар, но речь идет именно о злоупотреблении сладким. Оно может привести к серьезным последствиям.

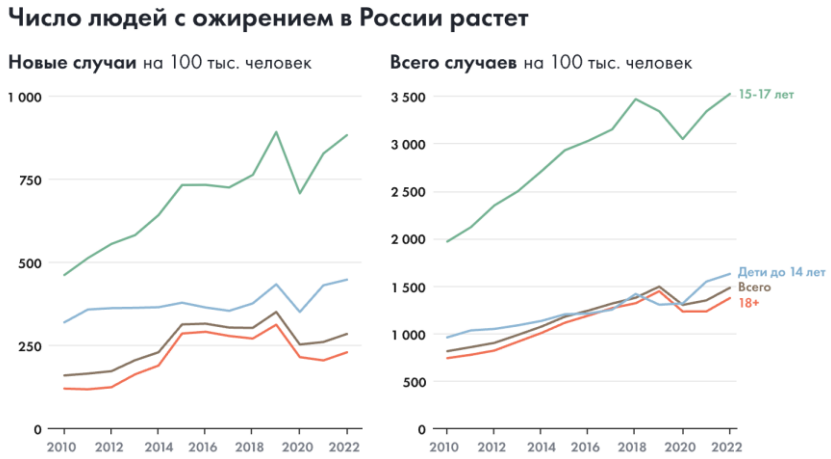


Рис. Динамика изменения количества людей с избыточным весом в России

Таблица 1

Полезное и вредное воздействие сахара на организм

Вредные последствия	Положительные последствия
Диабет, кариес, ожирение, язвенный колит, молочница, проблемы с кожей, холестерином, эпилепсией, атеросклерозом. Снизятся витамины группы В и появятся утомляемость и депрессия.	Толстый кишечник служит хорошей питательной средой для полезных микроорганизмов, ведущих борьбу с бациллами гноеродными. Поддерживает барьерную функцию печени против токсических веществ благодаря участию в образовании в печени так называемых парных серных и глюкуроновых кислот. Вырабатывает серотонин. Пополняет антиоксиданты.

Сахар можно назвать синонимом углеводов, он был назван так благодаря тому, что углеводы, отрытые первыми, имели сладковатый привкус. Еда, приготовленная с добавлением сахара, может наносить существенный урон организму. Пища с сахаром богата простыми углеводами, которые напрямую влияют на образование жировой ткани. При попадании в организм сахара поднимается уровень глюкозы, в связи с чем поджелудочная начинает усиленную выработку инсулина. Подобные процессы влекут за собой риск сахарного диабета, являющимся заболеванием эндокринной системы, которое возникает при нехватке инсулина и нарушению обмена веществ. [1, с. 15]

В мире насчитывается более 100 млн. людей, болеющих сахарным диабетом. [1, с. 18] Этим заболеванием болеет 6% населения, а в развитых странах число заболевших удваивается каждые 15 лет. Сахарный диабет занимает третье место среди причин смерти после сердечно-сосудистых заболеваний и онкологии. По прогнозам ВОЗ, к 2030 году количество больных сахарным диабетом может достигнуть 400 миллионов человек. [2]

Взрослея, человек постепенно может становиться психологически зависим от регулярного употребления сладкого. Виной этому связь между питанием и настроением. Сахар и крахмал стимулируют работу головного мозга, вызывая выработку нейромедиатора, известного как серотонин. Серотонин действует подобно транквилизатору, он успокаивает возбужденный мозг и снижет тягу к сладкому и мучному. Он регулирует связь между настроением и питанием. Когда уровень серотонина в мозге снижается, человек становится раздражительным, беспокойным и нетерпеливым. Низкий уровень серотонина усиливает тягу к крахмалосодержащим, мучным и сладким блюдам. Как только такая пища попадает в организм, уровень серотонина в крови повышается, и тяга к еде уменьшается. Таким образом, возникает замкнутый круг, ведь с употреблением сахара спустя 1-2 часа человек на определенное время получает ощущение спокойство и удовлетворения. [3]

По статистике, большинство жителей Австралии съедают в день 40 чайных ложек сахара. Это не обязательно шоколад, мороженое или газировка − скрытый сахар содержится в 90% продуктов из супермаркета. Автор фильма «Сахар» – Дэймон в своем эксперименте попробовал употреблять ежедневно рацион среднестатистического австралийца. Перед началом эксперимента он обследовался в больнице с врачами и диетологами. По результатам проверки его показатели сахара и его печень были в полнейшем порядке. Полностью отсутствовал риск проявления диабета. В рамках данного эксперимента автор не употреблял целенаправленно шоколад и мороженое, его пищей стали на первый взгляд «здоровые продукты» в виде йогуртов, соков, хлопьев, фруктов и прочего. Так же число потребляемых калорий в сутки осталось неизменным – 2300. 50% − жиры, 26% − белок и 24% − углеводы. Сделав несложные подсчеты, исследование выявило, что в хлопьях и стакане сока суммарно аж 25 ложек сахара. Спустя 2 недели Дэймон набрал 3,5 кг, а к концу эксперимента все 10. А еще появился риск возникновения диабета. [4]

Эксперимент

Для проведения данного исследования были набраны 4 группы студентов второго и третьего курса по 10 человек. Он в чем-то похож на эксперимент из упомянутого фильма, но является менее радикальным и более коротким. Принцип довольно простой, будет по две группы которые будут придерживаться своей норме калорий, но с 1 нюансом, одни будут стараться есть продукты которые содержат сахар, вторые же напротив будут максимально стараться его исключать, причем разбиение на оставшиеся 2 группы будет производиться по признаку наличия лишнего веса у человека. То есть получаем следующие группы: 1) избыточная масса тела, ограничение в сахаре, 2) вес в норме, ограничение в сахаре, 3) избыточная масса тела, целенаправленное употребление сахара, 4) все в норме, целенаправленное употребление сахара. Эксперимент проводился 2 недели, по результатам респондентам было предложено заполнить следующую таблицу:

Таблица 2

Исследование по влиянию употребления сахара

Номер респондента	Изменение веса (кг)	Эмоциональное состояние в начале эксперимента	Эмоциональное состояние в конце эксперимента	Эмоциональное состояние после
n	+/- n кг	Подавленное/Нормальное/Оптимистичное	Подавленное/Нормальное/Оптимистичное	Подавленное/Нормальное/Оптимистичное

Эксперимент призван выявить на сколько сильно сахар оказывает влияние на вес человека и так ли сильно он вызывает дофаминовую зависимость.

Результаты исследования

По результатам эксперимента заметно, что в группе людей с избытком массы тела и дефицитом сахара в таблице 3 эмоциональное состояние со временем эксперимента улучшалось после резкого провала, а вес снизился и приблизился к более здоровому, для людей с нормальной массой тела в таблице 4 картина так же положительная, эксперимент на них отразился в меньшей мере, но большая часть из них начала чувствовать себя лучше, незначительные изменения произошли так же для группы с избытком массы тела, которые ели сахар целенаправленное таблица 5, по всей видимости они приблизительно так и питаются в обычной жизни, самое негативное влияние получили люди с нормальной массой тела, они практически все прибавили в весе и после эксперимента испытывали затруднения к возвращению к своему старому режиму питания таблица 6, что может вывести нас к однозначным выводам.

Таблица 3

Избыточная масса тела и ограничение в сахаре

Номер респондента	Изменение веса (кг)	Эмоциональное состояние в начале эксперимента	Эмоциональное состояние в конце эксперимента	Эмоциональное состояние после
1	-2	Подавленное	Оптимистичное	Оптимистичное
2	-3	Подавленное	Оптимистичное	Оптимистичное
3	0	Оптимистичное	Оптимистичное	Нормальное
4	-3	Подавленное	Нормальное	Оптимистичное
5	-1	Нормальное	Оптимистичное	Оптимистичное
6	-4	Подавленное	Нормальное	Нормальное
7	-2	Подавленное	Оптимистичное	Оптимистичное
8	-1	Подавленное	Оптимистичное	Оптимистичное
9	0	Нормальное	Нормальное	Нормальное
10	-5	Подавленное	Оптимистичное	Оптимистичное

Таблица 4

Вес в норме и ограничение в сахаре

Номер респондента	Изменение веса (кг)	Эмоциональное состояние в начале эксперимента	Эмоциональное состояние в конце эксперимента	Эмоциональное состояние после
1	0	Нормальное	Оптимистичное	Оптимистичное
2	0	Нормальное	Нормальное	Оптимистичное
3	-1	Нормальное	Нормальное	Нормальное
4	+1	Подавленное	Нормальное	Нормальное
5	0	Нормальное	Оптимистичное	Оптимистичное
6	-1	Оптимистичное	Нормальное	Нормальное
7	0	Подавленное	Нормальное	Нормальное
8	0	Подавленное	Нормальное	Нормальное
9	0	Нормальное	Нормальное	Нормальное
10	-2	Нормальное	Оптимистичное	Оптимистичное

Таблица 5

Избыточная масса тела, целенаправленное употребление сахара

Номер респондента	Изменение веса (кг)	Эмоциональное состояние в начале эксперимента	Эмоциональное состояние в конце эксперимента	Эмоциональное состояние после
1	0	Оптимистичное	Оптимистичное	Нормальное
2	0	Оптимистичное	Нормальное	Нормальное
3	0	Нормальное	Нормальное	Нормальное
4	+2	Нормальное	Нормальное	Нормальное
5	0	Оптимистичное	Оптимистичное	Нормальное
6	+1	Оптимистичное	Нормальное	Нормальное
7	+3	Нормальное	Подавленное	Нормальное
8	0	Нормальное	Нормальное	Нормальное
9	+2	Подавленное	Подавленное	Подавленное
10	-1	Оптимистичное	Оптимистичное	Оптимистичное

Таблица 6

Вес в норме, целенаправленное употребление сахара.

Номер респондента	Изменение веса (кг)	Эмоциональное состояние в начале эксперимента	Эмоциональное состояние в конце эксперимента	Эмоциональное состояние после
1	*2*	*3*	*4*	*5*
1	+1	Нормальное	Оптимистичное	Нормальное
2	+2	Подавленное	Нормальное	Подавленное
3	+3	Оптимистичное	Нормальное	Подавленное

Окончание табл. 6

1	*2*	*3*	*4*	*5*
4	+1	Нормальное	Оптимистичное	Нормальное
5	0	Оптимистичное	Оптимистичное	Оптимистичное
6	+1	Нормальное	Нормальное	Нормальное
7	0	Нормальное	Оптимистичное	Подавленное
8	+5	Оптимистичное	Нормальное	Подавленное
9	+2	Нормальное	Подавленное	Подавленное
10	0	Нормальное	Оптимистичное	Оптимистичное

Выводы

В конце двух недель эксперимента, очевидно, что сахар способен оказывать огромное влияние на здоровье студентов и вызывать зависимость.

В группе с избытком массы тела и ограничением сахара эксперимент привел к улучшению эмоционального состояния и снижению веса после подавленного состояния в начале эксперимента, когда сахар ограничили.

Студенты, у которых масса тела была в норме и так же присутствовало нормальное количество сахара в рационе, так же подметили улучшение эмоционального и физического состояния в конце эксперимента.

Однако все студенты, которые целенаправленно употребляли больше сахара заметили перепады настроения, подавленность и увеличение веса в конце эксперимента.

Данные результаты демонстрируют насколько важно осознанно подходить к вопросу питания и особенно употреблению сахара. Участники, решившие нормализовать его потребление отметили улучшение как психоэмоционального, так и физического состояния. Их настроение стало стабильнее, энергии стало больше, а вес стал ближе к норме. У людей с высоким потреблением сахара эффект диаметрально противоположный.

Данное исследование доказывает необходимость донесения данной информации до студентов. В нашей стране ежегодно происходит планомерное развитие дисциплины физической культуры и спорта и было бы очень полезно, чтобы возникла тенденция популяризация знаний о здоровом образе жизни и питании, ведь многие вещи, которые казались полезными, вроде фруктового сока, йогурта и прочих продуктов могут при чрезмерном потреблении вызвать серьезные проблемы со здоровьем.

Список литературы

1. Мелконян Ж.А., Потапова Ю.В. Рациональное питание в лечении сахарного диабета // приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2013, № 4. – С. 15-18.

2. Ожирение и избыточный вес. Информационный бюллетень Март 2024 г. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/ru/

3. Палаткин В. В. Влияние сахара на организм человека [Электронный ресурс] // Астраханский государственный университет. – URL:

https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sahara-na-organizm-cheloveka/viewer (дата обращения: 11.03.2025)

4. Сахар [Документальный фильм] ; режиссер Дамиан О'Коннор ; продюсеры: Стивен О'Келли, Никки Ланн. – Австралия, 2014. – 1 час 30 мин.

Романов К.В.
студент,
Научный руководитель: ***Щербин Д.В.,***
к.п.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

К ВОПРОСУ О ПОЛЬЗЕ ВЫПОЛНЕНИЯ СПОРТИВНОГО УПРАЖНЕНИЯ «БАБОЧКА»

Аннотация. Данное исследование направлено на определение соответствия представлений студентов о пользе упражнения «бабочка» научным фактам, основанным на анатомии тазобедренного сустава и биомеханике данного упражнения. Актуальность работы обусловлена широким применением упражнения «бабочка» в различных дисциплинах для разминки, а также для повышения гибкости и подвижности тазобедренного сустава, таких как физическая культура, спортивная гимнастика, йога и единоборства. Цель исследования − выявить и проанализировать статистические данные о восприятии упражнения студентами, а затем сравнить их с результатами научного анализа биомеханики «бабочки» и её влияния на здоровье. Это исследование имеет важное значение для развития объективного понимания «бабочки» как спортивного элемента, что позволит принимать обоснованные решения для ее тренировок.

Ключевые слова: здоровье; физическая активность; бабочка; польза бабочки; вред бабочки; тазобедренный сустав; травмы тазобедренного сустава.

Romanov K.V.
Student,
Scientific Advisor: ***Shcherbin D.V.,***
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

ON THE BENEFITS OF PERFORMING THE «BUTTERFLY» EXERCISE

Abstract. This study aims to assess the alignment of Students' perceptions of the benefits of the «butterfly» exercise with scientific facts based on the anatomy of the hip joint and the biomechanics of this movement. The relevance of this research is driven by the widespread use of the «butterfly» exercise in various disciplines for warm-ups, as well as for improving hip joint flexibility and mobility, such as physical education, gymnastics, yoga, and martial arts. The objective of the study is to collect and analyze statistical data on Students' perceptions of

the exercise and then compare them with scientific analyses of the biomechanics of the «butterfly» exercise and its impact on health. This research is significant for developing an objective understanding of the «butterfly» as a sports element, enabling informed decisions for its training.

Keywords: health; physical activity; butterfly exercise; benefits of the butterfly exercise; risks of the butterfly exercise; hip joint; hip joint injuries.

Введение

Бабочка – это упражнение, направленное на растяжку внутренних мышц бедра. Движение выполняется в положении сидя. Его суть заключается в сгибании ног в коленях, постановкой внешних частей стоп упором в пол с соединением их внутренних частей друг с другом и дальнейшим отведением ног на максимально возможный угол (180 градусов в сумме, по 90 градусов на каждую ногу).

Упражнение может быть выполнено с дополнительной нагрузкой, например, через воздействие со стороны преподавателя, с использованием утяжелителей или с применением сопротивления, создаваемого упором рук на внутреннюю поверхность бедра или на коленный сустав самим выполняющим. Также может быть, как статическим, так и динамическим, с попеременным приведением и отведением ног в сторону с определённой периодичностью.

Благодаря своей универсальности и кажущейся простоте, упражнение находит применение как в профессиональном спорте, так и в любительских тренировках, включая занятия для людей с разным уровнем физической подготовки.

Однако, несмотря на широкое использование упражнения «бабочка» в различных спортивных дисциплинах, остаётся неопределённым, насколько оно действительно полезно с точки зрения физиологии и биомеханики. В связи с этим было принято решение провести комплексное исследование, состоящее из опроса студентов и подробного изучения влияния упражнения «бабочка» на здоровье человека.

Материалы и методы исследований

Для оценки популярности и пользы «бабочки» был проведен опрос студентов Московского Политеха (юноши и девушки) методом анкетирования. В ходе опроса была собрана информация о их субъективном опыте, полученном при выполнении упражнения: частота занятий, мнение пользы и эффективности, а также наличие или отсутствие дискомфорта во время выполнения упражнения. Проведение опроса осуществлялось в форме анонимного онлайн-опроса (Google Forms), а полученные результаты были обработаны с использованием статистических методов.

Для решения задач исследования была проанализирована научная литература по биомеханике «бабочки», детально рассмотрена анатомия тазобедренного сустава и объем его движения.

Анализ результатов опроса

В результате опроса были сформированы следующие ключевые выводы:

Во-первых, несмотря на популярность упражнения «бабочка» среди студентов (70% выполняют его с различной регулярностью), сознательность его использования остается низкой. Значительная часть респондентов (30,8%) не понимает его основной цели, а наиболее распространенной мотивацией является желание прижать колени к полу, вместо улучшения гибкости и подвижности.

Во-вторых, хотя около половины опрошенных считают, что упражнение улучшает гибкость тазобедренного сустава, большая часть респондентов (около 40%) испытывает дискомфорт во время его выполнения. Это может говорить о рисках неправильного выполнения или индивидуальных ограничениях в подвижности суставов.

В-третьих, практически половина студентов прибегает к дополнительной нагрузке для увеличения эффективности упражнения, что в случае неправильного выполнения может повысить риск травмирования.

Наконец, результаты опроса показывают неоднозначное отношение к эффекту от выполнения упражнения. Почти 39% студентов затрудняются оценить его безопасность, а 28% допускают вероятность негативных последствий. Это подчеркивает необходимость дополнительного изучения техники выполнения упражнения «бабочка», возможных негативных последствий и последующего информирования самих студентов.

Анатомия тазобедренного сустава

Тазобедренный сустав (ТБС) является ключевым элементом в упражнении «бабочка», так как именно он отвечает за движение бедер в стороны. Сустав образован двумя основными костями: бедренной и тазовой. Верхняя часть бедренной кости представлена головкой бедренной кости, которая входит в вертлужную впадину тазовой кости, образуя шаровидное сочленение (Рисунок 1). Такое строение обеспечивает широкий диапазон движений, в том числе отведение бедра, что является основным движением в упражнении «бабочка».

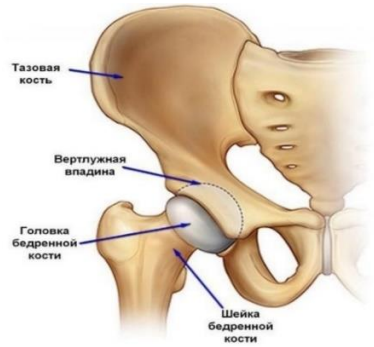


Рис. 1. Головка бедренной кости в вертлужной впадине

В связи с анатомическими особенностями, возрастными ограничениями, наличием или отсутствием спортивного опыта выделяют три типа угла наклона шейки бедренной кости:

- Coxa vara, угол наклона < 120 °. Данный тип характеризуется ограниченным диапазоном движения во всех плоскостях;
- Coxa valga, угол наклона > 135 °. Данный тип характеризуется увеличенным диапазоном движения во всех плоскостях;
- Normal, угол наклона составляет 120 – 130 °.

Угол расположения шейки бедренной кости напрямую влияет на объем движений в тазобедренном суставе. Так, например, амплитуда отведения бедра у человека с «*coxa vara*» будет составлять значение, как минимум, на 15° меньшее, чем у человека с «*coxa valga*».

Движения в тазобедренном суставе

Упражнение «бабочка» в основном из двух движений: отведение и супинация бедра. Диапазон этих движений на уровне костной структуры составляет 30 – 45 градусов [4][5] (Рисунок 2).

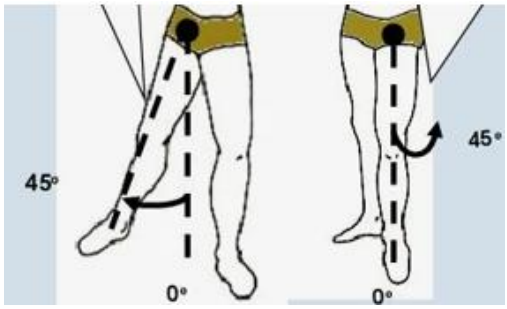


Рис. 2. Отведение (слева) и супинация (справа) бедра

Отведение бедра − это движение, при котором нога отводится в сторону от средней линии тела. В упражнении «бабочка» это движение происходит, когда стопы находятся вместе, а колени расставлены в стороны. Основные мышцы, отвечающие за отведение бедра [6]: средняя ягодичная мышца, малая ягодичная мышца и напрягатель широкой фасции.

Супинация бедра − это вращение бедра наружу, при котором колени и стопы разворачиваются в стороны. Это движение активирует [6]: подвздошно-поясничная мышца, малая и большая ягодичные мышцы, грушевидная, квадратная, внутренняя и наружная запирательная мышцы

Следует отметить, что движение выполняется в положении сидя с согнутыми ногами, что также включает сгибание в тазобедренном суставе. Ключевую роль в этом движении играет подвздошно-поясничная мышца, отвечающая за сгибание бедра и стабилизацию поясничного отдела позвоночника. Кроме того, данная мышца участвует в поддержании прямой осанки. Если упражнение выполняется с округленной спиной и недостаточной активацией подвздошно-поясничной мышцы, это может привести к ее чрезмерному растяжению и перегрузке поясничного отдела.

Взаимосвязь между мышечной и костной структурой

Амплитуда движений в тазобедренном суставе при выполнении упражнения «бабочка» зависит как от строения костной структуры, так и от активности и развитости мышц.

Костный фактор играет ключевую роль: угол наклона шейки бедренной кости (coxa vara, coxa valga или normal) определяет, насколько бедро может отводиться и вращаться наружу. Например, это означает, что человек с типом строения бедренной кости *«coxa vara»* градусам потенциально не способен прижать колени к полу во время выполнения упражнения «бабочка», то есть отвести ноги на 180 градусов, не повреждая при этом связочный аппарат. Это связано с тем, что головка бедренной кости раньше упирается в край вертлужной впадины, создавая костный блок. В результате бедро не может развернуться наружу в полной мере, а дополнительное давление приводит не к увеличению амплитуды, а к избыточному растяжению суставной капсулы и связочного аппарата. Однако, в случае же остальных типов строения, анатомически это движение возможно.

Стоит отметить, что развитость и эластичность мышц, участвующих в отведении и супинации бедра, также оказывают значительное влияние на диапазон движений. Если они недостаточно развиты или находятся в чрезмерном тонусе (укороченном состоянии), движение может быть затруднено даже при благоприятном строении костей.

Дополнительная нагрузка

При выполнении упражнения «бабочка» нередко применяется дополнительное давление на бедра, что в оптимальном варианте может способствовать развитию гибкости, улучшению подвижности тазобедренного сустава и растяжению мышц, участвующих в отведении и наружной ротации бедра. Однако не всегда такая практика используется корректно, и за ней могут скрываться и другие причины:

- Попытка компенсировать нехватку подвижности – если ТБС или эластичность мышц не позволяют широко развернуть бедро, человек может использовать внешнюю силу, чтобы добиться большего диапазона движений.
- Желание ускорить прогресс – кажется, что чем сильнее давление, тем лучше растяжка.
- Заблуждение о «правильной» технике – многие считают, что главная цель упражнения – прижать колени к полу.

Такой подход может создать неконтролируемую нагрузку на тазобедренный сустав, особенно если во время надавливания мышцы бедра остаются расслабленными. Именно работа мышц обеспечивает стабильность и защиту сустава от чрезмерного растяжения или травм. Когда они не активны, сустав оказывается в уязвимом положении: капсула и связки получают чрезмерное растяжение, а в худшем случае возможно даже повреждение хрящевой ткани или травма сустава.

Если при выполнении упражнения создается дополнительная нагрузка, крайне важно, чтобы процесс оставался контролируемым, а мышцы бедра активно участвовали в движении. Это необходимо для защиты тазобедренного сустава и предотвращения травм.

Основной принцип безопасного увеличения амплитуды движения – активное сопротивление. Когда мышцы-стабилизаторы (например, ягодичные, подвздошно-поясничная и глубокие вращатели бедра) работают, они создают опору для сустава, не позволяя чрезмерному растяжению связок и капсулы. Кроме того, при создании дополнительного давления важно:

- Подключать мышцы-антагонисты.
- Использовать принцип ПИР (постизометрической релаксации).
- Избегать резких и чрезмерных усилий.
- Давление должно создаваться силами самого спортсмена, а не внешним воздействием со стороны тренера или утяжелителей.

Выводы

В результате исследования были получены следующие результаты:

1) Согласно проведенному опросу, было выявлено, что упражнение «бабочка» является достаточно популярным среди студентов (70%). Однако уровень осознанности его выполнения остается низким: многие считают, что основная цель – привести колени к полу. Кроме того, около 40% опрошенных испытывают дискомфорт при выполнении упражнения несмотря на то, что большая часть студентов не считает это упражнение вредным. Также важно отметить, что почти половина использует дополнительную нагрузку, чаще всего за счет внешнего давления со стороны тренера.

2) С учетом анализа анатомии тазобедренного сустава, мышц и биомеханики движения, была сформулирована гипотеза о том, что люди с типом строения бедра «coxa vara» (с уменьшенным углом наклона шейки бедра) имеют костно-суставное ограничение на полное приведение коленей

к полу. Кроме того, было рассмотрено влияние дополнительной нагрузки: если она применяется при расслабленных мышцах, без стабилизации и за счет внешнего воздействия, это может привести к чрезмерному растяжению капсулы и связок, ухудшению работы тазобедренного сустава и даже к травме хрящевой ткани.

С учетом полученных данных можно заключить, что упражнение «бабочка» в целом является безопасным, однако для людей с типом строения бедра «coxa vara» приведение коленей к полу может быть затруднено или даже рискованно. Кроме того, безопасность выполнения зависит от осознанного подхода: важно избегать чрезмерного и, что не мало важно, внешнего давления, поддерживать активную работу мышц и стабилизацию сустава. Нарушение этих принципов может привести к перегрузке связок, капсулы сустава и, в худшем случае, к травмам.

Список литературы

1. Анатомия и биомеханика тазобедренного сустава // Студенческий научный форум – 2022 URL: https://scienceforum.ru/2022/article/2018030373 (дата обращения: 10.03.2025).
2. Исследование пассивных движений в тазобедренном суставе // МедУнивер URL: https://meduniver.com/Medical/travmi/passivnie_dvigenia_tazobedrennogo_sustava.html (дата обращения: 10.03.2025).
3. Инструментальные методы исследования эффективности в ФР // Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи URL: https://present5.com/rossijskij-gosudarstvennyj-universitet-fizicheskoj-kultury-sporta-molodezhi/ (дата обращения: 10.03.2025).
4. Мышцы нижних конечностей человека // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мышцы_нижних_конечностей_человека (дата обращения: 10.03.2025).
5. Синельников Р.Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. – 8-е изд. – М.: Новая волна, 2023. – 488 с.
6. Эшвелл К. Популярная анатомия человека. – 2-е изд. – М.: Эксмо, 2013. – 304 с.
7. Anatomy and Biomechanics of the Hip Joint // Student Scientific Forum – 2022. URL: https://scienceforum.ru/2022/article/2018030373 (accessed: 10.03.2025).
8. Ashwell K. Popular Human Anatomy. – 2nd ed. – Moscow: Eksmo, 2013. – 304 p.
9. Instrumental Methods for Evaluating Efficiency in Physical Rehabilitation // Russian State University of Physical Culture, Sports, and Youth. URL: https://present5.com/rossijskij-gosudarstvennyj-universitet-fizicheskoj-kultury-sporta-molodezhi/ (accessed: 10.03.2025).
10. Muscles of the Lower Limbs of Humans // Wikipedia. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Мышцы_нижних_конечностей_человека (accessed: 10.03.2025).
11. Sinelnikov R.D., Sinelnikov Y.R., Sinelnikov A.Y. Atlas of Human Anatomy. – 8th ed. – Moscow: Novaya Volna, 2023. – 488 p.
12. Study of Passive Movements in the Hip Joint // MedUniver. URL: https://meduniver.com/Medical/travmi/passivnie_dvigenia_tazobedrennogo_sustava.html (accessed: 10.03.2025).

Толмацкая И.А., Стрелкова Е.В.
студенты,
Научный руководитель: ***Гончаров Ю.Н.***
старший преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВЛИЯНИЕ ФИТНЕС-БЛОГЕРОВ НА ФИЗИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СТУДЕНТОВ

Аннотация. В статье исследуется роль фитнес-блогеров в формировании физической активности студентов. На основе анализа контента социальных сетей и опроса 120 респондентов раскрыты механизмы влияния цифровых лидеров мнений, включая эмоциональную вовлеченность, геймификацию тренировок и доступность форматов. Выявлены противоречия: с одной стороны, 73% студентов увеличили частоту занятий спортом благодаря блогерам, с другой − 42% столкнулись с травмами из-за отсутствия профессионального контроля. Предложены меры по интеграции медиаграмотности в образовательные программы и созданию этических стандартов для контента.

Ключевые слова: фитнес-блогеры; социальные сети; студенты; физическая активность; дезинформация; медиаграмотность.

Tolmatskaya I.A., Strelkova E.V.
Students,
Scientific Advisor: ***Goncharov Yu.N.***
Senior Lecturer,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

THE INFLUENCE OF FITNESS BLOGGERS ON STUDENTS' PHYSICAL ACTIVITY

Abstract. The article explores the role of fitness bloggers in the formation of Students' physical activity. Based on the analysis of social media content and a survey of 120 respondents, the mechanisms of influence of digital opinion leaders are revealed, including emotional engagement, gamification of workouts and accessibility of formats. Contradictions were revealed: on the one hand, 73% of Students increased the frequency of sports activities due to bloggers, on the other hand, 42% experienced injuries due to lack of professional supervision. Measures to integrate media literacy into educational programs and create ethical standards for content are proposed.

Keywords: fitness bloggers; social media; Students; physical activity; misinformation; media literacy.

Введение

Социальные сети стали для современных студентов не только платформой для общения, но и пространством, где формируются новые привычки. Фитнес-блогеры, сочетающие личный опыт и харизму, превратили физическую активность в модный тренд, доступный каждому. Их короткие ролики,

челленджи и истории о собственных неудачах создают иллюзию дружеского диалога, стирая границы между экспертом и зрителем. Однако за этим могут скрываться серьезные риски − от травм до распространения дезинформации. Данное исследование направлено на поиск баланса между вдохновением и безопасностью.

Основная часть

В цифровую эпоху, когда молодёжь проводит в соцсетях больше времени, фитнес-блогеры оказывают существенное влияние на физическую активность студентов. Соцсети превратились в цифровые площадки, производящие и распространяющие медиаконтент. А здоровый образ жизни становится модным, доступным и даже социально одобряемым трендом. Почему это работает? Ответ кроется в особенностях контента, форматах взаимодействия и самой психологии молодой аудитории.

Фитнес-блогеры − это лидеры мнений, которые специализируются на спорте, питании и здоровом образе жизни. Их контент короткий, емкий и не требующий усилий для восприятия. Секрет популярности фитнес-блогеров − в их человечности. Они показывают свою жизнь с трудностями и неудачами, чтобы стать еще ближе к своей аудитории. Таким образом, студенты воспринимают блогеров как «своих». В этом раскрывается эффект доверия.

Социальные сети стали инструментом мотивации. Это стало возможно, благодаря четырем основным механизмам. Во-первых, личный пример: истории успеха блогеров или экспертов показывают, что цели достижимы, и это вдохновляет аудиторию. Во-вторых, челленджи − они структурируют процесс, превращая рутину в игру. Например, марафоны по бегу или 30-дневные программы обучения. Третий механизм − образовательный контент. Вебинары, короткие видео с лайфхаками или экспертные посты дают пользователям не только мотивацию, но и конкретные инструменты для действий [1]. А группы единомышленников в соцсетях создают ощущение принадлежности, снижая страх неудачи.

В ритме студенческой жизни сложно найти свободное время на спорт, но социальные сети решают эту проблему с помощью короткого контента. Таким образом спорт трансформируется в гибкий ритуал, который встраивается в любое расписание. Фитнес-блогеры понимают и реагируют на потребности студентов. Поэтому их контент − это сжатые, но эффективные программы. Также соцсети предлагают тренировки на любой вкус: танцы, йога, HIIT, силовые и т.д. По результатам проведенного нами опроса, были сделаны следующие выводы: большая часть опрошенных регулярно тренируется или пробовала это делать с помощью контента фитнес-блогеров (рис. 1). Также студенты поделились тем, как такие тренировки повлияли на них. Среди самых популярных ответов: сильно увеличили частоту занятий спортом, помогли разнообразить занятия.



Рис. 1. Диаграмма проведенного опроса

Существует большая доля студентов без финансовой возможности на покупку абонемента в спортзал. Видеоформат решает и эту проблему молодежи. Для занятий нужен только коврик, а вместо гантелей блогеры предлагают бутылки с водой. Стоит учесть, что эти тренировки могут быть и опасны. Проблема в том, что даже самые детальные видео не заменяют взгляд со стороны. Новички часто не чувствуют своих ошибок в выполнении техники, пока не столкнутся с последствиями. Регулярное выполнение упражнений с ошибками приводит к хроническим проблемам: воспалению сухожилий, смещению межпозвоночных дисков, гипертонусу мышц. Всё это не только останавливает прогресс, но и требует времени на восстановление.

Студенческие блоги и онлайн-марафоны стали инструментом вдохновения. Например, блогер из МГУ ведет дневник своей подготовки к экзаменам, собрал аудиторию в 50 тысяч подписчиков и запустил марафон «100 дней продуктивности» [2]. Другой пример − марафон по здоровому образу жизни от студентки-диетолога, где участники вместе тренировались и учились готовить сбалансированные блюда. Такие проекты не только объединяют людей, но и создают позитивную среду для саморазвития. Однако есть и обратная сторона: некоторые блогеры, не имея экспертизы, продвигают опасные методы, например, экстремальные диеты с жесткими ограничениями. Это приводит к случаям госпитализации из-за истощения. При любой степени доверия к блогеру аудитория должна проверять источники, а авторы − нести ответственность за распространяемую информацию. Согласно опросу, почти половина студентов отметили, что контент фитнес-блогеров существенно повысил их вовлеченность в тренировки. Каждый четвертый респондент сообщил, что такой контент помог сделать занятия разнообразнее. При этом треть опрошенных не заметили влияния, а некоторые даже столкнулись с демотивацией из-за завышенных стандартов, демонстрируемых в социальных сетях. Каждый третий студент ежедневно взаимодействует с контентом фитнес-блогеров, а 18% обращаются к нему несколько

раз в неделю. Это подтверждает высокий уровень интереса к теме. При этом лишь 27% респондентов редко следят за такими материалами.

Все перечисленные выводы, сделанные нами в этой работе, основаны на проведенном исследовании целевой аудитории: в нашем случае − студентов. Большая часть опрошенных − студенты в возрасте от 18 до 20 лет, также были участники в возрасте от 21 до 23 лет. Соотношение девушек и парней было примерно одинаковым (54% и 46% соответственно). Большая часть студентов активно занимается спортом (8,3% – ежедневно, 41,7% – 3-5 раз в неделю, 29,2% – 1-2 раза в неделю), но среди опрошенных есть и те, кто проявляет физическую активность редко или вовсе не занимаются ей (рис. 2). Для просмотра контента фитнес-блогеров, как и говорилось выше, молодежь предпочитает такие социальные сети, как YouTube, Telegram, Tik Tok, ВКонтакте. При этом 50% опрошенных просматривает такой контент ежедневно или несколько раз в неделю. Студентов привлекают примеры тренировок, советы по питанию и научные объяснения на тему физической активности и её влияния на организм. Есть и те, кто не интересуются контентом о фитнесе вовсе. Мы смогли выделить самые частые причины такого поведения: нет времени и нет интереса к самой теме (41,7% опрошенных среди тех, кто не интересуется).

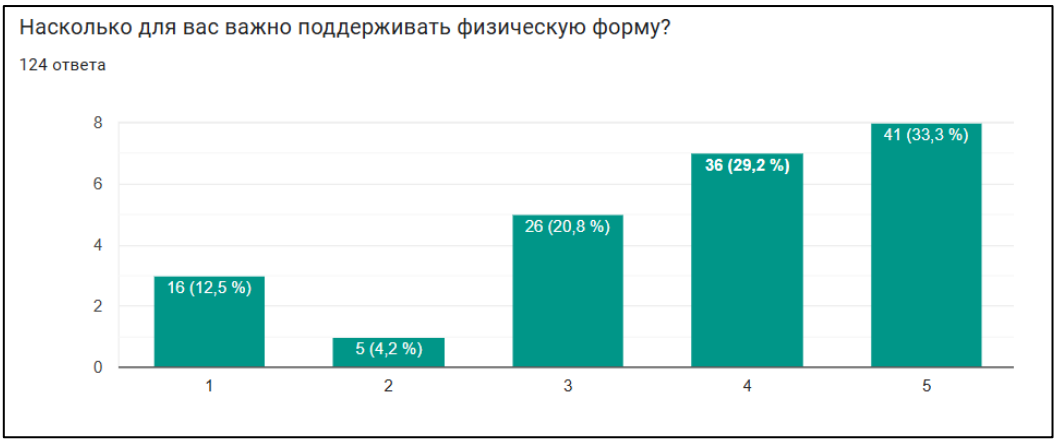


Рис. 2. График результата опроса

Несмотря на все преимущества потребления контента фитнес-блогеров остаются и серьёзные риски: дезинформация, коммерциализация и давление на психику. Особое внимание мы хотим уделить этому аспекту, так как в ходе опроса мы не получили ни одного ответа о недоверии блогерам. Полностью доверяют их контент 8,3% опрошенных, 58,3% − проверяют информацию, но склонны доверять (рис. 3). Блогеры доказывают, что спорт возможен без дорогих абонементов и идеальных условий. Короткие видео, челленджи и научно-популярные советы помогают студентам начать двигаться, а истории преодоления − поверить в себя. Тем не менее, отсутствие профессионального образования у многих блогеров ведёт к распространению опас-

ных советов, а акцент на эстетике тела – к токсичному перфекционизму. Реклама БАДов и средств для быстрого похудения манипулирует аудиторией, подменяя реальные усилия потребительством.



Рис. 3. Диаграмма доверия фитнес-блогерам

Коллаборации университетов с экспертами из IT, медиа и психологии позволят интегрировать актуальные знания в образовательный процесс. Например, совместные проекты с платформами вроде Яндекс или Google могли бы помочь студентам освоить инструменты анализа данных и распознавания манипуляций [3]. Однако даже самые продвинутые курсы не сработают без активной позиции студентов. Критическое отношение к контенту – это вопрос личной ответственности. Важно задавать вопросы: Кто создал эту информацию? Какая у нее цель? Есть ли подтверждающие данные?

Погоня за популярностью фитнес блогера часто приводит к продвижению опасных трендов: детокс-чаёв с сомнительным составом, тренировок без учёта физиологии, жестких диет. Такие методы не только вредят здоровью, но и формируют токсичное отношение к телу, где ценность человека измеряется количеством сброшенных килограммов или объёмом мышц. Чтобы избежать вреда, фитнес-блогеры обязаны фильтровать информацию через призму науки. Это означает консультироваться с диетологами и врачами, ссылаться на исследования, открыто говорить о рисках.

Результаты опроса, в котором респондентов спрашивали, хотели бы они получать больше научно обоснованной информации о фитнесе от блогеров показывают, что большинство участников ответили «Да», что может указывать на недоверие к блогерам как к источнику научной информации, а значит им следует ссылаться на другие источники. Высшее образование может включить в себя эту информацию, которая будет полезна человеку в любом возрасте.

Соцсети стали одним из основных инструментов вовлечения студентов в физическую активность. Благодаря форматам, адаптированным под поколение Z, фитнес-блогеры превращают спорт в модный и доступный тренд. Они способны мотивировать студентов к здоровому образу жизни, но их

влияние должно сопровождаться ответственностью за качество контента. Для минимизации рисков необходимы совместные усилия блогеров, образовательных учреждений и самой аудитории, которая должна оставаться критичной к потребляемой информации.

Заключение

Фитнес-блогеры кардинально изменили подход студентов к физической активности, превратив спорт из рутины в модный и доступный тренд. Их сила − в умении говорить на языке молодежи, сочетая эмоциональную близость, геймификацию и демонстрацию личного опыта. Короткие ролики, челленджи и истории «из жизни» разрушают барьеры, делая здоровый образ жизни достижимым даже для тех, кто раньше считал себя далеким от спорта. Однако эта демократизация имеет обратную сторону: отсутствие профессионального контроля, дезинформация и алгоритмы, продвигающие радикальный контент, создают риски для физического и психического здоровья. Травмы из-за некорректной техники, токсичный перфекционизм и коммерциализация здоровья становятся частью цифровой реальности, где вдохновение часто граничит с манипуляцией.

Преодоление этих противоречий требует системного подхода, объединяющего усилия образовательных учреждений, блогеров и самой аудитории. Интеграция медиаграмотности в учебные программы, коллаборации блогеров с экспертами и развитие этических стандартов для контента могут стать основой для безопасного вовлечения студентов в спорт [4]. Критическое мышление, умение анализировать источники и осознавать контекст − ключевые навыки, которые позволят молодежи использовать соцсети как ресурс для развития, а не слепого подражания. Будущее физической активности лежит в балансе между цифровыми инновациями и научной экспертизой, где каждый ролик, челлендж или совет будут не только вдохновлять, но и учить ответственности − перед собой и своими подписчиками.

Список литературы

1. Мировые фитнес-тенденции на 2025 год // Fitness-pro.ru. 2024. URL: https://fitness-pro.ru (дата обращения: 31.03.2025).

2. Применение фитнес-технологий в вузах // Сибирский федеральный университет. 2023. URL: https://www.sfu-kras.ru (дата обращения: 31.03.2025).

3. Смирнов А.А. Социальные сети как инструмент формирования здорового образа жизни молодежи. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2021. 144 с.

4. Smith J., Brown K., Taylor L. The Impact of Social Media Influencers on Youth Fitness // Journal of Health Communication. 2023. Vol. 12. P. 45–60.

Хвесько Р.Н.
студент,
Научный руководитель: ***Волков А.Н.***
к.п.н.,
Нижегородская академия МВД России,
Россия, Нижний Новгород

МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ГЕЙМИФИКАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТЫ МОТИВАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВУЗА К ЗАНЯТИЯМ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ

Аннотация. В статье рассматривается геймификация физкультурно-спортивной деятельности в вузах как средство повышения мотивации студентов. Проводится анализ причин низкой вовлеченности в традиционные формы занятий, включая недостаточную вариативность, отсутствие персонализации и обратной связи. Предлагается решение на основе мобильных приложений, интегрирующих игровые элементы: чёткие цели, систему баллов и достижений, рейтинги, социальное взаимодействие. Рассматривается потенциал искусственного интеллекта для персонализации тренировок и адаптации нагрузки.

Ключевые слова: геймификация, физическая культура, студенты, мотивация, мобильные приложения, искусственный интеллект, цифровизация.

Khvesko R.N.
Student,
Scientific Advisor: ***Volkov A.N.***
Candidate of Pedagogical Sciences,
Nizhny Novgorod Academy of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
Russia, Nizhny Novgorod

MOBILE TECHNOLOGIES AND GAMIFICATION AS TOOLS FOR MOTIVATING UNIVERSITY STUDENTS TO ENGAGE IN PHYSICAL CULTURE AND SPORTS

Abstract. The article examines the gamification of physical culture and sports activities in universities as a means of increasing Student motivation. It analyzes the reasons for low engagement in traditional forms of classes, including insufficient variability, lack of personalization, and feedback. A solution based on mobile applications that integrate game elements is proposed: clear goals, a system of points and achievements, ratings, and social interaction. The potential of artificial intelligence for personalizing workouts and adapting the load is considered.

Keywords: gamification, physical culture, Students, motivation, mobile applications, artificial intelligence, digitalization.

В условиях цифровизации современного общества наблюдается трансформация досуговых практик, в том числе и в сфере физической культуры и спорта. Видеоигры, обладающие высокой степенью интерактивности и визуальной привлекательности, составляют конкуренцию традиционным ви-

дам физической активности, что, в свою очередь, может приводить к снижению уровня вовлеченности студентов и курсантов вузов (далее – обучающихся) в физкультурно-спортивные мероприятия. Эта тенденция актуализирует поиск новых подходов к организации физкультурно-спортивной работы в образовательных учреждениях, способных повысить интерес обучающихся к занятиям физической культурой и спортом. Одним из перспективных направлений, по нашему мнению, является геймификация, т.е. интеграция игровых элементов в неигровые контексты, в частности, в образовательный процесс и физкультурно-спортивную деятельность.

Актуальность затронутой в статье проблемы обусловлена несколькими факторами. Во-первых, снижением общего уровня двигательной активности среди молодежи, что негативно сказывается, в том числе, и на состоянии здоровья и физической подготовленности обучающихся. Данные многочисленных исследований свидетельствуют о гиподинамии как о значимом факторе риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, ожирения, метаболического синдрома и других патологий [1, 2, 5, 6, 7]. Во-вторых, необходимостью поиска инновационных подходов к организации физкультурно-спортивной работы в вузах, способных учитывать современные реалии и потребности обучающихся. Традиционные методы, основанные на директивных подходах и обязательных нормативах, зачастую не вызывают должного интереса у обучающихся, привыкших к интерактивным и персонализированным формам взаимодействия. В-третьих, развитием цифровых технологий, открывающих широкие возможности для внедрения геймификации в различные сферы деятельности, включая образование и физическую культуру. Наличие у большинства обучающихся смартфонов с различными датчиками (акселерометр, гироскоп, GPS) позволяет осуществлять мониторинг физической активности и использовать полученные данные для создания персонализированных программ тренировок и систем мотивации.

Основная проблема заключается в низкой мотивации обучающихся к регулярным занятиям физической культурой и спортом. Традиционные формы организации физкультурно-спортивной работы в вузах, такие как обязательные занятия по физической культуре (подготовке), спортивные секции и соревнования, не всегда способны обеспечить должный уровень вовлеченности обучающихся. Это может быть связано с различными факторами:

- Недостаточная вариативность: Предлагаемые виды физической активности могут не соответствовать индивидуальным предпочтениям и интересам обучающихся.
- Отсутствие персонализации: Программы занятий часто не учитывают уровень физической подготовленности и цели каждого обучающегося.
- Недостаточная обратная связь: Обучающиеся не всегда получают оперативную и понятную информацию о своих достижениях и прогрессе.

- Отсутствие элементов соревнования и социального взаимодействия: Традиционные занятия могут казаться монотонными и не стимулировать к достижению высоких результатов.

В качестве решения предлагается использовать геймификацию физкультурно-спортивной деятельности с применением мобильных технологий. Геймификация, основываясь на принципах теории самодетерминации (Self-Determination Theory, SDT) [3, 4], предполагает создание условий для удовлетворения базовых психологических потребностей человека: в автономии (возможности выбора), компетентности (ощущении собственной эффективности) и связанности (социальном взаимодействии).

Это интеграция игровых элементов, таких как:

- Четко определенные цели и задачи: Постановка конкретных, измеримых, достижимых, релевантных и ограниченных по времени (SMART) целей.
- Система баллов и достижений: Начисление очков за выполнение заданий, достижение определенных результатов, получение виртуальных наград.
- Рейтинги и таблицы лидеров: Создание соревновательной среды и стимулирование к достижению лучших результатов.
- Персонализированные программы тренировок: Адаптация заданий и уровня сложности в зависимости от индивидуальных особенностей и прогресса.
- Социальное взаимодействие: Возможность обмена опытом, поддержка со стороны других участников, командные соревнования.
- Обратная связь в реальном времени: Предоставление оперативной информации о результатах тренировок, прогрессе, достижениях.
- Использование сторителлинга: Создание увлекательного сюжета или легенды, в рамках которой осуществляется физкультурно-спортивная деятельность.

Эти элементы могут быть реализованы с помощью мобильного приложения, использующего данные датчиков смартфона для отслеживания физической активности обучающихся. Приложение может предлагать индивидуальные программы тренировок, ставить перед обучающимися различные задачи (например, пройти определенное количество шагов, выполнить комплекс упражнений, принять участие в виртуальном соревновании), начислять баллы за выполнение заданий, формировать рейтинги и предоставлять обратную связь о прогрессе. Важно отметить, что при разработке такого приложения необходимо учитывать не только игровые механики, но и принципы спортивной педагогики и физиологии, чтобы обеспечить безопасность и эффективность тренировочного процесса [8]. Также необходимо предусмотреть механизмы защиты от «читерства» и обеспечения достоверности данных о физической активности.

Применение искусственного интеллекта (ИИ) может значительно расширить возможности геймификации. Алгоритмы машинного обучения позволяют анализировать данные о физической активности, предпочтениях и целях студентов, чтобы создавать максимально персонализированные и адаптивные программы тренировок. ИИ может также использоваться для динамической корректировки сложности заданий, обеспечивая оптимальный уровень нагрузки и предотвращая потерю интереса из-за слишком простых или слишком сложных задач.

Следует учитывать и потенциальные риски, связанные с геймификацией. Чрезмерное увлечение виртуальными достижениями может приводить к подмене реальных целей и снижению внутренней мотивации к занятиям физической культурой. Важно, чтобы геймификация служила инструментом повышения вовлеченности в реальную физическую активность, а не становилась самоцелью.

Выводы. Геймификация физкультурно-спортивной деятельности с использованием мобильных технологий представляет собой перспективное направление, способное повысить мотивацию обучающихся к регулярным занятиям физической культурой и спортом. Интеграция игровых элементов, таких как четкие цели, система баллов и достижений, рейтинги, персонализированные программы тренировок и социальное взаимодействие, позволяет создать привлекательную и мотивирующую среду для занятий спортом. Применение искусственного интеллекта может значительно усилить эффект геймификации за счет персонализации и адаптации тренировочного процесса. Однако необходимо учитывать потенциальные риски и обеспечивать баланс между виртуальными и реальными достижениями. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку научно обоснованных методик геймификации физкультурно-спортивной деятельности, учитывающих как педагогические и физиологические аспекты, так и психологические особенности обучающихся. Также требуется проведение эмпирических исследований для оценки эффективности предлагаемых подходов и выявления оптимальных способов интеграции игровых элементов в образовательный процесс.

Список литературы

1. Афанасьев И.С., Троценко Н.Н. Физическая культура как основное средство профилактики гиподинамии // Современная наука: теоретический и практический взгляд : материалы Международной (заочной) научно-практической конференции. – Нефтекамск, 2018. – С. 171-175.

2. Горбиенко П.А. Профилактика гиподинамии у офисных работников // Феномен человека. Философско-психолого-педагогические аспекты формирования и развития личности современного человека : сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Подольск, 2017. – С. 70-72.

3. Гордеева Т.О. Теория самодетерминации: настоящее и будущее. Часть 2: Вопросы практического применения теории [Электронный ресурс] // Психологические исследования: электронный научный журнал 2010. № 5 (13). URL: http://psystudy.ru (дата обращения: 24.03.2025).

4. Дергачёва О.Е. Автономия и самодетерминация в психологии мотивации: теория Э. Деси и Р. Райана / под ред. Д. А. Леонтьева // Современная психология мотивации. – М.: Смысл, 2002. – С. 103-121.

5. Козлова О.А. Профилактика гиподинамии // ЛФК и массаж. Лечебная физическая культура и массаж. – 2006. – № 10(34). – С. 37-39.

6. Коновалова А.М. Значение средств физической культуры в повышении работоспособности студента и профилактики утомления // Физическая культура, спорт и здоровье в вузе : труды I Международной научно-практической конференции. – Москва, 2017. – С. 164-166.

7. Осипов А.Ю. Профилактика ожирения и гиподинамии среди студентов // Оптимизация учебно-воспитательного и тренировочного процесса в учебных организациях высшего образования. Здоровый образ жизни как фактор профилактики наркомании : материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2017. – С. 208-211.

8. Холодов Ж.К., Кузнецов В.С. Теория и методика физического воспитания и спорта: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательский центр «Академия»

Чёрненький Н.М.
студент,
Научный руководитель: ***Гвоздева К.И.***
старший преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТИ СТУДЕНТОВ

Аннотация. В данной статье исследуется влияние занятий спортом на формирование личностных качеств студентов. Проведено анкетирование студентов. Анкета включала вопросы, направленные на оценку влияния спорта на развитие личности студентов. Результаты показали, что регулярные занятия спортом положительно влияют на развитие личностных качеств, особенно у студентов, занимающихся физической активностью и вне вуза. Был проведён анализ существующих работ по теме, показавший, что результаты данной работы согласуются с результаты других исследователей.

Ключевые слова: здоровье; физическая культура; спорт; студент; становление личности.

Chernenkiy N.M.
Student,
Scientific Advisor: ***Gvozdeva K.I.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University,

Russia, Moscow

THE INFLUENCE OF PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS ON THE FORMATION OF STUDENTS' PERSONALITY

Abstract. This article examines the impact of sports activities on the development of Students' personal qualities. A survey was conducted among Students, including questions aimed at assessing the influence of sports on their personal growth. The results showed that regular sports participation positively affects the development of personal qualities, especially among Students engaged in physical activity both within and outside the university. An analysis of existing studies on the topic was carried out, revealing that the findings of this study align with those of other researchers.

Keywords: health; physical education; sports; Student; personality development.

Введение

В современном обществе здоровый образ жизни и физическая культура становятся всё более важными аспектами жизни и образовательного процесса, в частности. Молодежь, особенно студенты, представляет собой ключевую часть населения, на которой в будущем будет строиться экономика, культура и социальное развитие страны. Однако среди студентов наблюдается тревожная тенденция снижения физической активности, что может негативно сказаться не только на их физическом здоровье, но и на психоэмоциональном состоянии, уровне самодисциплины, мотивации и лидерских качествах.

Одна из актуальных задач в России сегодня – популяризация физической культуры среди молодежи. Студенческое сообщество играет важную роль в формировании будущего страны, поскольку именно эти молодые люди в дальнейшем будут определять ее развитие. Будучи примером для подрастающих поколений, они должны демонстрировать высокий уровень осознанности в вопросах здоровья и личностного роста. Прививать любовь к физической активности целесообразно с детства, однако университеты также играют значимую роль в этом процессе, обеспечивая студентов возможностями для развития физической культуры и формирования полезных привычек. [3]

Множество исследований подтверждает, что физическая активность укрепляет не только физическое здоровье, но и психоэмоциональное [3, 6, 4, 5]. Однако остается открытым вопрос о степени влияния физической культуры на личностное развитие, в частности именно в студенческом возрасте, и о том, какие личностные качества развиваются наиболее активно в зависимости от уровня вовлеченности в физическую активность.

Гипотеза исследования заключается в предположении о том, что занятия физической культурой оказывают значительное влияние на формирова-

ние личности студента, способствуя развитию самодисциплины, коммуникативных навыков, мотивации, лидерских качеств и эмоциональной устойчивости.

Цель исследования: изучить влияние занятий физической культурой на формирование и поддержание личности студентов.

Материалы и методы

Анализ научной литературы, анкетированный онлайн-опрос. В 2024/2025 учебном году был проведён опрос среди студентов Московский политехнический университет, направленный на выявление взаимосвязи между физической активностью и формированием личностных качеств. Опросная анкета содержала 14 вопросов и состояла из следующих блоков вопросов:

1. Общий блок: 3 вопроса об общих данных респондента (пол, занятия физической культурой вне вуза, формат занятий).
2. Про коммуникативные навыки: 3 вопроса, направленные на оценку частоты и качества общения с окружающими после занятий физической культурой.
3. Про самодисциплину и организованность: 2 вопроса, оценивающие влияние занятий на способность планировать время и соблюдать режим.
4. Про эмоциональную устойчивость: 3 вопроса, связанные с управлением стрессом и эмоциональными реакциями.
5. Мотивация и лидерство: 3 вопроса, направленные на выявление стремления брать на себя инициативу и ответственность.

В опросе приняли участие 47 студентов 3 курса (34 мужчины и 13 женщин). Респонденты принадлежат к возрастной группе 19-21 год. Опрос проводился анонимно с использованием онлайн-формы. Данные обрабатывались с помощью статистического анализа для выявления зависимостей между занятиями физической культурой и развитием личностных качеств.

Результаты и обсуждение

В первом блоке студенты отвечали на общие вопросы о форме и видах их занятий физической культурой. Отвечая на вопрос о занятиях спортом помимо дисциплин по физической культуре в университете, респонденты дали различные ответы. Анализируя полученные ответы, можно сказать, что большая часть опрошенных студентов (60%) не занимаются спортом вне университета самостоятельно, а 40% опрошенных занимается спортом не только на занятиях в университете. Также опрос показал, что студенты, занимающиеся вне вуза, примерно с равной вероятностью занимаются командными (53%) и индивидуальными (47%) видами спорта.

Второй блок вопросов был направлен на выявление наличия большей социальной активности у студентов после занятий физической культурой и

спортом. Результаты представлены на Рисунке 1. Больше половины студентов отметили положительное влияние спорта на свои коммуникативные навыки. Ответы в группах студентов, занимающихся спортом вне вуза, и занимающихся только в университете, были сопоставимы.

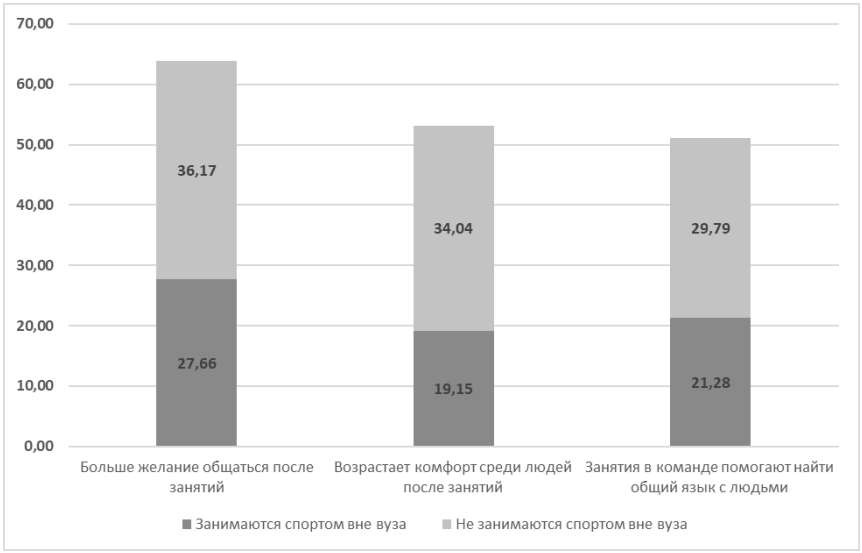


Рис. 1. Распределение ответов на вопросы о влиянии спорта на коммуникативные навыки (%)

Вопросы третьей части анкеты были направлены на то, чтобы понять, помогает ли студентам спорт лучше планировать время и дисциплинировать себя. Результаты представлены на Рисунке 2. Подавляющее большинство (более 70%) студентов отметили у себя улучшение навыков самодисциплины и планирования времени благодаря занятиям физической культурой и спортом. При этом на вопросы этого блока положительно ответили почти все студенты, занимающиеся физической культурой вне университета.

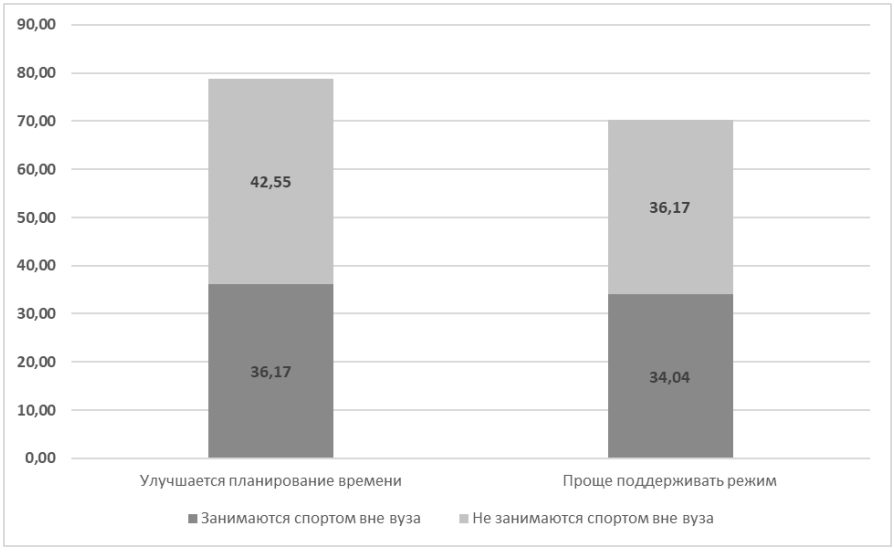


Рис. 2. Распределение ответов на вопросы о влиянии спорта на самодисциплину (%)

Четвёртый блок вопросов был связан с влиянием занятий физической культурой на психоэмоциональное здоровье студентов. Вопросы были призваны понять, отмечают ли студенты улучшение своего настроения и морального состояния в связи с занятиями спортом. Результаты представлены на Рисунке 3. Большинство респондентов (более 60%) отметили положительное влияние занятий спортом на своё настроение и уменьшение тревожности и стресса. Стоит отметить, что более 70% отвечавших установили, что после тренировок у них улучшается настроение и уходит тревога. Также на вопросы этого блока положительно ответили почти все студенты, занимающиеся физической культурой вне университета.

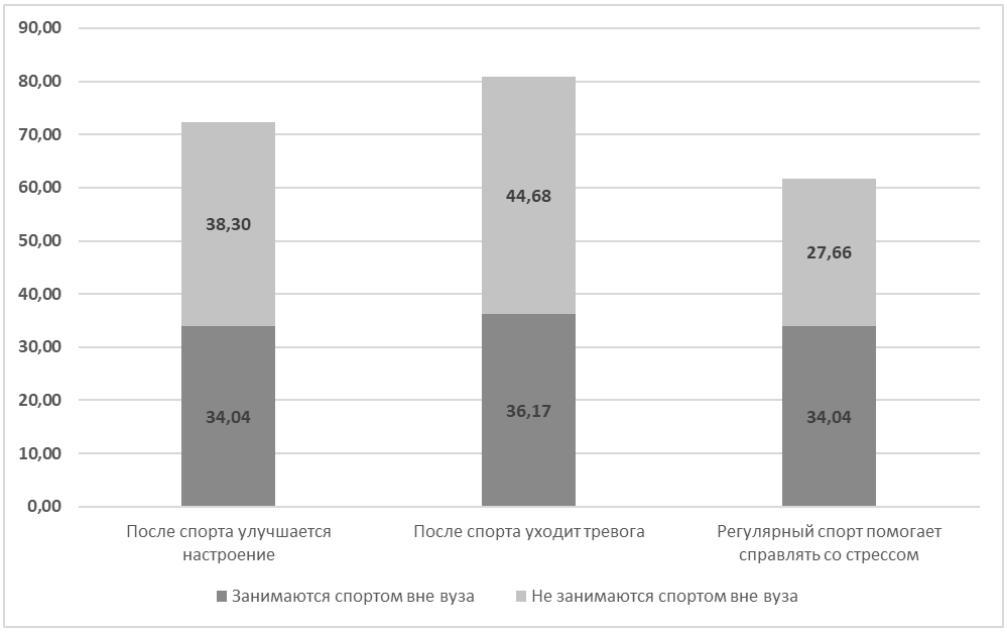


Рис. 3. Распределение ответов на вопросы о влиянии спорта на психоэмоциональное состояние и стресс студентов (%)

Последняя часть анкеты была про мотивацию и лидерство. В этом блоке респонденты отвечали, связывают ли они свои лидерские качества и целеустремлённость с занятиями спортом. Результаты представлены на Рисунке 4. Меньше половины ответивших связывают занятия физической культурой со своими лидерскими качествами и мотивацией. Интересно отметить, что на вопрос о том, помогают ли занятия спортом брать на себя инициативу, положительно ответило больше студентов, занимающихся спортом только в университете, чем студентов, занимающихся дополнительно. Также на этот вопрос среди всех вопросов анкеты из второй группы положительно ответило меньше всего студентов.

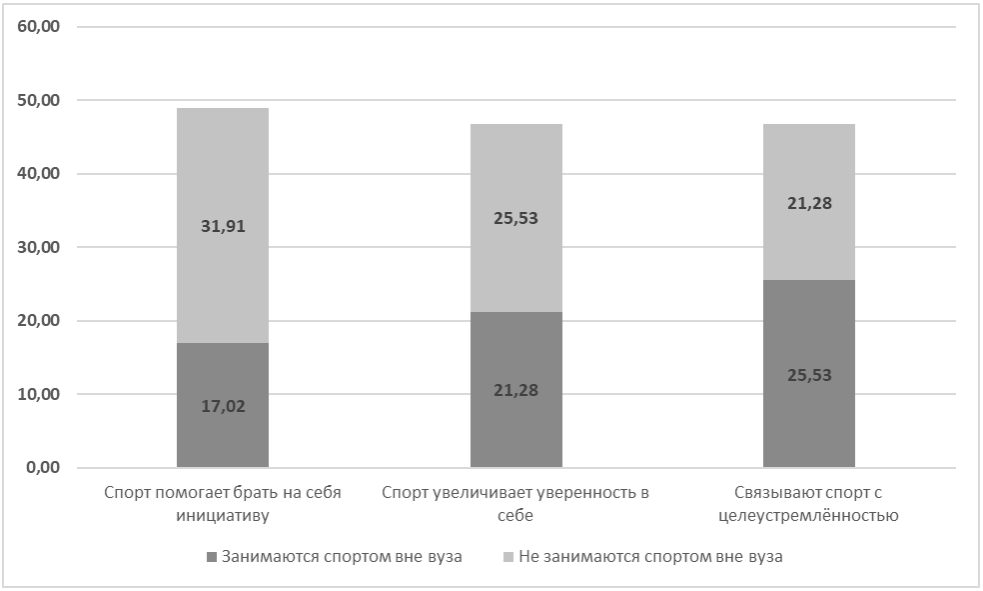


Рис. 4. Распределение ответов на вопросы о влиянии спорта на лидерские качества и мотивацию (%)

Таким образом, проанализировав полученные результаты, можно заключить, что занятия физической культурой и спортом оказывают положительное влияние на коммуникативные навыки, самодисциплину и моральное состояние студентов. Также спорт играет не последнюю роль в развитии лидерских качеств и мотивации. При этом студенты, занимающиеся спортом не только в стенах университета, чаще отмечают положительное влияние на свои указанные личностные качества.

Наши данные подтверждают результаты, приводимые в других исследованиях по указанной теме [1, 2]. В нашем исследовании 78% респондентов считают, что занятия физической культурой помогают им лучше планировать своё время, аналогичные результаты приводятся в работе Д. М. Гаджиева и соавторов [1], где 76% респондентов отметили положительное влияние спорта на самодисциплину.

Также Д. М. Гаджиев и соавторы указывают, что 52% опрошенных считают, что физическая культура и спорт развивают коммуникативные навыки и навыки работы в команде, что также согласуется с тем, что в проведённом нами опросе 53% студентов отметили увеличение уровня комфорта среди людей после занятий спортом, а 51% студентов отметили, что участие в командных видах спорта помогает им лучше находить общий язык с окружающими.

В исследовании Лопатиной О. А. [4] приводятся данные о том, что 84% опрошенных отмечают повышение самооценки вследствие занятий физической культурой, что согласуется с результатами нашей работы касательно повышения настроения и морального самочувствия студентов, т.к. 72% респондентов указали на улучшение настроения после занятий спортом, а 81% опрошенных указали на освобождение от тревоги после тренировок. Анало-

гичные результаты приводятся в другой работе, направленной на исследование взаимосвязи физической активности и психического состояния человека [5], где 89% респондентов отмечает улучшение психоэмоционального состояния после занятий спортом.

Заключение

Результаты проведенного исследования подтверждают значительное влияние физической активности на личностное развитие студентов. Было выявлено, что регулярные занятия физической культурой не только способствуют укреплению здоровья, но и оказывают положительное воздействие на формирование таких качеств, как самодисциплина, организованность, стрессоустойчивость, а также в определённых случаях мотивация и лидерские способности. Студенты, которые занимаются спортом не только в рамках университетской программы, но и за ее пределами, демонстрируют более высокие показатели по большинству исследуемых параметров.

Современный ритм жизни, высокие учебные нагрузки и цифровизация повседневной деятельности нередко приводят к снижению двигательной активности, что может негативно сказаться как на физическом, так и на психологическом состоянии студентов. В этой связи особое значение приобретает формирование устойчивой мотивации к занятиям спортом и пропаганда активного образа жизни в университетах. Важную роль в организации физического воспитания в вузах могут сыграть командные виды спорта, ориентированные на развитие коммуникативных навыков и лидерских способностей.

В заключение стоит отметить, что развитие личности – это зависящий от множества факторов процесс, однако данное исследование подтверждает, что физическая активность остается одним из ключевых элементов этого процесса, способствующим не только укреплению здоровья, но и формированию важных социальных и профессиональных навыков. Таким образом, популяризация спорта среди молодежи должна рассматриваться не только как способ поддержания физической формы, но и как инструмент личностного роста, подготовки студентов к профессиональной деятельности и успешной социализации в современном обществе.

Список литературы

1. Роль физической культуры в становлении личности и укреплении здоровья студентов / Д.М. Гаджиев [и др.] // Управление образованием: теория и практика. 2024. № 14(3-2(79)). С. 187–195.

2. Гарипова А.З., Гущина Л.Е. Влияние физической культуры и спорта на формирование личности студента // Психология, социология и педагогика. 2017. № 5.

3. Гонтарь О.П. Физическая культура личности студента: сущность, проблема развития и пути решения // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 4. С. 52–56.

4. Лопатина О.А. Двигательная активность студентов и ментальное здоровье: грани соотношения // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2022. № 1. С. 32–37.

5. Максимова Е.Н., Алексеенков А.Е. Физическая активность и психическое состояние человека // Наука-2020: Физическая культура, спорт, туризм: проблемы и перспективы. 2020. № 4(29). С. 73–76.

6. Радионова Е.Н., Костромина О.В. Влияние физической культуры на психологическое состояние студентов // Наука через призму времени. 2023. № 11(80).

Чернова А.Ю.
студент,
Научный руководитель: ***Клусов Е.А.***
доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВОПРОСЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ, ИМЕЮЩИХ ОТКЛОНЕНИЯ В СОСТОЯНИИ ЗДОРОВЬЯ

Аннотация. В данной статье освещается специальная физическая подготовка адаптивных студентов с двигательными нарушениями, направленная на развитие физических качеств, специфических для основных бытовых передвижений, и начальных этапов основных видов спорта. Объектом исследования являлся учебный процесс студентов СМГ 2 курса, целью мы ставили перед собой повышение уровня физической подготовки адаптивных студентов, с двигательными нарушениями. Полученные результаты позволяют говорить о возможности введения разработанных методологических инструментов в учебный процесс адаптивных студентов по дисциплине «Физическая культура и спорт».

Ключевые слова: физическая подготовка, СМГ, двигательные нарушения, адаптивный спорт, физические качества.

Chernova A.Yu.
Student,
Scientific Advisor: ***Klusov E.A.,***
Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Moscow, Russia

PHYSICAL FITNESS ISSUES FOR STUDENTS WITH HEALTH PROBLEMS

Abstract. This article highlights the special physical training of adaptive Students with motor impairments, aimed at developing physical qualities specific to basic household movements and the initial stages of basic sports. The object of the study was the educational process of SMG 2nd year Students, our goal was to increase the level of physical fitness of adaptive Students with motor impairments. The results obtained suggest the possibility of introducing

the developed methodological tools into the educational process of adaptive Students in the discipline of Physical Culture and Sports.

Keywords: physical fitness, SMH, motor disorders, adaptive sports, physical qualities.

Введение

Объект исследования — учебный процесс студентов СМГ 2 курса.

Предмет исследования — уровень развития физических качеств студентов СМГ 2 курса.

Цель исследования — повышение уровня развития физических качеств студентов 2 курса СМГ.

Задачи исследования

1. Провести анализ научно-методической литературы по теме исследования.

2. Выявить показатели физической подготовленности студентов СМГ 2 курса.

3. Разработать методические указания, и проверить их эффективность.

Методы исследования

Настоящее исследование было организовано и проведено на базе ФГБАУ ВО «Московский политехнический университет» в период с сентября 2023 по май 2024 года. В исследовании приняли участие 30 студентов 2 курса, имеющих различные двигательные нарушения (спастические формы ДЦП, последствия травм опорно-двигательного аппарата, нарушения координации движений). Все участники были разделены на две равные группы – контрольную и экспериментальную, по 15 человек в каждой, с соблюдением принципа рандомизации. Важно отметить, что перед началом эксперимента все участники прошли комплексное медицинское обследование для определения степени и характера двигательных нарушений.

Методика исследования включала комплексный подход, сочетающий:

– Педагогическое тестирование физических качеств;
– Медико-биологический контроль состояния организма;
– Психологическое сопровождение учебного процесса.

Особое внимание уделялось индивидуальному подходу к каждому участнику. При планировании тренировочных нагрузок мы ориентировались на достижение максимально возможного уровня развития физических качеств в каждом конкретном случае, учитывая:

– Индивидуальные особенности двигательных нарушений;
– Уровень исходной физической подготовленности;
– Психоэмоциональное состояние студентов;
– Закономерности переноса тренировочного эффекта.

Для объективной оценки эффективности методики использовался комплекс современных методов исследования.

Педагогические:

– Контрольные испытания физических качеств;
– Педагогическое наблюдение;
– Хронометрирование нагрузок.
– Медико-биологические:
– Антропометрические измерения;
– Функциональные пробы;
– Динамометрия.

Статистические:

– Методы математической статистики;
– Корреляционный анализ;
– Оценка достоверности различий.

Программа физической подготовки

Программа подготовки студентов СМГ была разделена на три основных этапа, каждый из которых имел конкретные задачи и методические особенности:

1. Подготовительный период (сентябрь-ноябрь).

Основной задачей этого этапа было постепенное введение студентов в тренировочный процесс после летнего перерыва.

Использовались:

– Общеразвивающие упражнения с постепенным увеличением нагрузки;
– Дыхательная гимнастика;
– Упражнения на расслабление;
– Элементы лечебной физкультуры;
– Подвижные игры адаптивного характера.

Интенсивность нагрузок увеличивалась постепенно от 40% до 60% от максимально возможной, с акцентом на правильную технику выполнения упражнений.

2. Второй этап подготовительного периода (ноябрь-январь).

На этом этапе основной упор делался на развитие конкретных физических качеств с использованием специализированного оборудования:

– Силовые тренажеры (с регулируемой нагрузкой);
– Балансировочные платформы для развития координации;
– Вестибулярные тренажеры;
– Гимнастические снаряды для развития гибкости;
– Плиометрические устройства;
– Специальные тренажеры для развития ловкости.

Особое внимание уделялось дозированию нагрузки (60-75% от максимума) и строгому контролю за техникой выполнения упражнений.

3. Основной этап подготовки (февраль-май):На этом этапе студенты осваивали технические элементы основных видов адаптивного спорта:

– Легкая атлетика (специальные беговые и прыжковые упражнения);

– Спортивные игры (упрощенные варианты баскетбола, волейбола);
– Элементы художественной гимнастики.

Основной методический прием — выполнение модельно-целевых упражнений, которые:

1. Максимально приближены к соревновательным движениям;
2. Учитывают индивидуальные особенности студентов;
3. Позволяют постепенно усложнять двигательные задачи.

Все занятия проводились под постоянным медицинским контролем, с регулярным мониторингом функционального состояния студентов. Особое внимание уделялось психологическому сопровождению учебного процесса, включая:

– Мотивационные беседы;
– Групповые тренинги;
– Индивидуальные консультации;
– Методы психологической разгрузки.

Для оценки эффективности программы использовался комплекс контрольных испытаний, проводимых в начале, середине и конце учебного года. Это позволяло своевременно корректировать тренировочный процесс и индивидуальные нагрузки. [2; 5; 6]

Результаты исследования

Результаты проведенного исследования представлены на рисунке.

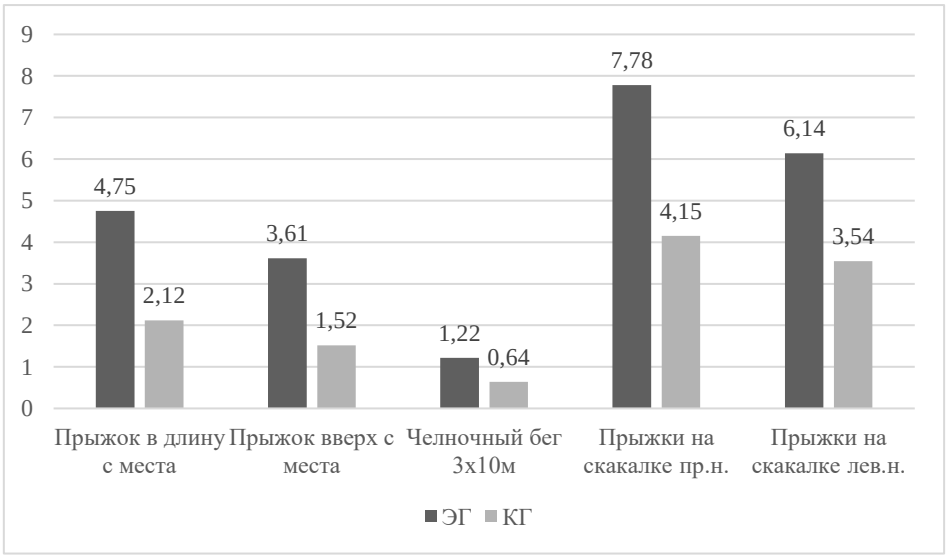


Рис. Динамика прироста показателей физической подготовленности студентов СМГ

Заключение

Проведенный анализ полученных результатов убедительно демонстрирует высокую эффективность разработанной методики физической подготовки для

студентов специальной медицинской группы. В ходе эксперимента были зафиксированы статистически значимые улучшения всех ключевых показателей физической подготовленности в экспериментальной группе по сравнению с контрольной. Наиболее впечатляющие результаты были достигнуты в развитии ловкости – прирост составил 15,22%, что свидетельствует о существенном улучшении координационных способностей и двигательной адаптации студентов с ограниченными возможностями здоровья.

Не менее важными являются достижения в развитии выносливости (прирост 12,47%), что особенно значимо для данной категории студентов, так как именно этот физический параметр во многом определяет их повседневную активность и качество жизни. Увеличение показателей гибкости на 8,72% подтверждает эффективность использованных методик стретчинга и специальных упражнений на растягивание, что крайне важно для профилактики контрактур и улучшения подвижности суставов у студентов с двигательными нарушениями.

Особого внимания заслуживает прогресс в силовой подготовке (7,82%) и скоростных качествах (4,72%), так как именно эти физические параметры традиционно наиболее трудно поддаются развитию у лиц с ограниченными возможностями здоровья. Полученные результаты убедительно доказывают, что правильно подобранные дозированные нагрузки с использованием специализированного оборудования позволяют добиться значительного улучшения даже этих сложных для коррекции физических качеств.

На основании проведенного анализа можно сделать следующие важные выводы:

1. Разработанная методика доказала свою эффективность для всех компонентов физической подготовленности;
2. Наибольший прогресс наблюдается в развитии координационных способностей;
3. Методика одинаково эффективна как для развития силовых, так и для аэробных качеств;
4. Полученные результаты имеют высокую степень статистической достоверности ($p<0,05$);
5. Таким образом, проведенное исследование позволяет рекомендовать внедрение разработанной методики в учебный процесс студентов специальных медицинских групп по дисциплине «Физическая культура и спорт».

Особую ценность представляют:

– Поэтапная система подготовки с постепенным увеличением нагрузок;
– Индивидуализированный подход к каждому студенту;
– Использование специализированного оборудования;
– Комплексное воздействие на все физические качества;

Сочетание традиционных и инновационных методик тренировки.

Полученные результаты открывают новые перспективы для дальнейшего совершенствования системы физического воспитания студентов с ограниченными возможностями здоровья и могут служить основой для разработки новых методических подходов в адаптивной физической культуре.

Список литературы

1. Восстановление нервно-мышечной проводимости у детей с ДЦП спастической формы / И.О. Черепанова, А.А. Плешаков, Э.В. Егорычева, А.Ю. Маликов // Актуальные проблемы адаптивной физической культуры. Материалы Международной научно-практической конференции. – Омск, 2024. – С. 84-90.

2. Евсеев, С.П. Теоретические проблемы адаптивного спорта на современном этапе / С.П. Евсеев, О.Э. Евсеева // Культура физическая и здоровье. – 2015. – № 4 (55). – С. 78-83.

3. Матвеев, Л.П. Проблемы периодизации спортивной тренировки / Л.П. Матвеев. – М.: ФиС, 1966. – 350 с.

4. Платонов, В.Н. Периодизация спортивной тренировки: общая теория и ее практическое применение / В.Н. Платонов. – Киев.: Олимп. Лит., 2013. – 624 с.

5. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – Учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Терра – Спорт, Олимпия Пресс, 2001. – 520 с.

6. Холодов, Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта : учеб. пособие для студ. высш. учеб. завед. / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – 7-е изд., испр. – М.: Изд. центр «Академия», 2009. – 480 с.

Шапошникова К.А.
студент,
*Научный руководитель**: Клокова Е.А.***
старший преподаватель,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, Белгород

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У МОЛОДЕЖИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Аннотация. Исходя из сложившейся ситуации формирования общих правил поддержания здоровья и физической формы у молодежи, в данной статье проведен анализ проблем, с которыми можно столкнуться в попытке привить интерес студентов к физической культуре. А также предложены пути их решения.

Ключевые слова: молодежь, физическая культура, здоровье, студенты, современное поколение, гаджеты.

Shaposhnikova K.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Klokova E.A.***

Senior Lecture
Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov,
Russia, Belgorod

PROBLEMS OF PHYSICAL CULTURE FORMATION AMONG YOUNG PEOPLE AND WAYS TO SOLVE THEM

Abstract. Based on the current situation of the formation of general rules for maintaining health and physical fitness among young people, this article analyses the problems that can be encountered in an attempt to instil Students' interest in physical education. It also suggests ways to solve them.

Keywords: youth, physical education, health, Students, modern generation, gadgets.

Введение

В современных реалиях большое количество молодежи не проявляет интереса к физической культуре. Чаще всего, причиной является большое времяпровождение за гаджетами. Именно поэтому современному поколению достаточно сложно формировать правильные и здоровые привычки в повседневной жизни, такие как спорт.

Обоснование актуальности темы

Достаточно важно развивать физическую культуру у молодежи, так как здоровое население – залог успеха государства. Это повышает уровень жизни людей в стране, вырабатывает иммунитет к распространению серьезных болезней.

Цели и задачи исследования

Цель исследования: сформулировать пути решения проблемы развития физической культуры у молодежи в сфере высшего образования.

Задачи исследования:

1. Выявить основные источники проблемы формирования физической культуры у молодежи.
2. Рассмотреть важность формирования физической культуры у молодежи.
3. Рассмотреть пути решения проблемы развития физической культуры у молодежи.

Гипотеза

Спорт является не данью модным веяниям, а важнейшим стимулом к качеству жизни человека.

Методы исследования

1. Анализ литературных источников и интернет-ресурсов. Необходимо собрать всевозможные статьи, методические указания, учебники, в которых описывается польза физической культуры для человека. Также, на различных интернет-ресурсах проанализировать статистику посещения молодежи занятий по физической культуре и спорту в высших учебных заведениях.

2. Анализ СМИ и социальных сетей. Рассмотреть данные источники на наличие достаточной «пропаганды» спорта в массы.

Результаты

Современные технологии достаточно сильно завлекают новое поколение, что забирает много времени и сил, отбивает желание развиваться в реальной жизни и следить за своим здоровьем более тщательно. Спорт кажется менее «привлекательным» для молодых людей, так как в гаджетах жизнь интереснее и проще до тех пор, пока те не столкнуться с серьезными проблемами как в физическом, так и в моральном аспектах.

Таким образом, ухудшается посещаемость занятий по физической культуре в вузах. Например, по данным опроса среди студентов Елабужского института Казанского (Приволжского) федерального университета, из 100% опрошенных 48% ответили, что регулярно посещают занятия по физической культуре, 52% – по различным причинам пропускают занятия [1].

Важно отметить роль физической культуры в жизни студента, и в целом человека. Во-первых, занятия спортом являются профилактикой различных заболеваний, например, сердечно-сосудистых, диабета, ожирения и других. Физическая активность также способствует укреплению костной системы, улучшению общей физической выносливости и поддержанию нормального уровня артериального давления [2]. Во-вторых, физкультура положительно влияет на психическое состояние студента, что в вузах очень важно на фоне постоянного стресса. В ходе регулярных занятий спортом у человека происходит выброс эндорфинов, нейромедиаторов счастья, что способствует контролю уровня стресса и общего эмоционального состояния. Также, физическая активность помогает снизить риск развития неврологических заболеваний.

Для более эффективного воздействия спорта на здоровье человека занятия должны быть систематизированы и адаптированы индивидуально для каждого с учётом его индивидуальных предрасположенностей и способностей.

Таким образом, исходя из описанных преимуществ, очень важно добиться формирования физической культуры личности у современного поколения.

Одной из проблем, препятствующих этому процессу, является стремительное развитие современных технологий, и, как следствие, сильная зависимость от них, отсутствие меры, самодисциплины и вовлеченности в реальную жизнь и свое здоровье.

Также, остро встает проблема распространения разных видов физической активности в средствах массовой информации, на интернет-ресурсах и прочем. В СМИ сфере спорта посвящается минимальное количество экранного времени, а отдельными телепередачами, созданными для спорт-просвещения, интересуются люди, уже вовлеченные в данную деятельность. Освещение спортивно-массовых мероприятий некоторых вузов в социальных сетях также проводится недостаточно эффективно.

Таким образом, для решения актуальных проблем можно предложить некоторые пути:

- Необходимо внедрить в учебную программу по дисциплине физической культуры больше альтернативных видов активности, таких как: волейбол, баскетбол, футбол, регби, гандбол, теннис, танцы, фитнес, йога, пилатес, велоспорт, борьба, бокс. Это позволит привлечь внимание студентов возможностью выбрать тип спорта, который ему больше подходит как по физическим возможностям, так и по индивидуальным предпочтениям.
- Учебным заведениям необходимо создавать отдельные группы людей, которые будут заниматься распространением информации о проведении спортивно-массовых мероприятий в вузах, используя современные подходы продвижения в социальных сетях. Данный путь поможет привлечь внимание большего количества студентов, благодаря более активной пропаганде здорового образа жизни.

Обсуждение и выводы

Итак, для достижения цели физического воспитания в вузе нужно сформировать физическую культуру личности студента [3]. Достигается это с помощью формирования мотивационно-ценностного отношения студентов к спорту и установки на здоровый образ жизни более актуальными способами на сегодняшний день.

Список литературы

1. Бурдина Н.Н., Гарипова А.З. Физическая культура в ВУЗе: проблема посещаемости и ее решение // Психология, социология и педагогика. 2016. № 1 [Электронный ресурс]. URL: https://psychology.snauka.ru/2016/01/6303 (дата обращения: 16.01.2025).

2. О значимости регулярной физической активности в поддержании оптимального здоровья // Проблемы и перспективы развития физической культуры и спорта в современных социально-экономических условиях / С.И. Крамской [и др.] / [Электронный ресурс] : сборник статей XVII международной научно-практической конференции (г. Москва, 6–7 июня 2024 г.)

3. Хузина Г. К., Гареева А. Ф. Роль физической культуры в укреплении здоровья студентов // Современная наука: диалог естественно-научной и социально-гуманитарной

субкультур : сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 12 октября 2020г. Белгород : ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2020. URL: https://apni.ru/article/1277-rol-fizicheskoj-kulturi-v-ukreplenii-zdorovya.

Шахно А.И.
студент,
Научный руководитель: ***Гончаров Ю.Н.,***
старший преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТИВНЫМИ ИГРАМИ НА УРОВЕНЬ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ IT-СПЕЦАЛИЗАЦИИ

Аннотация. В статье рассматривается влияние занятий спортивными играми на развитие физической и психологической выносливости IT-специалистов. В нынешних условиях, где специалисты часто сталкиваются с длительной умственной нагрузкой, стрессом и сидячим образом жизни, физическая подготовка становится важным компонентом для поддержания их работоспособности. Регулярные занятия спортом, особенно командными видами, способствуют не только улучшению общего физического состояния, но и развитию таких ключевых навыков, как стрессоустойчивость, командная работа, концентрация и адаптивность. В статье раскрываются преимущества спортивных игр, механизмы их воздействия на профессиональную деятельность IT-специалистов, а также предлагаются рекомендации по интеграции физической активности в повседневную жизнь.

Ключевые слова: IT-специалисты; выносливость; спортивные игры; стрессоустойчивость; командная работа; физическая активность; профессиональная подготовка.

Shakhno A.I.
Student,
Scientific Advisor: ***Goncharov Yu.N.***
Senior Lecturer,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

THE INFLUENCE OF SPORTS GAMES ON THE LEVEL OF PHYSICAL FITNESS OF STUDENTS OF IT SPECIALIZATION

Abstract. This article examines the impact of sports games on the development of physical and psychological endurance among IT specialists. In the modern IT industry, where professionals often face prolonged mental strain, stress, and a sedentary lifestyle, physical fitness becomes a vital component in maintaining their productivity. Regular sports activities, particularly team

games, not only improve overall physical health but also foster the development of essential skills such as stress resilience, teamwork, concentration, and adaptability. The article highlights the benefits of sports games, explores their impact on the professional activities of IT specialists, and offers recommendations for integrating physical activity into their daily routine.

Keywords: IT specialists; endurance; sports games; stress resilience; teamwork; physical activity; professional development.

Введение

В современной цифровой эпохе профессия IT-специалиста становится всё более напряжённой и динамичной. Работая в условиях высокой конкуренции и ограниченного времени, такие специалисты сталкиваются с необходимостью быстро находить решения сложных задач, что требует не только технической подготовки, но и максимальной концентрации. Продолжительное пребывание за компьютером, интенсивная умственная деятельность и постоянное освоение новых технологий неизбежно отодвигают физическую активность на второй план, что со временем сказывается на общем состоянии организма.

Актуальные исследования в области информационных технологий и нейрофизиологии подчёркивают важность физических нагрузок как одного из факторов, положительно влияющих на профессиональные показатели. Командные спортивные игры, развивающие силу, ловкость, координацию и реакцию, могут способствовать не только улучшению здоровья, но и формированию качеств, необходимых для успешной работы в сфере высоких технологий. Настоящая работа направлена на анализ влияния регулярной физической активности на психологическое состояние и продуктивность IT-специалистов.

Актуальность

Развитие информационных систем и увеличение объёма обрабатываемых данных заметно повышают требования к специалистам IT-сферы. Работа в условиях цейтнота, дефицита живого общения и интенсивной ментальной нагрузки нередко приводит к эмоциональному истощению и физической утомляемости. Подобные явления отрицательно сказываются как на результативности труда, так и на здоровье сотрудников.

Физическая активность, особенно в форме спортивных игр, может стать действенным инструментом профилактики профессионального выгорания. Регулярные тренировки не только поддерживают организм в тонусе, но и способствуют лучшей концентрации, высокой работоспособности и общему психоэмоциональному балансу. В условиях постоянного давления это становится особенно актуальным.

Цель исследования

Целью данного исследования является выявление связи между физической активностью, в частности занятиями спортивными играми, и уровнем профессиональной устойчивости работников IT-сферы. В силу характера своей работы эти специалисты подвержены постоянному воздействию стрессовых факторов: многозадачность, сжатые сроки, перегрузка информацией и длительное пребывание в сидячем положении.

Малоподвижный образ жизни, характерный для большинства специалистов в области цифровых технологий, негативно влияет на физическое состояние и когнитивные функции. Снижение способности к концентрации, замедление реакции и повышенная утомляемость − всё это снижает продуктивность. Регулярные занятия спортом становятся не только способом поддержания здоровья, но и механизмом повышения устойчивости к стрессу.

Особую роль играют командные спортивные дисциплины, такие как футбол или волейбол. Они развивают коммуникативные навыки, учат работать в команде и действовать в условиях ограниченного времени. Физические нагрузки также способствуют выработке эндорфинов, что позволяет эффективно бороться с тревожностью и напряжением.

Методы исследования

В рамках исследования был проведен анализ литературы по теме физической подготовки, спортивных игр и их влияния на выносливость и стрессоустойчивость IT-специалистов. Исследования показывают, что IT-специалисты, регулярно занимающиеся спортивными играми, имеют более высокие показатели силы и общей физической подготовленности [1]. Эти данные подчеркивают важность спортивных игр для поддержания физической формы, укрепления мышечной системы и развития сердечно-сосудистой выносливости, что особенно актуально для работы в условиях высоких нагрузок и длительного сидения за компьютером.

В ходе работы был осуществлён анализ научных источников, а также проведён опрос среди студентов и работников IT-отрасли, направленный на выявление зависимости между физической активностью и такими показателями, как выносливость, устойчивость к стрессу и удовлетворённость профессией.

Литературный анализ подтверждает, что сотрудники, регулярно занимающиеся спортивными играми, демонстрируют более высокий уровень физической подготовки и эмоциональной устойчивости. Так, по данным опроса, около 63% специалистов, не вовлечённых в спорт, сталкиваются с ощущением сильной усталости по завершению рабочего дня. Среди тех, кто активно занимается спортивными играми, таких оказалось лишь 35%.

Также было зафиксировано, что уровень стрессоустойчивости у физически активных сотрудников составляет в среднем 8,3 балла из 10, в то время как у остальных − около 6,2. Это свидетельствует о положительном

влиянии физической активности на способность справляться с профессиональными нагрузками (табл.).

Таблица

Собранная статистика в ходе опроса

Показатели	IT-специалисты, занимающиеся спортом	IT-специалисты, не занимающиеся спортом
Уровень стрессоустойчивости(баллы)	8,3	6,2
Уровень физ.усталости(%)	35%	70%
Удовлетворенность работой(%)	85%	60%

Опрос студентов

В ходе исследования также был проведен опрос среди студентов IT-специалистов, чтобы оценить влияние занятий спортом на различные показатели выносливости и удовлетворенности. Опрос включал следующие данные: **количество участников:** 102 студентов, **возраст участников:** 20 лет среди опрошенных студентов IT-направлений (всего 102 человека, средний возраст − 20 лет) были зафиксированы следующие результаты:

- стрессоустойчивость: в среднем 8,3 балла у спортсменов против 6,2 балла у неактивных.
- физическая усталость: 35% испытывают утомление после учебного дня среди спортсменов, в сравнении с 70% у остальных.
- удовлетворённость профессией: 85% активных студентов положительно оценивают своё будущее в профессии, среди остальных − только 60%.

Полученные данные подчёркивают важность спортивной активности как средства повышения качества жизни и эффективности профессиональной деятельности в IT-сфере. Командные игры не только укрепляют физическое здоровье, но и развивают социальные и личностные навыки: способность к сотрудничеству, лидерство, самоконтроль в стрессовых ситуациях.

Регулярные спортивные занятия могут быть интегрированы в корпоративную культуру IT-компаний. Это позволит не только повысить производительность труда, но и снизить текучесть кадров за счёт повышения удовлетворённости сотрудников своей работой.

Заключение

Физическая активность, особенно в форме командных игр, оказывает всесторонне положительное влияние на представителей IT-профессий. Она способствует улучшению общего самочувствия, развивает важнейшие профессиональные качества и повышает устойчивость к стрессу.

Учитывая характер и специфику работы в IT, включение спорта в повседневную жизнь специалистов можно рассматривать как необходимую меру для поддержания их физического и психологического благополучия. Регулярные занятия спортом помогают не только справляться с нагрузками, но и обеспечивают более высокий уровень профессиональной эффективности и удовлетворённости своей деятельностью.

Список литературы

1. Бойко, Г. М. Влияние спортивной подготовки на формирование устойчивости к стрессовым ситуациям.

2. Гертер Е.А. Анализ влияния спортивных игр и командных видов спорта на развитие коммуникативных навыков и социализацию.

3. Игнатьев А.В. Исследование влияния профессионально-прикладной физической подготовки на трудовую деятельность специалистов по программированию в компьютерных системах

4. Психология здоровья: Учебник для вузов / Под ред. Г С. Никифоров а. – СПб.. Питер, 2006. – 607с.
Раевский Р.Т. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов высших учебных заведений: учебно-методическое пособие/Р.Т. Раевский, С.М.

5. Канишевский. – О.: Наука и техника, 2010. – 380 с.

6. Шмыгов П.А. Основные аспекты профессионально-прикладной физической подготовки будущих специалистов компьютерных технологий.

Секция 15
ТЕХНИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Бакулин К.А., Синицин Н.Г.
студенты
Научный руководитель: ***Бусаров С.С.***
к.т.н., доцент
Омский государственный технический университет
Россия, Омск

ДВУХКАМЕРНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА

Аннотация. Целью данного исследования является повышение эффективности холодильных машин, в том, числе и снижение их массогабаритных характеристик, за счёт снижения нагрузки на конденсатор.

Ключевые слова: холодильные машины; двухкамерная холодильная машина; эффективность холодильных машин; конденсатор.

Bakulin K.A., Sinitsyn N.G.
Students,
Scientific Advisor: ***Busarov S.S.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Omsk State Technical University,
Russia, Omsk

TWO-CHAMBER REFRIGERATING MACHINE

Abstract. The purpose of this study is to increase the efficiency of refrigerating machines, including reducing their weight and size characteristics, by reducing the load on the condenser.

Keywords: refrigerating machines; two-chamber refrigerating machine; efficiency of refrigerating machines; condenser.

Целью данного исследования является повышение эффективности холодильных машин, в том, числе и снижение их массогабаритных характеристик, за счёт снижения нагрузки на конденсатор. Это возможно осуществить понизив энергию пара идущего от компрессора. Ещё в конце 20 века перспективным направлением стала конструкция со впрыском жидкости в камеру сжатия, что позволило повышать давление в одной ступени сжатия, приближать процесс сжатия к изотермическому и вести процесс сжатия по правой пограничной кривой или очень близко к ней. Исследованию данного направления посвящён целый ряд работ советких и российских учёных [1,2]. Однако в настоящее время данный способ применется не часто в поршневых

машинах по причичне необходимости очистки газа от впрыскиваемой жидкости, необходимости обеспечения точного дозирования жидкости для избежания скопления последней в рабочей камере.

Перспективное направление, связанное с созданием машин реализующих процесс сжатия в «квазиизотермическом режиме», так называемых тихоходных машин получило развитие с 2010 года в Омском государственном техническом университете [3-5]. Такие машины обеспечивают получение средних и высоких давлений в одно сутпени сжатия при температурах газа на выходе ниже существующих максимальных значений по соответсвующим нормативным документам. В силу того, что необходимо было отводить в таких компрессорах большое количество теплоты, время цикла было значительно повышено, что привело к получению производительности не более 5м^3/ч для одного цилиндра. При этом типоразмерный ряд таких машин, если брать диаметры цилиндров находится в довольно узком диапазоне до 80 мм [5].

Дальнейшее совершенствование таких машин для нужд в первую очередь холодильной техники привело к созданию многокамерных машин.

Одно из решений представлено в источнике [6]. Схема такой машины представлена на рисунке. Состав машины: компрессора 1, содержащего рабочую камеру предварительного сжатия 2, камеру всасывания 3 с газораспределительным устройством всасывания 4, камеру дожатия 5, камеру нагнетания 6 с газораспределительным устройством нагнетания 7. Трубопровод 8 соединяющий камеру предварительного сжатия 2 и камеру дожатия 5. Камера нагнетания 6 посредством охлаждаемого капилляра 9, а камера всасывания 3 посредством трубопровода 10 сообщаются с внутренней полостью связанного с потребителем теплообменника 11. Компрессор 1, теплообменник 11, капилляр 9 и трубопровод 10 объединены в единый замкнутый холодильный цикл.

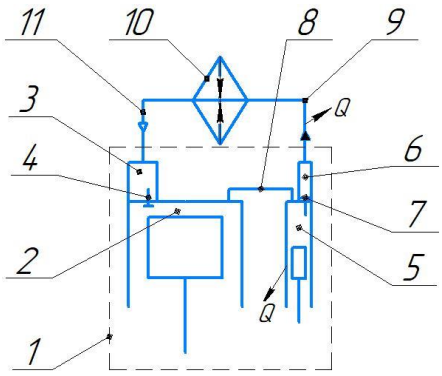


Рис. Схема компактной холодильной машины с двухкамерным компрессором

Компрессор 1 выполнен в виде тихоходного поршневого двухкамерного (камера предварительного сжатия 2 и камера дожатия 5). При этом камера дожатия 5 выполнена меньше камеры предварительного сжатия 2.

При этом на поршнях данного компрессора можно установить эластомерный диск [7], что позволит повысить коэффициент подачи на 10…15%.

Двухкамерный компрессор в данной схеме работает следующим образом: газ поступает в камеру всасывания 3 и через газораспределительное устройство всасывания 4 в рабочую камеру предварительного сжатия 2 компрессора газ сжимается с низким показателем политропы [8] сжатия в рабочей камере предварительного сжатия 2 и по трубопроводу 8 переходит в камеру дожатия 5, процесс сжатия в камере дожатия 5 сопровождается интенсивным отводом образованного тепла, причем камера 5 значительно меньше камеры 2, что позволяет более интенсивно взаимодействовать сжимаемому газу с охлаждаемыми стенками в камере дожатия 5. В конце процесса сжатия открывается газораспределительное устройство нагнетания 7 и газ поступает в камеру нагнетания 6.

Представленная конструкция позволит во многих случаях получить конденсацию пара либо в камере самого компрессора либо в трубопроводе сразу за компрессором [9]. Из проводимых исследований известно, что конденсаторные узлы составляют примерно 20% от всей холодильной установки. Таким образом, можно уменьшить массогабаритные показатели последней. В таблице представлены данные по снижению массогабаритных показателей холодильных машин.

Таблица

Сравнительные характеристики серийных холодильных машин и альтернативных с малорасходными компрессорами

Холодопроизводительность, Вт	6050	1450	14500	836
Серийные многоступенчатые поршневые компрессоры				
Название, страна	MDE114-4, «COPELAND» (Германия)	CXA HT 2DES2Y «Bitzer», (Германия)	LT-F-2*S10-52Y, «РЕФРУС», (Россия)	MM109S «POLAIR», (Россия)
Масса, кг	480	120	515	50
Альтернативные холодильные машины с тихоходными компрессорами				
Масса, кг	300	65	400	40

Проведённые исследования показали перспективы, нового направления совершенствования холодильных установок, заключающегося в использовании тихоходных двухкамерных компрессоров. Предложенная конструкция компрессора позволит снизить массогабаритные показатели до 20%.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-20010.

Список литературы

1. Бусаров С. С., Недовенчаный А. В., Капелюховская А. А. Возможность замены двухступенчатых холодильных компрессоров тихоходными. // Вестник Международной академии холода. 2024. № 2. С. 30–35. DOI: 10.17586/1606-4313-2024-23-2-30-35.

2. Бусаров С.С. Создание и совершенствование бессмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней: дис. … доктора техн. наук. Омск, 2024. – 325 с.

3. Бусаров С.С. и др. Поршневой компрессор. Пат. 2694104 Российская Федерация, МПК7 F04 B 39/04. – № 2018132179; заявл. 07.09.2018; опубл. 09.07.2019. Бюл. №19.

4. Бусаров С.С., Капелюховская А.А., Недовенчаный А.В. Обоснование возможности конденсации газов в бессмазочных тихоходных холодильных компрессорах // Холодильная техника. 2023. Т. 112, № 1. С. 21–27. DOI: https://doi.org/10.17816/RF513731.

5. Дзитоев М. С., Татаренко Ю. В., Молостов А. В. К вопросу испарительного охлаждения компрессора // Вестник Международной академии холода. 2021. № 2. С. 21–27. DOI: 10.17586/1606-4313-2021-20-2-21-27.

6. Патент РФ № 2819037. МПК F25B 1/10,F25B 31/00 // Кобыльский Роман Эдуардович, Бусаров Сергей Сергеевич, Недовенчаный Алексей Васильевич, Бусаров Игорь Сергеевич, Капелюховская Александра Александровна, Синицин Никита Глебович. Компактная холодильная машина. Опубликовано: 13.05.2024 Бюл. № 14. Заявка: 2023121084, 11.08.2023.

7. Середа С.О., Гильмедов Ф.Ш., Мунтянов И.Г. Экспериментальное исследование впрыска воды во входной канал многоступенчатого компрессора на его характеристики // Теплоэнергетика. 2004. №5. С.66-71.

8. Юша В. Л., Бусаров С. С. Определение показателей политропы схематизированных рабочих процессов воздушных поршневых тихоходных длинноходовых компрессорных ступеней // Омский научный вестник. Сер. Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. 2020. Т. 4, № 1. С. 15–22. DOI: 10.25206/2588-0373-2020-4-1-15-22.

9. Юша В.Л., Бусаров С.С., Васильев В.К., Недовенчаный А.В., Громов А.Ю., Чижиков М.А. Теоретическая оценка возможности замены многоступенчатых малорасходных поршневых компрессоров на одноступенчатые // Омский научный вестник. – 2015. – №3 (143) – С.66-69.

Ваймер И.В., Марченко Д.Р.
студенты
Научный руководитель: ***Капелюховская А.А.***
старший преподаватель
Омский государственный технический университет
Россия, Омск

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ КОМПАКТНЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Аннотация. Представлена методика расчёта действительного одноступенчатого тихоходного длинноходового поршневого компрессора и проведён расчётно-теоретический анализ её рабочих процессов и интегральных характеристик при работе на хладагенте R134a. Выполнена сравнительная оценка основных интегральных характеристик рассматриваемого компрессора с быстроходным двухступенчатым поршневым компрессором.

Ключевые слова: поршневой компрессор; оценка интегральных характеристик; эффективность холодильных машин; быстроходный двухступенчатый поршневой компрессор.

Vaymer I.V., Marchenko D.R.
Students,
Scientific Advisor: ***Kapelyukhovskaya A.A.***
Senior Lecturer
Omsk State Technical University,
Russia, Omsk

INVESTIGATION OF THE WORKING PROCESSES OF COMPACT REFRIGERATING MACHINES

Abstract. A method for calculating a valid single-stage low-speed long-stroke reciprocating compressor is presented and a computational and theoretical analysis of its operating processes and integral characteristics when operating on R134a refrigerant is carried out. A comparative assessment of the main integral characteristics of the compressor under consideration with a high-speed two-stage reciprocating compressor has been performed.

Keywords: reciprocating compressor; evaluation of integral characteristics; efficiency of refrigerating machines; high-speed two-stage reciprocating compressor.

Роль современных холодильных машин трудно переоценить. Большой спрос на холодильные машины связан, со значительно возросшим и продолжающим расти объёмом потребления замороженных продуктов, позволяющих равномерно снабжать потребителей сезонными товарами в течение года. Холод применяется для проведения некоторых операций в медицине за счёт замедления протекания некоторых процессов, позволяет обеспечивать длительное хранение медицинских препаратов, донорской крови и т.д. Более мощные холодильные установки применяются в строительстве, металлургии, химической промышленности. Большое количество отечественных и зарубежных фирм занимаются выпуском холодильных агрегатов малой мощности в их числе:

– компания KIFATO, выпускает холодильные машины на природных хладагентах, таких как проран и диоксид углерода;

– МариХолодМаш, выпускает торговое оборудование;

– компания Омекс производит холодильное оборудование для различных сфер деятельности, в том числе и для медицины;

– Смоленский Завод Морозильников занимается производством компактных низкотемпературных (-10...-45°С) и ультранизкотемпературных (-60...-86°С) ларей, морозильные камеры для медицинских отходов и многие другие.

Учитывая мировую ситуации и ориентированность стратегических производств на импортозамещение, основными направлениями совершенствования холодильных машин остаётся повышение эффективности и надёжности, уменьшение массогабаритных показателей отдельных блоков и всей установки в целом.

Холодильные машины небольшой производительности, обычно это до 15 кВт в основном используют в своём составе поршневые компрессоры. Совершенствование холодильных машин связано с такими понятиями как надёжность и долговечности. В 21 веке остро стоит вопрос замены ранее применяемых эффективных хладагентов таких как R12 и R22 на современные безопасные, не приносящие вреда экологии планеты. Одним из перспективных хладагентов в настоящее время стал хладагент R134a. Данный хладагент нашёл широкое применение в среднетемпературных холодильных установках имея хорошие показатели эффективности и благоприятно влияя на конструкционные материалы, в том числе и уплотнения [1-3]. Повышение эффективности холодильных машин неразрывно связано с совершенствованием рабочих процессов, применением новых материалов и т.д.

Настоящая работа связана с повышением эффективности холодильных машин за счёт использование тихоходных поршневых компрессоров [4,5]. В тихоходном компрессоре за счёт предложенного соотношения хода поршня к диаметру цилиндра (более 10) и длительного времени цикла, которое составляет несколько секунд удаётся получить эквивалентный показатель политропы сжатия ниже 1,08. Данное качество позволяет расширить диапазон получаемых отношений давлений в одной тихоходной ступени (до 100 и более) по сравнению с существующими (до 8) [6].

Таким образом, отсутствие данных по протеканию и эффективности рабочего процесса в тихоходном компрессоре при сжатии хладагента R134a с температурой на всасывании ниже нуля градусов обуславливает актуальность проводимого исследования.

Исследования проведены с использование математической модели изложенной в работе [7].

На рисунке 1 представлены зависимости коэффициента подачи и индикаторного изотермического кпд для холодильного тихоходного компрессора от температуры кипения хладагента.

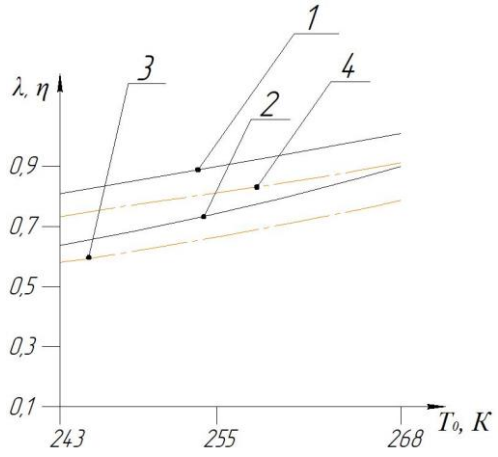


Рис. 1. Зависимость коэффициента подачи (1, 2) и индикаторного изотермического КПД (3, 4) от температуры кипения рабочего тела при Тк=308 К:
1, 3– одноступенчатый компрессор на базе тихоходной длинноходовой интенсивно охлаждаемой ступени; 2, 4 – двухступенчатый быстроходный компрессор

Результаты исследования находят своё отражение при анализе величины холодильного коэффициента рассматриваемой холодильной установке с тихоходным компрессором (рис. 2). Несмотря на заведомое снижение холодопроизводительности при одноступенчатом сжатии по сравнению с двухступенчатым (при фиксированном секундном описанном объёме), величина холодильного коэффициента для этих двух вариантов теоретически сопоставима.

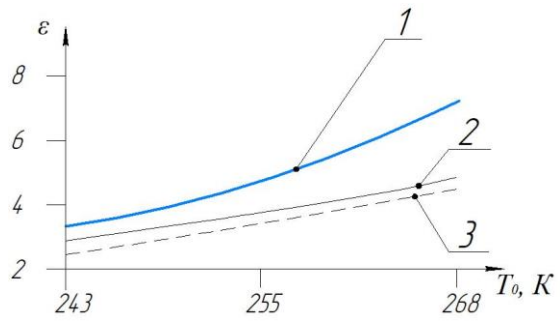


Рис. 2. Зависимость х олодильного коэффициента от температуры кипения рабочего тела при Тк=308 К:
1 – двухступенчатый быстроходный компрессор; 2 – одноступенчатый компрессор на базе тихоходной длинноходовой интенсивно охлаждаемой ступени D= 50 мм;
3 – одноступенчатый компрессор на базе тихоходной длинноходовой интенсивно охлаждаемой ступени D= 200 мм

Представлена методика расчёта действительного одноступенчатого тихоходного длинноходового поршневого компрессора и проведён расчётно-теоретический анализ её рабочих процессов и интегральных характеристик при работе на хладагенте R134a. Выполнена сравнительная оценка основных интегральных характеристик рассматриваемого компрессора с быстроходным двухступенчатым поршневым компрессором. Показано, что основные интегральные характеристики рассматриваемой ступени, по меньшей мере, сопоставимы с аналогичными характеристиками широко применяемых в настоящее время двухступенчатых компрессоров. Полученные результаты позволяют говорить об актуальности исследований и разработок, связанных с применением одноступенчатых холодильных компрессоров на базе тихоходных длинноходовых интенсивно охлаждаемых ступеней, в том числе для более широкого диапазона рабочих режимов и различных рабочих веществ.

Проведённые численные расчёты холодильной тихоходной ступени на хладагенте R134a позволили осуществить анализ рабочего процесса и получить интегральные характеристики – коэффициент подачи, индикаторный изотермический КПД, холодильный коэффициент. Можно с большой точность считать, что процесс сжатия в быстроходных машинах происходит по адиабате. Интегральные характеристики сопоставимы со значениями одноимённых параметров для существующих холодильных компрессоров. При этом тихоходный компрессор может быть эффективной альтернативой многоступенчатых машин при использовании хладагентов высокого давления.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-20010.

Список литературы

1. Бусаров С.С. Создание и совершенствование несмазываемых поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней: автореф. дис. … доктора техн. наук. Омск, 2023. – 32 с.

2. Бусаров С.С., Синицин Н.Г., Капелюховская А.А. Создание компактных холодильных машин на основе тихоходных компрессорных машин // КАЗАХСТАН-ХОЛОД 2024: сб. докл. междунар. науч.-техн. конф. – Алматы: АТУ, 2024. – С.33 – 39.

3. Зеликовский И.Х., Каплан Л.Г. Малые холодильные машины и установки: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1989. – 672 с.

4. Юша В.Л., Бусаров С.С. Определение показателей политропы схематизированных рабочих процессов воздушных поршневых тихоходных длинноходовых компрессорных ступеней // Омский научный вестник. Сер. Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. 2020. Т. 4, № 1. С. 15–22. DOI: 10.25206/2588-0373-2020-4-1-15-22.

5. Юша В.Л., Бусаров С.С. Методика расчёта действительной производительности одноступенчатых длинноходовых поршневых компрессоров // Омский научный вестник. Сер. Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. 2020. Т. 4, № 4. С. 9–15. DOI: 10.25206/2588-0373-2020-4-4-9-15.

6. Dutta A. K., Yanagisawa T., Fukuta M. A Study on Compression Characteristic of Wet Vapor Refrigerant // International Compressor Engineering Conference at Purdue. 1996. 1112. URL: https://docs.lib.purdue.edu/icec/1112 (дата обращения: 14.05.2022).

7. Trott A.R., Welch T. Refrigeration and Air-Conditioning. 3rd ed. Butterworth Heinemann, Oxford, 2000. 377 p.

Кириллов В.А.
студент
Научный руководитель: ***Ермолаев А.Е.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ОПЫТНАЯ СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТА МИ-34

Аннотация. Системы жизнеобеспечения плотно вошли в нашу повседневную жизнь, они присутствуют в профессиональной деятельности, в быту. На высоте, когда изменение с высотой атмосферного давления сильно влияет на жизнедеятельность человека в летательном аппарате, также являются необходимы установки систем жизнеобеспечения, в них нуждаются как пилоты летательного аппарата (в работе будет идти речь именно о вертолете), так и его пассажиры или грузы воздушного судна.

Ключевые слова: система кондиционирования; кондиционирование воздуха в летательном аппарате; установка СКВ легкого вертолета.

Kirillov V.A.
Student,
Scientific Advisor: ***Ermolaev A.E.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

EXPERIMENTAL AIR CONDITIONING SYSTEM OF THE MI-34 HELICOPTER

Abstract. Life support systems are tightly integrated into our daily lives, they are present in professional activities and in everyday life. At altitude, when a change in atmospheric pressure with altitude strongly affects human life in an aircraft, life support systems are also needed, both pilots of the aircraft (it will be a helicopter in the work) and its passengers or aircraft cargo need them.

Keywords: air conditioning system; air conditioning in an aircraft; installation of an airborne light helicopter.

В данной статье направлено внимание на опытную систему кондиционирования и жизнеобеспечения легкого летательного аппарата, а именно вертолета российского производителя «Вертолеты России», модели Ми-34, разработка которой была начата и закончена в 1980-х годах. В нынешнее время была произведена полная модернизация систем вертолета, в том числе и система кондиционирования и жизнеобеспечения. Вертолет в своем семействе имеет одну модель, поэтому для него было предложено несколько компоновок систем жизнеобеспечения, и одну из них, опытную, будет предложено рассмотреть в данной статье.

Система кондиционирования спроектирована и призвана решить ряд очень важных задач. Фюзеляж вертолета имеет 2 условно разделенных зоны: зона пилотов, и грузовая зона, или же зона пассажиров. В зоне пилотов СКВ решает две важные задачи: первоочередная задача − обеспечение воздухом холодным или теплым пилотов на разных высотах, во время взлета и посадки, в любую погоду, второстепенная задача − предотвращение запотевания, а впоследствии, на высоте − замерзания лобовых стекол передней части вертолета, что значительно затруднит посадку судна. В дальнейшем задача сводится к обеспечению климатических условий для пассажиров, или, в зависимости от компоновки, груза, который перевозится в фюзеляже вертолета. Поэтому, сами потоки воздуха разделены на 2 вида: в кабине пилотов потоки воздуха направлены как на лобовые стекла, так и на пилотов, как бы из области приборной панели вертолета (как показано на рисунке 1).

В пассажирской же кабине (или грузовой) потоки воздуха направлены от верхней обшивки вертолета, из специальных дефлекторов сопловидных, («с потолка»), как показано на рисунке 2.



Рис. 1. Поток воздуха от теплообменника в кабине пилотов



Рис. 2. Дефлекторы потока воздуха в кабине пассажиров (или в грузовой кабине)

Система кондиционирования может работать в двух режимах: когда судно находится на земле, идет подготовка к полету (нужно проверить и подготовить кабину пилотов и пассажиров к определенному климатическому уровню), или же, к примеру, когда проходит обслуживание − плановое или внеплановое: в этом случае СКВ работает от вспомогательной бортовой силовой установки (главная задача которой − запустить все основные системы вертолета, в том числе и двигатель(двигатели)). Второй же режим − когда вертолет уже, непосредственно, в воздухе. В обоих режимах работы открывается заслонка забора воздуха, которая находится в нижней части вертолета, она показана на рисунке 3.



Рис. 3. Заслонка забора воздуха

Вкратце можно привести схематическое расположение основных узлов на рисунке 4. На схеме показаны: патрубки, по которым проходит циркуляция хладагента, два испарителя, конденсатор, компрессор и осушитель воздуха.

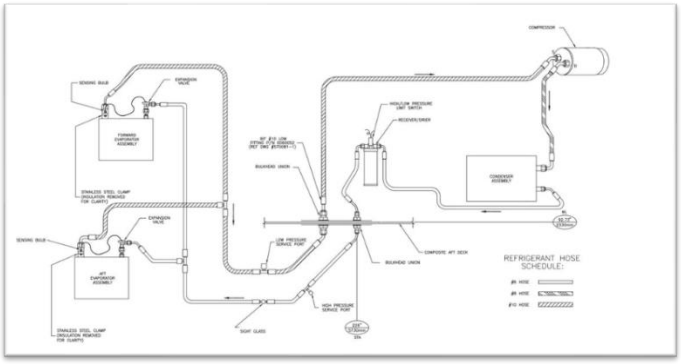


Рис. 4. Схема расположения основных узлов СКВ МИ-34

Используется опытный ротационный компрессор, установленный в опытный макет установки, рабочее давление которого 15 атмосфер, он показан на рисунке 5.



Рис. 5. Опытный компрессор

На рисунке 6 приведен чертеж опытного конденсатора.

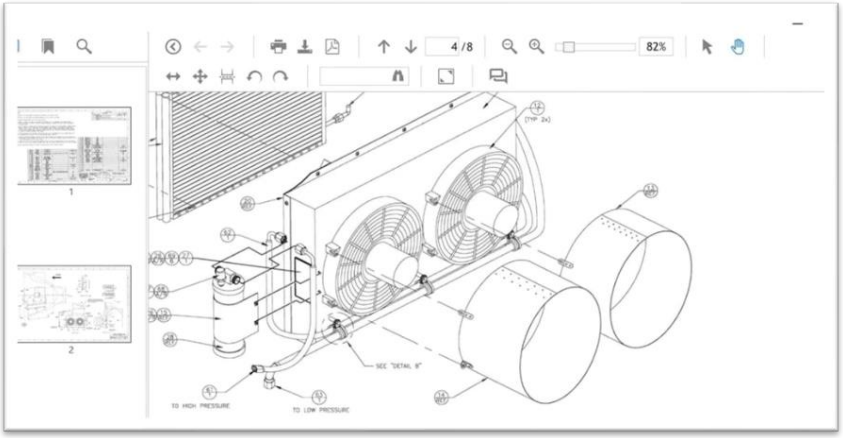


Рис. 6. Чертеж опытного конденсатора в изометрии

На рисунке 7 показан опытный конденсатор в сборе.

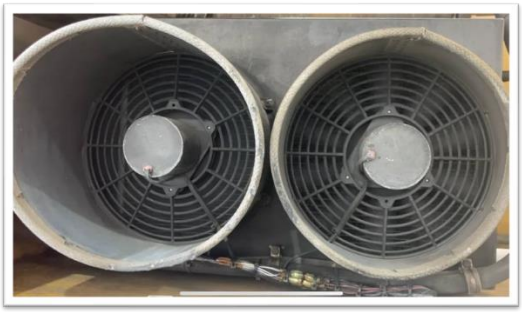


Рис. 7. Опытный конденсатор в сборе

Немаловажным аспектом СКВ летательного аппарата является и обслуживание системы: ее необходимо заблаговременно «заправить» хладагентом, или, в случае поломки − определить неисправную деталь или узел, и оперативно заменить. «Заправку» системы, проверку необходимых показателей можно произвести в хвостовой части вертолета, как показано на рисунке 8.



Рис. 8. Область обслуживания СКВ

Примерное расположение узлов на общем виде вертолета приведено на рисунке 9.

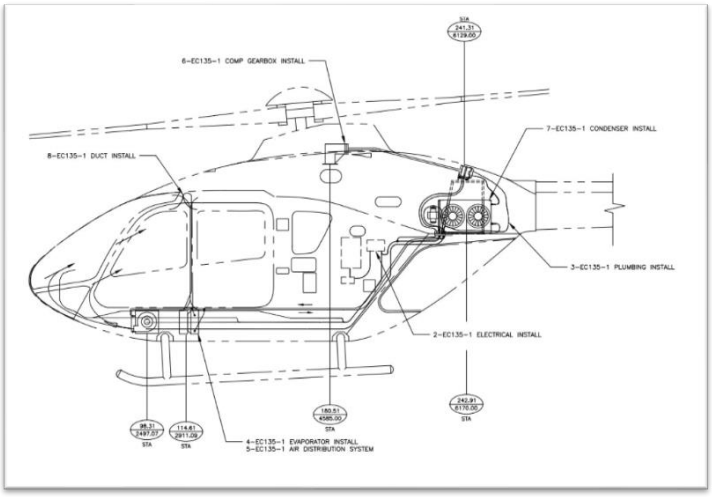


Рис. 9. Расположение узлов на общем виде вертолета

Ведущий (серийный) производитель узлов СКВ − это российская компания АО ПКО «Теплообменник»

Заправка системы производится хладагентом-аналогом, который по своим характеристикам схож с хладагентом R134a.

В заключение необходимо указать дальнейший вектор направления работы над модернизацией и эксплуатацией систем жизнеобеспечения, а именно:

- Снижение массы установки;
- Увеличение эффективности установки;
- Значительное облегчение конструкции для обслуживания и эксплуатации;
- Исчерпывающее импортозамещение узлов;
- Применение аддитивных технологий.

Отдельно стоит отметить то обстоятельство, что в настоящее время ведется тестовое изготовление узлов СКВ с применением аддитивных технологий, а именно: изготовление узлов СКВ из термопластичных порошковых полимерных композиций (полиамид), что значительно сокращает время изготовления, и соответственно, увеличивает количество деталей, которые можно произвести «под ключ», что существенно облегчает нынешний процесс, который состоит из множества шагов.

Совокупность существующих, и будущих технических решений обязаны учитывать постоянную интенсивную вибрацию, и, соответственно, обеспечивать бесперебойную работу систем жизнеобеспечения.

Список литературы

1. Литература производителя АО «Теплообменник» – *URL:https://www.teploobmennik.ru/* (дата обращения: 03.03.2025)

2. Системы оборудования летательных аппаратов / под ред. А.М. Матвеенко и В.И. Бекасова – М.: Машиностроение, 1986.

Королев И.О., Солонников В.А.
студенты
Научный руководитель: ***Чернявская В.В.***
ассистент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ КАК КЛЮЧЕВОЙ ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Аннотация. На текущем этапе развития общество сталкивается с несколькими глобальными проблемами, такими как энергетический и экологический кризисы. Холодильная техника относится к энергоемким отраслям промышленности, поэтому технологии, направленные на обеспечение энергоэффективности и ресурсосбережения являются как никогда актуальными и востребованными. В работе рассмотрены основные направления, позволяющие повысить энергетическую эффективность и экологическую безопасность холодильного оборудования, такие как применение современных методов управления, новых композитных материалов и холодильных агентов.

Ключевые слова: холодильные установки; энергетическая эффективность; экологическая безопасность; холодильные агенты; инверторные компрессоры.

Korolev I.O., Solonnikov V.A.
Students,
Scientific Advisor: ***Chernyavskaya V.V.***
Assistant
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF REFRIGERATION EQUIPMENT AS A KEY FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstract. At the current stage of development, society is facing several global challenges such as energy and environmental crises. Refrigeration technology belongs to energy-intensive industries, so technologies aimed at ensuring energy efficiency and resource conservation are more relevant and in demand. The paper considers the main directions allowing to increase energy efficiency and environmental safety of refrigeration equipment, such as the use of modern control methods, new composite materials and refrigerants.

Keywords: refrigeration plants; energy efficiency; environmental safety; refrigerants; inverter compressors.

В современном мире холодильная техника находит применение практически во всех областях науки и промышленности. Искусственный холод применяют в пищевой промышленности для сохранения продуктов питания; в системах жизнеобеспечения для создания как комфортных условий для человека, так и условий, необходимых для технологических процессов;

в медицине как для терапевтических целей, так и лечения (криохирургия); в спорте при создании различных спортивных объектов и многих других [1]. На текущем этапе развития общество сталкивается с несколькими глобальными проблемами, такими как энергетический и экологический кризисы, которые тесно взаимосвязаны [6]. Холодильная техника относится к энергоемким отраслям промышленности, поэтому технологии, направленные на обеспечение энергоэффективности и ресурсосбережения являются как никогда актуальными и востребованными [8].

В холодильных установках одним из самых энергопотребляемых аппаратов является компрессор. В большинстве случаев управление холодопроизводительностью установки осуществляется путем включения и выключения компрессора. При таком виде регулирования потребление электроэнергии возрастает за счет увеличенных пусковых токов. Помимо этого, к негативным факторам данного регулирования можно отнести быстрый износ компрессора вследствие того, что примерно 80% износа приходится на запуск [5]. Существуют и другие методы регулирования холодопроизводительности, такие как, например, байпасирование, в результате которого происходит перепуск пара холодильного агента со стороны нагнетания на сторону всасывания. При этом холодопроизводительность установки снижается, а производительность компрессора, а следовательно, и его энергопотребления остаются постоянными [7].

Альтернативным решением является использование компрессоров с инверторным управлением, которые позволяют изменять скорость вращения электродвигателя. Как известно, скорость движения электродвигателя зависит от количества магнитных полюсов и частоты тока. Инвертор – устройство, преобразующее переменный ток из сети в начале в постоянный, а затем обратно в переменный с изменяемой частотой. Применение таких устройств позволяет снизить энергопотребление на 20-30% по сравнению с традиционными методами регулирования [4]. Более того инверторные компрессоры позволяет снизить уровень шума, что также является важным конкурентным преимуществом.

Применяемые в холодильной технике теплообменные аппараты так же оказывают влияние на энергоэффективность установок. Современные технологии позволяют создавать теплообменные аппараты нового поколения, обладающие более низкими гидравлическими сопротивлениями, компактными габаритами, возможностью работы как в нейтральных, так и в агрессивных средах, а также хорошей теплопроводностью [2]. Данных преимуществ позволяет добиться применение новейших композитных материалов и использование методов компьютерного моделирования для оптимизации конструкций теплообменных аппаратов.

Долгое время холодильные установки работали с применением холодильных агентов на основе предельных углеводородов. Однако в соответствии с Кигалийской поправкой к Монреальскому протоколу развитые

страны обязуются перейти до 2036 года на производство холодильных агентов, имеющих нулевой потенциал разрушения озонового слоя (ODP = 0) и низкий потенциал глобального потепления (GWP). В сложившихся условиях наиболее перспективными являются холодильные агенты природного происхождения, такие как аммиак (R717) и углекислый газ (R744) [9]. Стоит отметить, что применение R744 подразумевает реализацию транскритического цикла, уровень давления сжатия в которых выше. Аммиак в свою очередь обладает хорошими теплофизическими свойствами, что делает его применение оправданным с точки зрения энергоэффесктивности. При этом аммиак является токсичным, в результате чего его применение требует дополнительных мер обеспечения безопасности.

На сегодняшний день системы, работающие на природных холодильных агентах, находят применение в системах холодоснабжения сетевых супермаркетов, а также в тепловых насосах.

Еще одним направлением повышением эффективности является применение микропроцессорной техники для более точного управления параметрами работы холодильной установки. К данному направлению можно отнести как внедрение новых рациональных алгоритмов управления, в частности на базе микроконтроллеров, так и разработка систем на базе искусственного интеллекта, позволяющих своевременно изменять настройки холодильных систем (например, в зависимости от температуры окружающей среды). Это позволит экономить электроэнергию и более точно поддерживать заданные температурные режимы [3].

Повышение энергетической эффективности холодильного оборудования является приоритетной задачей, связанной с комплексным внедрением новых конструктивных решений, систем управления и автоматизации, а также с использованием экологически безопасных и термодинамически совершенных холодильных агентов. Хочется отметить, что только совокупность всех рассмотренных решений позволит создать отвечающее всем современным требованиям холодильное оборудование.

Список литературы

1. Абдуллаев М. У. Актуальные направления развития технологий энергоэффективности и энергосбережения в холодильной технике // Новые импульсы развития: вопросы научных исследований. 2020. №3.

2. Астановский Д. Л., Астановский Л. З., Сильман М. А. Применение теплообменных аппаратов нового поколения // Вестник МАХ. 2010. №3.

3. Даниленко А. Ф., Дьяков А. Г. Повышение эффективности работы холодильных агрегатов на базе микропроцессорной техники // Вестник НТУ ХПИ. 2007. №39.

4. Константинов Д. С. Системы управления и мониторинга для оптимизации энергопотребления в холодильной технике // Вестник науки. 2024. №2.

5. Котзаогланиан П. Пособие для ремонтника. Справочное руководство по монтажу, эксплуатации, обслуживанию и ремонту современного оборудования холодильных установок и систем кондиционирования: Перевод с французского/под редакцией Сапожникова В.Б. – М.: Эдем, 2007. – 832 с

6. Почанин Ю.С. «Энергетика и экология» / учебно-методическое пособие. 2020. с 321.
7. Ужанский В.С. Автоматизация холодильных машин и установок. – М.: Пищевая промышленность, 1973 г. – 296 с.
8. Ховалыг Д. М., Синицина К. М., Бараненко А. В. И др. Энергоэффективность и экологическая безопасность техники низких температур // Холодильная техника и кондиционирование. 2014. №1.
9. Цой А. П., Грановский А. С., Воробьева О. Д. Выбор хладагентов для холодильных систем фрукто- и овощехранилищ // Вестник МАХ. 2022. №2.

Рачков А.П.
студент
Научный руководитель: ***Сайфетдинов А.Г.***
к.т.н., доцент
Казанский национальный исследовательский технологический университет
Россия, Казань

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ГАЗА В РОТОРНОЙ МАШИНЕ

Аннотация. В работе описывается методика учета инерционности термопарного датчика при измерении нестационарных температур в быстропротекающем процессе, в частности, температуры газа в рабочей полости роторного компрессора.

Ключевые слова: роторный компрессор, термопара, инерционность, температура газа.

Rachkov A.P.
Student,
Scientific Advisor: ***Sayfetdinov A.G.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan National Research Technological University,
Russia, Kazan

FEATURES OF PROCESSING THE RESULTS OF GAS TEMPERATURE MEASUREMENTS IN A ROTARY MACHINE

Abstract. The paper describes a method for taking into account the inertia of a thermocouple sensor when measuring non-stationary temperatures in a fast-flowing process, in particular, the gas temperature in the working cavity of a rotary compressor.

Keywords: rotary compressor, thermocouple, inertia, gas temperature.

В водяных холодильных машинах среди компрессоров различных типов широкое применение находят объемные роторные компрессоры в связи

с их уравновешенностью, быстроходностью, надежностью, а также хорошими массогабаритными показателями. К данному классу машин относится и роторный компрессор внутреннего сжатия (РКВнС) (рис. 1).

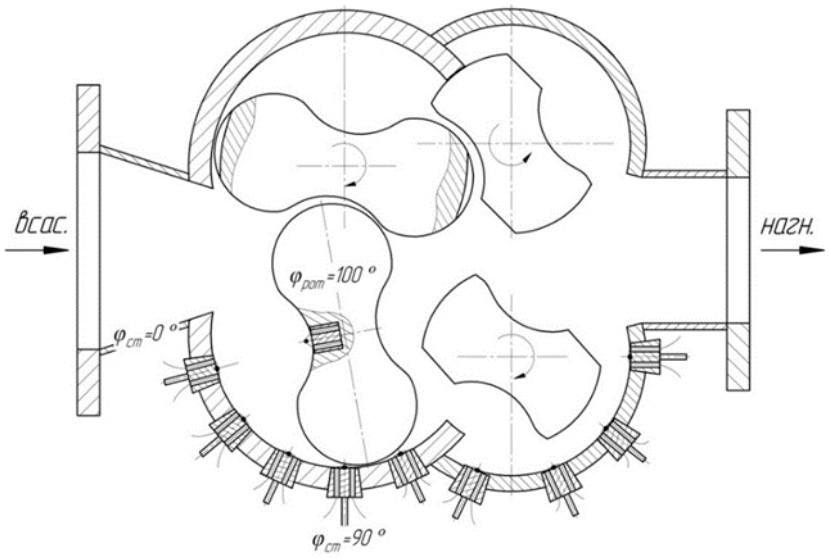


Рис. 1. Схема роторного компрессора с измерительными датчиками

По методике, изложенной в [1], было проведено экспериментальное исследование теплообмена в рабочей полости данного компрессора.

В [2] представлены полученные опытным путем значения температуры наружной стенки РКВнС, мгновенные значения температур внутренней стенки и газа, давления в рабочей полости компрессора в зависимости от угла поворота ротора на различных режимах работы. В качестве температурных датчиков использовалась термопара хромель-копель с диаметром проводов 0,02 мм.

Данные показали, что регистрируемая расположенным на роторе датчиком температура газа на протяжении всего рабочего процесса по характеру изменения не соответствует изменению давления в рабочей полости компрессора. Основной причиной является инерционность датчика.

На основе элементарной теории тепловой инерции [3] установлено приближенное дифференциальное уравнение, связывающее истинную температуру измеряемого газа $t_г(\tau)$ с температурами термоприемника $t_{сп}(\tau)$ и ротора $t_{рот}(\tau)$. Основным параметром, входящим в уравнение, является показатель термической инерции термопары ε_0 с учетом влияния излучения и теплоотвода по проводам. Его величина зависит от размера и материала спая термопары, а также средней за рабочий период температуры спая $t_{сп}$ и скорости обдуваемого газа, которые зависят как от режима работы компрессора: частоты вращения роторов и отношения давлений в компрессоре, так и от периода рабочего процесса. Результаты расчетов показали, что на величину ε_0 изменение температуры ротора $t_{рот}$ практически не влияет.

На рис. 2 линия 1 соответствует температуре спая датчика, линия 2 – температуре, пересчитанной по приближенному дифференциальному уравнению, линия 3 – давлению в полости компрессора для одного рабочего процесса в зависимости от угла поворота ротора.

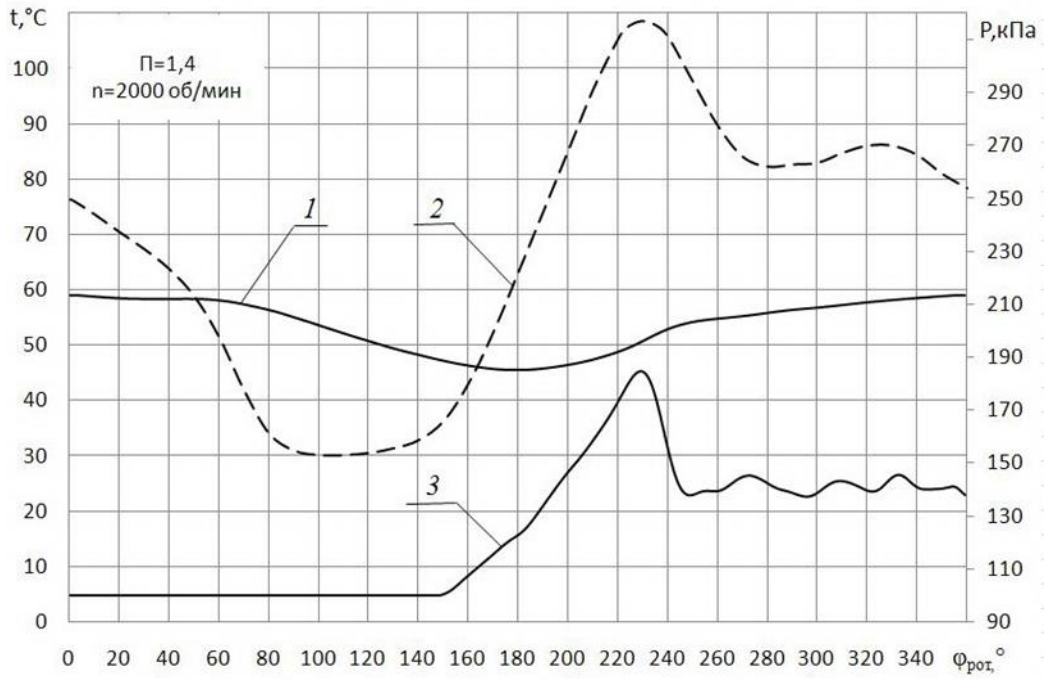


Рис. 2. Графики зависимостей от угла поворота ротора:
1 – $t_{сп}$, 2 – $t_г$, 3 – $P_г$

Таким образом, сопоставление $t_г$ и $P_г$ позволяет говорить о качественной адекватности полученных в работе значений температуры газа в рабочей полости компрессора.

Список литературы

1. Патент №2565381 (РФ). Способ определения температуры газа в рабочей полости роторной машины / А.М. Ибраев, А.Г. Сайфетдинов, М.С. Хамидуллин, И.Г. Хисамеев, И.И. Шарапов // опубл. 20.10.2015 G01K13/02.
2. Сайфетдинов Ал.Г., Сайфетдинов Аз.Г., Райков А.А., Хамидуллин М.С., Хисамеев И.Г. Исследование теплообмена и оценка его влияния на рабочий процесс роторного компрессора внутреннего сжатия // Компрессорная техника и пневматика, – 2013. – №5. – С. 22-26.
3. Ярышев Н.А. Теоретические основы измерения нестационарных температур. – Л.: Энергия, 1967. – 300 с.

Скрыпников И.М.
студент
Научный руководитель: ***Задорожный М.Ю.***
к.т.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛОГИДРИДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Аннотация. В настоящее время альтернативная энергетика становится все более популярной и получает широкую поддержку и финансирование в разных странах. Использование водорода занимает важное место в декарбонизации энергетики, развитии химической и нефтегазовой промышленности. Но на данный момент существует ряд задач по повышению эффективности очистки и хранения водорода. В данной работе рассматриваются металлогидридные технологии и возможность их использования для хранения и очистки водорода, а также приводится сравнение с другими существующими способами очистки и хранения.

Ключевые слова: водородная энергетика; водород; металлогидриды; металлогидридные технологии.

Skrypnikov I.M.
Student,
Scientific Advisor: ***Zadorozhnyy M.Yu.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

THE USE OF METAL HYDRIDE TECHNOLOGIES IN HYDROGEN ENERGY

Abstract. Currently, alternative energy is becoming increasingly popular and is widely supported and financed in different countries. The use of hydrogen occupies an important place in the decarbonization of energy, the development of the chemical and oil and gas industries. But at the moment, there are a number of tasks to improve the efficiency of hydrogen purification and storage. This paper discusses metal hydride technologies and the possibility of their use for storing and purifying hydrogen, and also provides a comparison with other existing methods of purification and storage.

Keywords: hydrogen energy, hydrogen, metal hydrides, metal hydride technologies.

Рост промышленности в мире привел к проблемам таким как, истощение традиционных минеральных ресурсов, увеличение объемов потребляемой энергии, ухудшение экологической ситуации и дисбаланс энергоносителей. Использование водорода занимает важное место в декарбонизации энергетики, развитии химической и нефтегазовой промышленности. В настоящее время альтернативная энергетика становится все более популярной и получает широкую поддержку и финансирование во многих странах.

Правительством России были приняты документы, такие как: концепция развития водородной энергетики до 2050, энергетическая стратегия РФ до 2035 года и стратегия низкоуглеродного развития до 2050 года. Принятие данных резолюций стало важным шагом к созданию устойчивой и экологически чистой энергетической системы, способствующей снижению углеродных выбросов и диверсификации энергетических источников страны. Но на данный момент существует ряд задач по повышению эффективности очистки и хранения водорода. Одним из многообещающих методов очистки и хранения водорода является использование металлогидридов, созданных на основе различных сплавов.

Газообразное состояние водорода является самым доступным видом хранения. В этом способе используются стальные, композиционные или металлокомпозиционные баллоны, выдерживающие давление до 300 атмосфер. Главными недостатками данного метода являются: малый объём хранения, небезопасность и ограничение в масштабировании объема баллонов.

Жидкое состояние водорода является более сложным способом хранения, по сравнению с газообразным. Водород переходит в жидкое состояние при сверхнизкой температуре −253 °C и для его хранения необходимы специальные криогенные сосуды. Создание и обслуживание таких систем относительно дорого и у них недостаточная эффективность из-за необходимости постоянного поддержания сверхнизкихнизких температур, сложного аппаратурного оформления, а также потерь водорода при сжижении и последующем хранении.

В сравнении с вышеперечисленными способами хранения металлогидридные материалы предлагают большую компактность, безопасность, не имеют больших ежесуточных потерь водорода, а также обеспечивают высокую чистоту благодаря своей исключительной селективности. Среди водород-аккумулирующих материалов одним из наиболее перспективных является сплав TiFe [1]. По сравнению с другими сплавами-накопителями водорода TiFe обладает низкой стоимостью и хорошей водородсорбционной емкостью. Но и у данного сплава присутствует ряд недостатков, таких как: трудоемкая процедура активации взаимодействия с водородом, недостаточно высокая скорость поглощения и выделения водорода, чувствительность к примесям в водороде. Данные проблемы решаются механолегированием сплава третьим компонентом [1-3] и его капсулированием в защитный полимер [4]. Но стоит отметить, что сжиженный водород весит намного меньше, чем водород, связанный в металлогидридах. Из-за этого целесообразно использовать жидкий водород для транспортировки и связанный в металлогидридах водород применять в стационарных системах хранения, например в аварийных аккумуляторах и аккумуляторах для отдаленных от электрических сетей объектов, таких как автономные телекоммуникационные вышки. Водород в таких системах предполагается хранить в баллонах, заполненных порошком или компактами (рис.).



Рис. Металлогидридные компакты для хранения водорода

Высокая чистота водорода необходима для его эффективного использования в топливных элементах, химической, нефтегазовой промышленности и энергетике. Для очистки водорода используют разные технологии и системы: короткоцикловую адсорбцию (далее КЦА), сверхнизкие температуры и мембранное газоразделение. Данные технологии и системы направлены на извлечение или выделение нежелательных элементов и соединений из водорода для получения сверхчистого продукта. Первоначально водород может содержать: водяной пар, углеводороды, кислород, азот, гелий и т.д.

Использование сверхнизких температур для очистки обладает такими же недостатки, как и внедрение криогенных технологий для хранения водорода. Система КЦА имеет громоздкое аппаратурное оформление и для него нужны большие площади на объекте очистки водорода, также актуальна проблема с импортозамещением некоторых сорбентов. В системах мембранного разделения водорода используются дорогие и недолговечные паладиевые мембраны и компрессоры для нагнетания потока газа на мембрану.

Металлогидридные реакторы для очистки имеют преимущества по сравнению с этими системами: высокая эффективность удаления примесей, возможность работы при более низких температурах и давлениях, относительная дешевизна, а также компактность на объекте и простота в эксплуатации.

Металлогидридные технологии в очистке водорода можно использовать в виде металлогидридных реакторов или совместно с другими системами очистки. В системе КЦА сорбенты можно заменить на порошки или компакты из металлогидридов. А в системах мембранного разделения металлогидридные мембраны можно использовать вместо дорогих и недолговечных паладиевых мембран.

Металлогидридные технологии могут занять ключевое место в водородной энергетике благодаря своим преимуществам в очистке и хранении водорода, по сравнению с традиционными системами и технологиями. Высокая плотность хранения, абсорбция и десорбция водорода при низких давлениях и температурах, высокая эффективность очистки, безопасность, и

компактность аппаратурного оформления – эти преимущества делают металлогидридные технологии привлекательными для применения в энергетике, химической и нефтегазовой промышленности.

Список литературы

1. Zadorozhnyi, M.Y., Kaloshkin, S.D., Klyamkin, S.N., and others. Mechanochemical synthesis of a TiFe nanocrystalline intermetallic compound and its mechanical alloying with third component. (2013) Metal Science and Heat Treatment, 54 (9-10), pp. 461-465. DOI: 10.1007/s11041-013-9531-x

2. Zadorozhnyy, V.Y., Klyamkin, S.N., Zadorozhnyy, M.Y., and others. Mechanical alloying of nanocrystalline intermetallic compound TiFe doped by aluminum and chromium. (2014) Journal of Alloys and Compounds, 586 (SUPPL. 1), pp. s56-s60.

DOI: 10.1016/j.jallcom.2013.01.138

3. Zadorozhnyy, V.Y., Klyamkin, S.N., Yu. Zadorozhnyy, M., and others. Mechanical alloying of nanocrystalline intermetallic compound TiFe doped with sulfur and magnesium. (2015) Journal of Alloys and Compounds, 615 (S1), pp. S569-S572.

DOI: 10.1016/j.jallcom.2013.12.144

4. Zadorozhnyy, M.Y., Klyamkin, S.N., Strugova, D.V., and others. Deposition of polymer coating on metallic powder through ball milling: Application to hydrogen storage intermetallics (2016) International Journal of Energy Research, 40 (2), pp. 273-279. DOI: 10.1002/er.3461

Секция 16
ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Авдонина А.Е., Коченгина О.Е., Куттуева М.А.,
студенты
Научный руководитель: ***Чураков А.В.***
к.т.н., доцент
Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет
Россия, Санкт-Петербург

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Аннотация. В статье рассматриваются методы контроля качества древесины, от традиционных визуальных оценок до современных технологий неразрушающего контроля. Описывается важность каждого метода для обеспечения соответствия материала требованиям различных отраслей промышленности, а также перспективы развития контроля качества для повышения эффективности использования древесных ресурсов.

Ключевые слова: Древесина, контроль качества, методы, материал, факторы.

Avdonina A.E., Kochengina O.E., Kuttueva M.A.,
Students
Scientific Advisor: ***Churakov A.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Saint Petersburg State Forest Engineering University
Russia, Saint Petersburg

WOOD QUALITY CONTROL

Abstract. The article discusses wood quality control methods, from traditional visual assessments to modern non-destructive testing technologies. It describes the importance of each method to ensure that the material meets the requirements of various industries, as well as the prospects for the development of quality control to improve the efficiency of wood resource use.

Keywords: Wood, quality control, methods, material, factors.

Введение

Древесина, являясь природным композиционным материалом органического происхождения, формирующимся в стволах деревьев и кустарников, занимает особое место среди строительных и промышленных материалов. Ее уникальность заключается в сложной структуре, основу которой составляют целлюлоза, лигнин и гемицеллюлозы, дополненные экстрактивными веществами. Именно это сложное сочетание обуславливает широкий

спектр полезных свойств, делающих древесину востребованной на протяжении тысячелетий. Сочетание прочности и легкости, легкость обработки, хорошие тепло- и звукоизоляционные характеристики, эстетическая привлекательность и, что особенно важно в современном мире, экологичность выделяет древесину на фоне искусственно созданных материалов. От возведения жилых домов и изготовления мебели до производства бумаги и энергии, древесина играет ключевую роль во многих отраслях, обеспечивая устойчивое развитие и удовлетворяя разнообразные потребности человечества. В современном мире, где требования к надежности и долговечности конструкций и изделий постоянно возрастают, контроль качества древесины приобретает особую актуальность. Древесина, являясь природным материалом, подвержена естественным вариациям свойств, зависящим от породы, условий произрастания, возраста дерева и других факторов. Наличие дефектов, таких как сучки, трещины, гниль и поражения насекомыми, может существенно снизить прочность и долговечность изделий из древесины. Следовательно, эффективный контроль качества древесины на всех этапах – от заготовки до производства конечного продукта – является критически важным для обеспечения безопасности, надежности и долговечности деревянных конструкций, мебели, строительных материалов и других изделий. Игнорирование контроля качества может привести к преждевременному выходу из строя конструкций, увеличению затрат на ремонт и обслуживание, а в некоторых случаях – к серьезным авариям и несчастным случаям.

Факторы, влияющие на качество древесины

Породные особенности являются одним из ключевых факторов, определяющих качество древесины, поскольку каждая порода дерева обладает уникальным набором физико-механических свойств, обусловленных ее генетической структурой и анатомическим строением. Влияние породы дерева на физико-механические свойства древесины:

1. Плотность. Плотность древесины, определяемая массой единицы объема, существенно варьируется в зависимости от породы. Плотные породы, такие как дуб и ясень, обладают высокой прочностью и твердостью, но при этом более тяжелые и сложные в обработке. Менее плотные породы, такие как сосна и ель, легче обрабатываются и имеют хорошие теплоизоляционные свойства, но менее прочные.

2. Прочность. Прочность древесины на сжатие, изгиб, растяжение и скалывание также зависит от породы. Твердые лиственные породы обычно обладают более высокой прочностью, чем хвойные. Однако, некоторые хвойные породы, такие как лиственница, обладают высокой устойчивостью к гниению и могут успешно использоваться в условиях повышенной влажности.

3. Твердость. Твердость древесины − это ее сопротивление вдавливанию в нее твердого тела. Древесина различается по разной степени твердости породы. Твердые породы, такие как дуб, клен, береза и др. имеют высокую прочности и износостойкость. Такие породы чаще всего используют в мебельном производстве. Древесина средней твердости используется для отделки мебели. Древесина мягкой породы чаще всего используется для производства бумаги, спичек и фанеры.

Также фактором влияния на качество древесины являются условия произрастания. Климат, с его температурным режимом, уровнем влажности и интенсивностью освещения, непосредственно влияет на скорость роста дерева, структуру годичных колец и общую плотность древесины. Умеренный климат с четкой сезонностью способствует формированию плотной и равномерной древесины, в то время как в жарких и влажных условиях рост может быть более быстрым, но древесина часто оказывается менее прочной. Состав и структура почвы, её плодородие и кислотность, определяют доступность питательных веществ для дерева, что также влияет на его рост и качество древесины. Богатые почвы способствуют формированию здоровой и прочной древесины, а бедные почвы могут приводить к замедлению роста и снижению плотности. Рельеф местности, включая высоту над уровнем моря, экспозицию склонов и дренаж, также вносит свой вклад в формирование уникальных свойств древесины. Высота над уровнем моря влияет на температуру и количество осадков, экспозиция склонов определяет количество солнечного света, а дренаж – уровень увлажнения почвы. Технология заготовки и хранения древесины играет решающую роль в сохранении и улучшении ее качества, оказывая непосредственное влияние на физико-механические свойства и долговечность материала. Правильная заготовка древесины начинается с выбора оптимального времени рубки, которое обычно приходится на зимний период, когда содержание влаги в древесине минимально, что способствует меньшему растрескиванию при сушке. Важным этапом является сортировка древесины по породам и размерам, а также удаление коры, что предотвращает развитие грибковых заболеваний и повреждение насекомыми. Сушка древесины – это ключевой процесс, направленный на снижение влажности до оптимального уровня, что повышает ее прочность, устойчивость к гниению и стабильность размеров. Существуют различные методы сушки, включая естественную (атмосферную) сушку, которая является более щадящей, но длительной, и искусственную (камерную) сушку, которая позволяет быстро достичь требуемой влажности, но требует строгого контроля температуры и влажности, чтобы избежать растрескивания и коробления. Неправильная сушка может привести к образованию трещин, внутренних напряжений и ухудшению прочности древесины. Хранение древесины также требует соблюдения определенных правил: необходимо обеспечить хорошую вентиляцию, защиту от прямых солнечных лучей и атмосферных осадков, а также предотвратить контакт с почвой и другими источниками влаги. Правильное хранение позволяет сохранить древесину в

течение длительного времени без потери качества и предотвратить ее поражение грибками и насекомыми.

Методы контроля качества древесины

Контроль качества древесины является неотъемлемой частью деревообрабатывающего производства, направленной на обеспечение соответствия материала установленным стандартам и требованиям. Эффективные методы контроля позволяют выявлять дефекты, определять физико-механические свойства древесины и прогнозировать ее поведение в процессе эксплуатации, что в конечном итоге гарантирует надежность и долговечность изделий из дерева. В настоящее время используются как традиционные методы контроля, основанные на визуальном осмотре и простых измерениях, так и современные неразрушающие методы, позволяющие получить более точную и объективную информацию о состоянии древесины. Существует несколько методов контроля качества. Первый из них – Визуальный контроль. В процессе визуального контроля оцениваются такие характеристики, как наличие и количество сучков (влияющих на прочность), тип и размеры трещин (указывающих на внутреннее напряжение или дефекты сушки), степень поражения гнилью (снижающей механические свойства), наличие пороков формы ствола (кривизна, сбежистость), а также поражения насекомыми и грибками. Оценивается также цвет и текстура древесины, наличие механических повреждений. В отдельных случаях для более детального анализа могут использоваться простые инструменты, такие как лупа или измерительная линейка. Результатом визуального контроля является предварительная классификация древесины и определение необходимости проведения дальнейших, более точных испытаний. Далее мы рассмотрим измерительный контроль, он представляет собой комплекс процедур, направленных на количественную оценку ключевых характеристик древесины. Он включает в себя определение влажности различными методами (например, электрометрическим, весовым или методом сушки), измерение геометрических параметров, таких как длина, ширина и толщина, для определения соответствия заданным размерам и выявления отклонений, а также определение плотности древесины, являющейся важным показателем её прочности и несущей способности (рис 1.).



Рис. 1. Измерение геометрических параметров

Полученные в результате измерительного контроля данные используются для классификации древесины по сортам, оценки её пригодности для конкретных целей и контроля соблюдения технологических процессов обработки. Следующий метод – физико-механические испытания. В рамках этих испытаний определяют прочность древесины при сжатии, растяжении и изгибе, что позволяет оценить ее несущую способность и устойчивость к деформации. Также проводят определение твердости древесины, характеризующей ее сопротивление вдавливанию, и испытания на ударную вязкость, оценивающие способность материала поглощать энергию удара без разрушения. Результаты физико-механических испытаний позволяют определить соответствие древесины требованиям нормативной документации и ее пригодность для использования в конкретных строительных и промышленных целях (рис. 2).



Рис. 2. Физико-механические испытания

Также существует еще два метода контроля качества древесины. Неразрушающий контроль включает ультразвуковой метод, который использует ультразвуковые волны для обнаружения внутренних дефектов, трещин и неоднородностей, акустический метод, основанный на анализе звуковых колебаний для оценки упругости и целостности материала, и рентгеновский метод, позволяющий визуализировать внутреннюю структуру и выявлять скрытые повреждения, гниль и другие дефекты. Химический анализ включает определение химического состава древесины, предоставляя информацию о соотношении основных компонентов и содержании специфических веществ, а также выявление наличия вредных веществ, таких как токсичные элементы, консерванты или загрязнители, которые могут влиять на безопасность и экологичность древесины.

Стандарты и нормативы качества древесины

Система ГОСТ включает множество стандартов, регламентирующих различные аспекты качества древесины. Обзор основных национальных и международных стандартов.

1. ГОСТ 8486-86 «Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия» – определяет пороки древесины, методы их измерения и допустимые пределы.
2. ГОСТ 24454-80 «Древесина. Методы определения влажности» – стандартизирует методы измерения влажности древесины.
3. ГОСТ 16483.0-84 – ГОСТ 16483.30-84 «Древесина. Методы испытаний» – серия стандартов, описывающих методы определения физико-механических свойств древесины.
4. ГОСТ 2140-81 «Пиломатериалы лиственных пород. Технические условия» – аналогичен ГОСТ 8486-86, но для лиственных пород.
5. ISO (International Organization for Standardization): Международные стандарты ISO обеспечивают унификацию требований к качеству древесины в разных странах.
6. EN (European Norms): Европейские нормы, гармонизированные с ISO, действуют на территории Европейского Союза. Многие EN стандарты идентичны или основаны на ISO.

Требования к качеству древесины существенно разнятся в зависимости от отрасли промышленности и конкретного применения. В строительстве первостепенное значение имеют прочность, долговечность и устойчивость к внешним воздействиям. Древесина должна выдерживать определенные нагрузки, быть устойчивой к влаге, гниению, воздействию насекомых и грибков. Особое внимание уделяется размерам пиломатериалов, их влажности и допустимому количеству дефектов, таких как сучки, трещины и деформации. В мебельной промышленности на первый план выступают эстетические характеристики древесины: текстура, цвет, рисунок, отсутствие видимых дефектов. В зависимости от типа мебели и ее ценового сегмента требования к качеству могут варьироваться. Например, для производства элитной мебели используется древесина высшего сорта с безупречным внешним видом. В производстве бумаги и целлюлозы ключевую роль играет химический состав древесины, в частности, содержание целлюлозы и лигнина. Длина волокон также является важным параметром, влияющим на качество конечного продукта. Для производства музыкальных инструментов требуется древесина с особыми акустическими свойствами, однородной структурой и отсутствием дефектов, которые могут повлиять на резонансные характеристики. В зависимости от типа инструмента предъявляются специфические требования к плотности, твердости и другим параметрам древесины. В производстве тары и упаковки требования к качеству древесины определяются видом тары, условиями ее эксплуатации и транспортировки. Важную роль играют прочность, вес и стоимость древесины. Для некоторых видов упаковки могут быть критичны также влагостойкость и гигиеничность. В каждой отрасли применяются специфические стандарты и нормативы, регламентирующие допустимые значения различных параметров качества древесины.

Заключение

В заключение следует отметить, что рассмотренные методы контроля качества древесины, от традиционных визуальных оценок до современных технологий неразрушающего контроля, играют решающую роль в обеспечении соответствия материалов заданным требованиям. Каждый метод обладает своими преимуществами и ограничениями, и выбор оптимального подхода зависит от конкретной задачи и характеристик исследуемой древесины. Визуальный осмотр позволяет быстро выявить явные дефекты, в то время как измерительные методы дают количественную оценку параметров, таких как влажность и размеры. Физико-механические испытания необходимы для определения прочностных характеристик, а неразрушающий контроль позволяет оценить внутреннюю структуру древесины без ее повреждения. Перспективы, развития методов контроля качества древесины, связаны с дальнейшим внедрением цифровых технологий и автоматизации процессов. Компьютерное зрение и машинное обучение могут существенно повысить эффективность визуального контроля, позволяя автоматически распознавать дефекты и оценивать качество древесины. Развитие сенсорных технологий и интернета вещей открывает возможности для непрерывного мониторинга параметров древесины на всех этапах производства, от заготовки до конечного продукта. Также ожидается развитие методов неразрушающего контроля, позволяющих получать более точную и детальную информацию о внутренней структуре древесины. Контроль качества древесины имеет огромное значение для повышения эффективности использования древесных ресурсов. Применение современных методов контроля позволяет оптимизировать процессы обработки древесины, снизить количество отходов и брака, а также обеспечить производство высококачественной и долговечной продукции. Это способствует рациональному использованию ценного природного ресурса и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Более того, контроль качества древесины позволяет гарантировать безопасность и надежность деревянных конструкций и изделий, что особенно важно в строительстве и других ответственных отраслях.

Список литературы

1. 1.Авдонина А.Е., Кузьмина О.Е., Куттуева М.А., Чураков А.В. Обеспечение безопасности труда: контроль пыли на деревообрабатывающих предприятиях: статья. СПБГЛТУ им. Кирова, 2025 (не опубликована)

2. Глебов, И. Т. Древесиноведение и материаловедение / И. Т. Глебов. − 3-е изд., стер. − Санкт-Петербург : Лань, 2022. − 212 с. − ISBN 978-5-8114-9984-7. − Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. − URL: https://e.lanbook.com/book/202160 (дата обращения: 20.03.2025). − Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. woodneva [Электронный ресурс]: 2025. – <https://woodneva.ru/info/svojstva-i-sostav-drevesiny/> – Свойства и состав древесины. (Дата обращения 21.03.2025)

4. EXPERTDEREVA.RU [Электронный ресурс]: 2025. – <https://expertdereva.ru/drevesno-polimernyj-kompozit-dpk/> – ДПК: древесно-полимерный композит – свойства, применение, преимущества и недостатки. (Дата обращения 23.03.2025)

5. EXPERTDEREVA.RU [Электронный ресурс]: 2025. – <https://expertdereva.ru/porody-drevesiny/> – Разнообразия пород древесины: особенности и использование. (Дата обращения 25.03.2025)

6. Леонтьев, Л. Л. Древесиноведение и лесное товароведение : Учебник для вузов / Л. Л. Леонтьев. − 4-е изд., стер. − Санкт-Петербург : Лань, 2022. − 416 с. − ISBN 978-5-507-44386-4. − Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. − URL: https://e.lanbook.com/book/226460 (дата обращения: 26.03.2025). − Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. ЛЕС ГРУПП [Электронный ресурс]: 2024. – <https://brus4you.ru/category/blog/> – Рубрика архива: Блог. Спиральная искривленность: откройте волшебство формы. (Дата обращения 26.03.2025)

8. ЛЕСПРОМ [Электронный ресурс]: 2013. – <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=3214> – Средства неразрушающего контроля качества древесины. Часть 2. (Дата обращения 26.03.2025)

Белоцерковский И.В.,
студент
Научный руководитель: ***Борисова Е.В.,***
к.т.н., доцент,
Московский авиационный институт,
Россия, Москва

МЕНЕДЖМЕНТ ЗНАНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ С ВНЕДРЕННОЙ СМК ПО ГОСТ Р ИСО 9001

Аннотация. Знания организации – ключевой ресурс, влияющий на эффективность и конкурентоспособность. Обоснована необходимость внедрения системы менеджмента знаний (СМЗ) в организациях с действующей системой менеджмента качества (СМК) по ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Показано, что ГОСТ Р ИСО 9001 признает знания в качестве ресурса, но не определяет, как управлять ими. Предлагается интегрировать элементы СМЗ в существующую СМК, что позволит улучшить внутренние процессы и качество продукции без значительных дополнительных затрат. Приведены рекомендации развития СМЗ по мере роста организации.

Ключевые слова: система менеджмента знаний, система менеджмента качества, ГОСТ Р ИСО 30401-2020, ГОСТ Р ИСО 9001-2015, организационные знания, качество продукции, обучение персонала.

Belotserkovsky I.V.
Student
Scientific Advisor: ***Borisova E.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Aviation Institute,

Russia, Moscow

KNOWLEDGE MANAGEMENT IN ORGANIZATIONS WITH AN IMPLEMENTED QMS (ISO 9001)

Abstract. An organization's knowledge is a key resource that influences efficiency and competitiveness. The necessity of implementing a knowledge management system (QMS) in organizations with an existing quality management system (QMS) in accordance with GOST R ISO 9001-2015 is substantiated. It is shown that GOST R ISO 9001 recognizes knowledge as a resource, but does not define how to manage it. It is proposed to integrate the elements of the QMS into the existing QMS, which will improve internal processes and product quality without significant additional costs. Recommendations for the development of the SMZ as the organization grows are given.

Keywords: knowledge management system, quality management system, GOST R ISO 30401-2020, GOST R ISO 9001-2015, organizational knowledge, product quality, staff training.

Введение

Современные организации функционируют в условиях стремительных изменений внешней среды, где конкурентное преимущество определяется не только материальными активами, но и способностью эффективно управлять интеллектуальными и информационными ресурсами. На смену традиционной экономике, основанной преимущественно на материальном производстве и капитале, приходит экономика знаний, где ключевую роль играют нематериальные активы, такие как знания сотрудников, накопленный опыт и уникальные компетенции (ноу-хау).

В экономике знаний именно информационные и интеллектуальные ресурсы приобретают решающее значение для достижения успеха и обеспечения конкурентоспособности организаций. Согласно стандарту ГОСТ Р ИСО 30401-2020 (ISO 30401:2018), знания организации рассматриваются как критически важный фактор, оказывающий непосредственное влияние на её результативность, способность к сотрудничеству и инновационность [1].

Возрастающая роль управления знаниями отражена в актуализированной версии стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (национальный аналог ISO 9001:2015), где появился пункт 7.1.6 «Знания организации». Этот пункт требует от организаций не только определять, но и поддерживать знания, необходимые для обеспечения эффективности процессов, продукции и услуг [2]. Однако в данном стандарте не предусмотрены конкретные механизмы и методы реализации управления знаниями, что приводит к разрыву между осознанием значимости знаний и практическими возможностями их систематического применения.

Для устранения этого разрыва и формирования системного подхода к управлению знаниями был разработан отдельный национальный стандарт – ГОСТ Р ИСО 30401-2020 «Системы менеджмента знаний. Основные требования». Этот стандарт идентичен международному ISO 30401:2018 и впервые устанавливает общие рамочные требования к системам менеджмента

знаний (СМЗ) в организациях. СМЗ определяется в нем как дисциплина, направленная на способы и инструменты создания и применения знаний для эффективного достижения целей организации. Тем самым, СМЗ является логическим развитием положений, заложенных в ГОСТ Р ИСО 9001, обеспечивая необходимую практическую основу для управления интеллектуальными ресурсами.

Важно отметить, что системы менеджмента знаний не конкурируют с системами менеджмента качества (СМК), а дополняют их. Эффективное использование интеллектуальных ресурсов через СМЗ способствует реализации принципов качества, например «Улучшение», в то время как СМК создаёт необходимую инфраструктуру и культуру, в рамках которой могут эффективно интегрироваться практики управления знаниями.

Взаимосвязь СМК и менеджмента знаний

Стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015 рассматривает знания как один из видов ресурсов организации, необходимых для обеспечения качества. В требованиях п.7.1.6 установлено, что организация должна управлять своим организационным знанием – от идентификации критически важных знаний до их актуализации при изменении потребностей [2]. Фактически для соответствия этому требованию организация должна внедрить ряд элементов менеджмента знаний в рамках СМК: например, систему извлечения уроков (Lessons Learned) из несоответствий и успехов, методы сохранения знаний (наставничество, обмен опытом), выявление пробелов в компетенциях и т.д. Однако ГОСТ Р ИСО 9001 не регламентирует, какими именно способами достигать этих целей, предоставляя организациям свободу выбора инструментов.

В этой связи стандарт ГОСТ Р ИСО 30401-2020 предлагает системный подход и лучшие практики для управления знаниями, причем не дублируя ИСО 9001, а развивая его положения о знаниях. Так, если ГОСТ Р ИСО 9001 требует предотвращать утрату знаний и поощрять их приобретение, то ГОСТ Р ИСО 30401 описывает, как выстроить целостную систему, охватывающую процессы выявления, создания, анализа, распространения и применения знаний в организации. СМЗ по ГОСТ Р ИСО 30401 охватывает все виды знаний – как явных (документированных), так и неявных (опыт, экспертиза) – рассматривая их как ценный актив, подлежащий управлению наравне с материальными ресурсами. При этом сам стандарт остается достаточно общим и результато-ориентированным, не навязывая конкретных технологий (например, не делая упор исключительно на ИТ-системы). Это позволяет гибко внедрять СМЗ в организациях разных размеров и отраслей, гармонично сочетая её с уже существующей СМК.

Внедрение системы менеджмента знаний в организациях

Практическая реализация СМЗ в организации, где уже функционирует СМК, может осуществляться двумя основными путями: как самостоятельная надстройка системы (как интегрированная, так и параллельная) или как процесс в модели СМК. В крупных компаниях с достаточными ресурсами возможно создание отдельной функции или подразделения, отвечающего за менеджмент знаний, с разработкой собственного набора документированной информации, и, при необходимости, последующим созданием интегрированной системы менеджмента. Такой подход обеспечивает высокий уровень внимания к знаниям, но связан с существенными затратами и организационными изменениями.

В небольших организациях целесообразен иной путь – интеграция управления знаниями в существующую СМК в виде одного из процессов или сквозной функции. По сути, менеджмент знаний может быть «вшит» в процессы СМК: например, процессы управления персоналом (обучение, наставничество), управления документацией (ведение баз знаний, регламентация экспертизы), улучшения (обработка опыта проектов, корректирующие действия с учетом извлеченных уроков), или как отдельный обеспечивающий процесс. Такой подход минимизирует дублирование и бюрократию: сотрудники продолжают работать в рамках привычной СМК, но дополняют ее практиками обмена знаниями и сохранения опыта. Стандарт ГОСТ Р ИСО 30401 подчеркивает, что каждая организация должна выработать собственный подход к менеджменту знаний в зависимости от своих конкретных потребностей и контекста. Это особенно важно для малых предприятий, где масштаб и стиль управления сильно отличаются от крупных корпораций.

В этом контексте в статье выдвигается гипотеза: для малых организаций оптимальным является поэтапное внедрение элементов СМЗ, как процесса в рамках СМК, без первоначальной цели сертификации по ГОСТ Р ИСО 30401-2020. На первом этапе усилия должны быть направлены на повышение эффективности внутренних процессов и качества продукции за счет инструментов управления знаниями (например, систематизации опыта, наставничества, создания базы знаний), встроенных в текущую СМК. Такой подход позволяет получить реальный эффект от менеджмента знаний при минимальных затратах. По мере роста организации, увеличения численности персонала и накопления знаний менеджмент знаний может эволюционировать до полноценной системы, удовлетворяющей требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 30401 и готовой к сертификации. Таким образом, малое предприятие избегает лишней административной нагрузки на ранних этапах развития, но закладывает фундамент для будущей интеграции СМЗ.

Примеры эффективности управления знаниями

Практика показывает, что целенаправленное управление знаниями приносит ощутимую пользу в разных отраслях. Яркий пример – атомная энергетика: недостаточное управление знаниями было названо одной из причин аварии на АЭС «Фукусима-1» (2011 г.). После этого МАГАТЭ рекомендовало внедрить СМЗ на всех атомных станциях; в России данная инициатива привела к появлению соответствующих стандартов [4]. Это показывает, какую цену может иметь игнорирование знаний, и как системный подход к их сохранению повышает безопасность и надежность.

Еще один пример – здравоохранение. В медицинском центре Geisinger (США) внедрили практику коллективного обучения на основе анализа сложных операций: опытные хирурги разработали подробный чек-лист (список лучших практик) для шунтирования сосудов [4]. По этому стандарту было проведено более 200 операций, что привело к росту эффективности лечения, снижению числа осложнений и сокращению затрат на операцию. Данный кейс демонстрирует, как превращение неявных знаний экспертов в формализованные процедуры (чек-листы) улучшает качество процессов и экономические показатели.

Многие организации, сертифицированные по ГОСТ Р ИСО 9001-2015, также подтверждают пользу от применения подходов к управлению знаниями в рамках СМК. Например, систематизация уроков, извлеченных из производственных инцидентов и брака позволяет не повторять ошибок и постоянно улучшать процессы. В рамках требований качества это реализуется через процедуры корректирующих действий, но эффективность их повышается, если компания создала культуру обмена знаниями и доступный архив решений проблем. Таким образом, база знаний по типовым несоответствиям и найденным решениям помогает быстрее устранять причины и предупреждать их возникновение в будущем. Заложенное в ГОСТ Р ИСО 9001 требование учитывать опыт и знания при улучшении системы приобретает практический смысл, когда существует налаженный процесс управления знаниями. Отмечается, что во многих организациях критически важные знания сосредоточены у отдельных экспертов, и при их уходе возникает риск утраты этих знаний [1].

Заключение

Управление знаниями в организации с действующей СМК является актуальным направлением развития системы менеджмента. Стандарт ГОСТ Р ИСО 9001-2015 зафиксировал знания в числе ресурсов СМК, однако реализация этого требования требует применения специальных методов и практик. Появление стандарта ГОСТ Р ИСО 30401-2020 свидетельствует о востребованности СМЗ как самостоятельной подсистемы менеджмента, обеспечивающей создание и сохранение ценности на основе знаний. СМК и СМЗ, по своей сути, взаимодополняемы: интеграция управления знаниями

в процессы системы качества позволяет повысить эффективность этих процессов, обеспечить организацию необходимым интеллектуальным ресурсом и снизить риски потери критических компетенций.

Также важно внедрение принципов менеджмента знаний для малых предприятий, где каждый сотрудник – носитель уникальных знаний, и потеря одного человека может существенно повлиять на работу. В таких условиях предложенный подход поэтапного развития СМЗ – от внедрения отдельных инструментов (наставничество, базы знаний, практика извлечения уроков) в рамках СМК до построения полной системы по мере роста – является рациональным и оправданным. Он позволяет уже на ранних этапах повысить качество продукции и внутренних процессов за счет более эффективного использования накопленных знаний, не создавая чрезмерной нагрузки на организацию. Реальные примеры в промышленности, энергетике и медицине демонстрируют, что инвестирование в менеджмент знаний окупается улучшением показателей деятельности, ускорением обучения персонала и сохранением экспертности. Таким образом, можно сделать вывод, что для организаций, имеющих СМК по ГОСТ Р ИСО 9001, развитие СМЗ является логичным шагом на пути к устойчивому улучшению и инновационному развитию. Малые компании могут начинать с интеграции ключевых элементов СМЗ в существующие процессы, добиваясь локальных улучшений, и со временем масштабировать эту практику до уровня полноценной СМЗ, соответствующей международным стандартам.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 30401-2020. Системы менеджмента знаний. Основные требования. – Введен 2021-01-01. – М.: Стандартинформ, 2020.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования. – Введен 2015-09-28. – М.: Стандартинформ, 2015.
3. Хренова И. Книги по менеджменту vs. ГОСТы // Хабр, 1 нояб. 2023. URL: https://habr.com/ru/companies/teamly/articles/771066/ (дата обращения: 10.03.2025).

Ермолаева Д.А.,
студент
Научный руководитель: ***Петухов С.Л.,***
к.т.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ АТТЕСТАЦИИ МОДЕРНИЗИРУЕМОГО СТЕНДА РАЗГОНА РАБОЧИХ КОЛЕС В АО «НИИТУРБОКОМПРЕССОР ИМ. В.Б. ШНЕППА»

Аннотация. Статья посвящена вопросам подготовки к метрологической аттестации стенда разгона рабочих колес с учетом особенностей испытательного оборудования и параметров модернизации.

Ключевые слова: методика аттестации; испытательное оборудование; рабочее колесо центробежного компрессора.

Ermolaeva D.A.,
Student
Scientific Advisor: ***Petukhov S.L.,***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

FEATURES OF CERTIFICATION METHODS DEVELOPMENT UPGRADED IMPELLERS ACCELERATION STAND IN JSC «NIITURBOKOMPRESSOR NAMED AFTER V.B. SHNEPP»

Abstract. The article is devoted to the issues of preparation for metrological certification of the impellers acceleration stand, taking into account the features of the testing equipment and modernization parameters.

Keywords: certification methods; testing equipment; centrifugal compressor impeller.

В целях соответствия качества выпускаемой продукции потребностям заказчиков, требованиям нормативной и технической документации каждое рабочее колесо центробежного компрессора подвергается испытанию разгоном на специализированном стенде. Подтверждение характеристик данного испытательного оборудования, возможность воспроизведения условий испытаний в заданных пределах с допускаемыми отклонениями и установление пригодности использования в соответствии с его назначением определяется результатами аттестации средств испытаний [1].

Существующий на данный момент в АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» стенд разгона рабочих колес не способен решать задачи, которые ставятся сотрудниками предприятия в рамках новых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. В связи с этим было принято

решение о его модернизации, что влечет за собой необходимость разработки актуальной методики и программы аттестации.

Разработка методики аттестации модернизируемого испытательного оборудования проводится на основе технического задания на модернизацию, эксплуатационной и проектной документации, документации на методики испытаний конкретных видов продукции с учетом описанных ниже особенностей планируемых мероприятий.

Модернизацию системы контроля, управления и защиты стенда планируется проводить путем оснащения современными дублирующими средствами (табл. 1) с сохранением существующих (табл. 2). Также закладывается реализация дополнительных функций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень параметров, контроль которых необходимо реализовать при модернизации системы контроля

№ п.п.	Измеряемый параметр	Единицы измерений	Диапазон измерений
1	*2*	*3*	*4*
Контроль частоты вращения			
1	Частота вращения турбины	об/мин	0…35000
Контроль температуры			
2	Масла в маслобаке	ºС	0…80
3	Масла в линии вакуумного насоса	ºС	0…80
4	Подшипника опорного верхнего турбины	ºС	0…125
5	Подшипника опорного нижнего турбины		
6	Подшипника упорного турбины		
7	Подшипника опорного верхнего гибкого вала		
8	Подшипника опорного нижнего гибкого вала		
9	Подшипника упорного гибкого вала		
10	Охлаждающей воды в прямом коллекторе	ºС	0…50
11	Охлаждающей воды в обратном коллекторе	ºС	0…50
Контроль давления			
12	Воздуха перед турбиной, изб.	кгс/см^2	0…1
13	Воздуха КИПиА		
14	Вакуума в вакуумной камере, изб.	кгс/см^2	минус 1…0
15	Масла в атмосферном коллекторе, изб.	кгс/см^2	0…2,5
16	Масла в вакуумном коллекторе, изб.	кгс/см^2	минус 1…+1,5
17	Масла перед/после фильтра в атмосферном коллекторе (перепад), изб.	кгс/см^2	0…2,5
18	Масла перед/после фильтра в вакуумном коллекторе (перепад), изб.	кгс/см^2	минус1…+2,5

Окончание табл. 1

1	*2*	*3*	*4*
19	Воды охлаждающей, изб.	кгс/см^2	0…3
Контроль вибрации			
20	Виброперемещение вала в верхнем подшипнике демпферной опоры (в двух направлениях)	мкм	0…500
21	Виброперемещение вала в нижнем подшипнике демпферной опоры (в двух направлениях)	мкм	0…500
Уровень			
22	Масла в маслобаке	мм	0…1000
23	Масла в аккумуляторах масла	мм	0…
Реле протока			
22	Охлаждающей воды в прямом коллекторе	-	

Таблица 2

Перечень контролируемых параметров существующей системы контроля, управления и защиты стенда

Обозначение	Измеряемый параметр	Диапазон измерений	Количество	Класс точности	Примечание
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
1. Контроль частоты вращения					
N1	Частота вращения ротора турбины	0…35000 об/мин	1	0,02	Тахометр электронный ТЭСА
2. Контроль температуры					
T1	подшипника № 1	0…125 ºС	6	0,5 (КСП4)	Автоматический потенциометр КСП-4, термопары «хромель-капель»
T2	подшипника № 2				
T3	подшипника № 3				
T4	подшипника № 4				
T5	подшипника № 5				
T6	подшипника № 6				
3. Контроль давления					
P1	Давление воздуха перед турбиной, изб.	0…1 кгс/см^2	1	0,4	Манометр МО
P 2	Давление в вакуумной камере, изб.	минус 1…0 кгс/см^2	1	0,4	Вакуумметр В
P3	Давление масла в атмосферном коллекторе, изб.	0…2,5 кгс/см^2	1	1,5	Манометр ЭКМ-1У
P4	Давление масла в вакуумном коллекторе, изб.	минус 1…+1,5 кгс/см^2	1	1,5	Мановакуум-метр ЭКМВ-1У

Окончание табл. 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
P5, P6	Давление масла перед/после фильтра в атмосферном коллекторе, изб.	0…2,5 кгс/см^2	2	0,4	Манометр МО
P7, P8	Давление масла перед/после фильтра в вакуумном коллекторе, изб.	минус1… +2,5 кгс/см^2	2	0,4	Манометр МО
P9	Давление воды, изб.	0…3 кгс/см^2	1	инд.	Манометр
4. Контроль вибрации					
S1	Виброперемещение вала демпферной опоры	0…500 мкм	1	*	Первичный датчик – вихретоковый
5. Контроль уровня					
L1	Масла в маслобаке	0…800 мм	1	*	Уровнемер трубчатый

Таким образом, испытательный стенд будет сочетать в себе проверенную надежность с передовыми возможностями. Точные технические решения на данный момент находятся на стадии обсуждения.

Крупным заказчиком компрессорного оборудования АО «НИИТК» выступают предприятия нефтегазового комплекса, требования к потребляемому оборудованию и технологиям которых все чаще подвергаются унификации через разработку отраслевых стандартов.

Одним из таких стандартов является разработанный АО «НИИТурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа» совместно с АНО «Институт нефтегазовых технологических инициатив» СТО ИНТИ S.60.2 – 2023 «Центробежные компрессорные установки для нефтегазопереработки и нефтехимии. Общие технические условия» [2].

В связи с этим методика аттестации стенда должна соответствовать не только требованиям актуальных нормативных документов в области испытательного оборудования и компрессорной техники, но и требованиям стандартов, разработанных Институтом нефтегазовых технологических инициатив.

Стенд разгона рабочих колес содержит в себе элементы, вращающиеся с большой скоростью в момент проведения испытаний (до 35000 об/мин), что требует тщательной проработки параметров обеспечения защиты и требований техники безопасности.

Модернизация стенда предполагает создание дистанционного пульта управления характеристиками разгона рабочих колес с программами автоматических разгонных испытаний и функциями фиксации контролируемых параметров в цифровом формате. Такие задачи обуславливают необходимость защиты программного обеспечения и измерительной информации от

непреднамеренных и преднамеренных изменений и оценки влияния на метрологические характеристики [3]. Поэтому в методике аттестации надлежит учесть и требования стандартов, в области программного обеспечения средств измерений.

В результате разработки методики аттестации модернизируемого стенда разгона рабочих колес с учетом особенностей проводимых испытаний, требований государственных стандартов и стандартов предприятия, закладываемых параметров модернизации, стенд должен пройти первичную аттестацию в региональном центре метрологии, стандартизации и сертификации.

Список литературы

1. ГОСТ Р 8.568-2017 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

2. СТО ИНТИ S.60.2 – 2023 Центробежные компрессорные установки для нефтегазопереработки и нефтехимии. Общие технические условия.

3. ГОСТ Р 8.654-2015 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения

Иванушкин Д.А.,
студент
Научный руководитель: ***Алексашина О.В.,***
к.т.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАЛИБРОВКИ ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЙ ФИЛЬТРОВ В ЧАСТОТНЫХ ДИАПАЗОНАХ VHF/UHF

Аннотация. Статья посвящена калибровке векторных анализаторов цепей (ВАЦ) для точного измерения характеристик фильтров в диапазонах VHF/UHF (30 МГц – 3 ГГц). Анализируются и сравниваются методы калибровки SOLT, TRL и электронная калибровка (ECal), их адаптация к частотным особенностям и факторы, ограничивающие точность. Рассматриваются теоретические основы ВАЦ, S-параметры, модель 12 ошибок. Результаты направлены на оптимизацию тестирования фильтров.

Ключевые слова: Векторный анализатор цепей (ВАЦ); VHF / UHF диапазоны; S-параметры; SOLT калибровка; TRL калибровка; Электронная калибровка (ECal).

Ivanushkin D.A.,
Student
Scientific Advisor: ***Aleksashina O.V.,***

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

THEORETICAL FOUNDATIONS OF VECTOR NETWORK ANALYZER CALIBRATION FOR FILTER MEASUREMENTS IN VHF/UHF FREQUENCY RANGES

Abstract. This article is devoted to the calibration of vector network analyzers (VNAs) for the accurate measurement of filter characteristics in the VHF/UHF bands (30 MHz – 3 GHz). The SOLT, TRL, and electronic calibration (ECal) methods are analyzed and compared, along with their adaptation to frequency-specific characteristics and factors limiting accuracy. The theoretical foundations of VNAs, S-parameters, and the 12-term error model are considered. The results aim to optimize filter testing.

Keywords: Vector Network Analyzer (VNA); VHF/UHF bands; S-parameters; SOLT calibration; TRL calibration; Electronic calibration (ECal).

Введение

Современные системы радиосвязи, телевещания и профессиональной коммуникации, функционирующие в диапазонах VHF (30–300 МГц) и UHF (300 МГц – 3 ГГц), предъявляют высокие требования к точности характеристик фильтрующих устройств. Фильтры, обеспечивающие селекцию полезных сигналов и подавление помех, критически важны для сохранения целостности радиотрактов. Однако их метрологический анализ осложняется рядом факторов, включая влияние паразитных параметров измерительных цепей, неидеальностью калибровочных стандартов и зависимостью результатов от частоты, особенно в верхней части UHF-диапазона [4].

Векторные анализаторы цепей (VNA), измеряющие комплексные S-параметры, являются основным инструментом для оценки амплитудно-частотных (АЧХ) и фазо-частотных (ФЧХ) характеристик фильтров. Ключевым этапом обеспечения точности таких измерений остается корректная калибровка оборудования, направленная на устранение систематических погрешностей, вызванных кабелями, переходами и несовершенством измерительной аппаратуры [4]. В диапазонах VHF/UHF, где длина волны соизмерима с физическими размерами соединительных элементов, методы калибровки (такие как SOLT и TRL) требуют особого внимания к учету потерь, фазовых сдвигов и согласования импедансов [1, 3].

Целью данной работы является анализ методов калибровки векторных анализаторов цепей, применяемых для метрологической аттестации фильтров в диапазонах VHF/UHF. Особое внимание уделяется сравнительному изучению алгоритмов SOLT (Short-Open-Load-Thru) и TRL (Thru-Reflect-Line), их адаптации к частотным особенностям в диапазонах VHF/UHF, а также выявлению факторов, ограничивающих точность измерений [1–3]. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации процедур тестирования фильтров в системах радиовещания, авиационной и

морской связи, где требования к воспроизводимости результатов и стабильности параметров особенно высоки [5].

Теоретические основы векторных анализаторов цепей

Векторные анализаторы цепей (ВАЦ) служат основным инструментом для комплексного анализа радиочастотных устройств, включая фильтры, благодаря их способности измерять S-параметры − ключевые характеристики, описывающие взаимодействие сигнала с тестируемым устройством [4]. Эти параметры, такие как S_{11}, S_{21}, S_{22} и S_{12}, формируют матрицу рассеяния, которая показывает как отражательные, так и передаточные свойства устройства. Например, S_{11} и S_{22} характеризуют согласование импеданса на входе и выходе фильтра, что особенно критично в диапазонах VHF/UHF, где несовпадение импеданса с эталонными 50 Ом приводит к значительным потерям и искажениям амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) [5]. В полосе пропускания фильтра значения S_{11} и S_{22} должны быть минимизированы (например, ниже -20 дБ), чтобы обеспечить эффективное подавление отраженных сигналов.

Параметр S_{21}, отражающий прямую передачу сигнала, является центральным для оценки эффективности фильтра. Он определяет затухание в полосе пропускания и уровень подавления вне её границ. Параметр S_{12}, описывающий обратную передачу сигнала, часто совпадает с S_{21} для пассивных взаимных устройств, таких как классические LC-фильтры. Однако в системах с несимметричной топологией или при наличии направленных элементов (например, ферритовых изоляторов) S_{12} может существенно отличаться, что требует отдельного анализа для предотвращения паразитной обратной связи в каскадных схемах.

Измерение коэффициента стоячей волны (КСВ, или VSWR) напрямую связано с параметрами S_{11} и S_{22}, так как КСВ рассчитывается через модуль коэффициента отражения Г, который соответствует этим S-параметрам. Для входного порта КСВ определяется как:

$$VSWR = \frac{1 + |S_{11}|}{1 - |S_{11}|}$$

а для выходного порта:

$$VSWR = \frac{1 + |S_{22}|}{1 - |S_{22}|}$$

В полосе пропускания фильтра, где S_{11} и S_{22} стремятся к нулю (например, -20 дБ соответствует $|\Gamma| \approx 0.1$), КСВ приближается к идеальному значению 1:1, что указывает на полное согласование импеданса с линией передачи 50 Ом. Напротив, вне полосы пропускания, где $|S_{11}|$ и $|S_{22}|$ возрастают, КСВ увеличивается, сигнализируя о рассогласовании и росте потерь на отражение.

При измерениях в диапазонах VHF/UHF точность определения КСВ критически зависит от калибровки VNA, так как фазовые сдвиги в измерительных трактах искажают комплексные значения S_{11}/S_{22}, что приводит к ошибкам в расчёте модуля |Г|. Например, нескомпенсированные потери в кабелях на частотах выше 1 ГГц могут занижать измеренные $|S_{11}|$, маскируя реальное рассогласование. Кроме того, при высоком КСВ (например, >3:1) многократные переотражения между портами устройства и анализатором создают колебания в АЧХ, что требует использования методов коррекции (например, математического устранения влияния S_{22} на S_{11}).

При измерениях в диапазонах VHF/UHF точность определения КСВ критически зависит от калибровки VNA, так как фазовые сдвиги в измерительных трактах искажают комплексные значения S_{11}/S_{22}, что приводит к ошибкам в расчёте модуля |Г|. Например, нескомпенсированные потери в кабелях на частотах выше 1 ГГц могут занижать измеренные $|S_{11}|$, маскируя реальное рассогласование. Кроме того, при высоком КСВ (например, >3:1) многократные переотражения между портами устройства и анализатором создают колебания в АЧХ, что требует использования методов коррекции (например, математического устранения влияния S_{22} на S_{11}).

Особую сложность при измерениях в диапазонах VHF/UHF представляет зависимость результатов от физических параметров измерительной цепи. На частотах до 3 ГГц длина волны варьируется от десятков метров до менее полуметра, что делает систему чувствительной к фазовым сдвигам, вызванным кабелями и переходами. Например, на частоте 500 МГц даже 10-сантиметровый кабель вносит фазовый сдвиг, способный исказить измерения S_{12} и S_{21}. Кроме того, потери в коаксиальных линиях на верхней границе UHF усиливают погрешности, особенно при измерении малых значений S_{21}, что требует тщательной калибровки оборудования. Взаимное влияние параметров также играет роль: высокий коэффициент отражения на выходе (S_{22}) может привести к многократным переотражениям сигнала, искажающим результаты измерения S_{21}.

Модель Ошибок

Модель ошибок предполагает наличие исследуемого устройства (ИУ) с систематическими погрешностями, возникающими на каждом из портов и измеряемыми векторным анализатором цепей (ВАЦ). Чаще всего используется 12-элементная модель, так как её компоненты соответствуют реальным и интуитивно понятным источникам ошибок. На рисунках 1 и 2 представлены графы, иллюстрирующие эту модель для прямого и обратного направлений измерений.

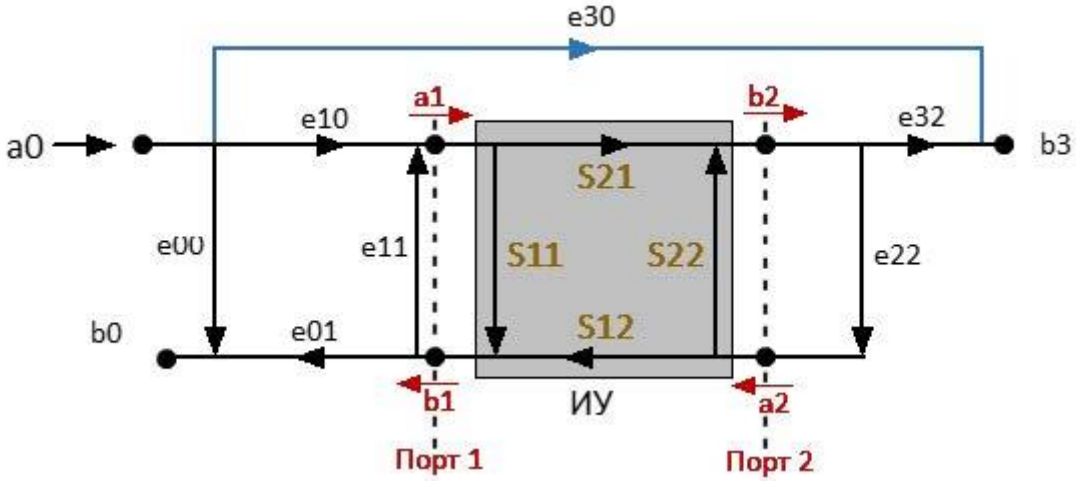


Рис. 1. 12-элементная модель ошибок (прямое направление измерения)

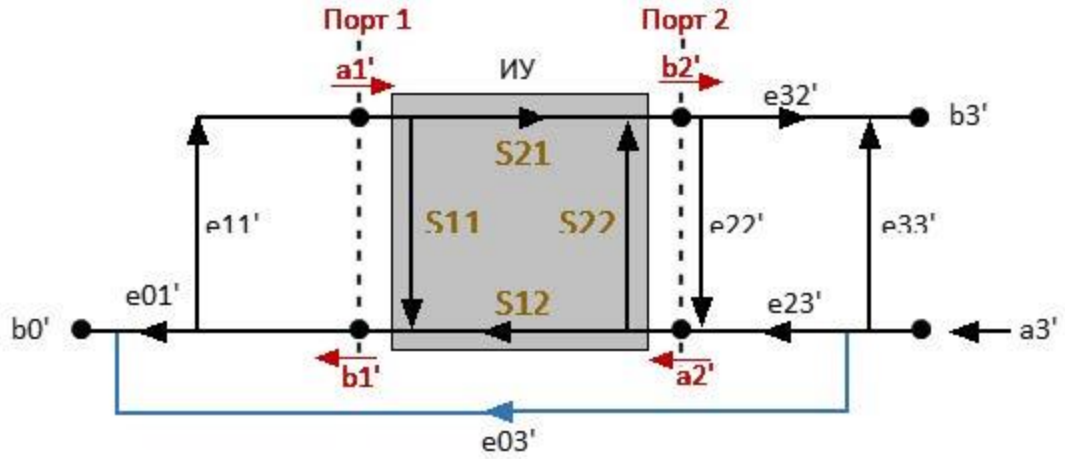


Рис. 2. 12-элементная модель ошибок (обратное направление измерения)

Элементы модели включают ошибку направленности (e00, e33’), ошибку трекинга отражения (e10e01, e23’e32’), ошибку согласования источника (e11, e22’), ошибку трекинга передачи (e10e32, e23’e01’), ошибку согласования нагрузки (e22, e11’) и ошибку изоляции (e30, e03’). На графах (рисунки 1 и 2) стрелки обозначают направление волн. Точки a0 и b0, изображенные на рисунке 1, физически представляют собой один проводник, хотя на схеме разделены для визуализации направленных потоков сигналов e10 и e01. Сигнал e11 суммируется с e10 и направляется к точке a1, тогда как a0 выступает независимым источником, не подверженным влиянию других сигналов, поскольку к нему не ведут векторы. Остальные узлы зависят от a0 и S-параметров последующих цепей.

Ошибка направленности e00 возникает из-за утечки падающего сигнала в направленном ответвителе ВАЦ. В идеале ответвитель должен разделять падающий и отраженный сигналы, но на практике часть энергии просачивается в измерительный тракт отраженной волны. Ошибка трекинга отражения e10e01 связана с потерями при прохождении сигнала через кабели и разъемы (e10) и его возврате после отражения от ИУ (e01). Ошибка согла-

сования источника e11 отражает отклонение импеданса источника от номинального значения 50 Ом, вызванное неидеальностью кабелей и соединителей.

Ошибка трекинга передачи e10e32 аналогична трекингу отражения, но дополнительно включает погрешности в тракте передачи сигнала к другому порту (e32). Ошибка согласования нагрузки e22 обусловлена отклонением импеданса на выходе ИУ от 50 Ом, включая влияние выходного кабеля и характеристик самого ВАЦ. Ошибка изоляции e30 возникает при прохождении сигнала в обход ИУ, например, из-за электромагнитной связи между щупами зондовой станции. Обычно эта погрешность пренебрежимо мала по сравнению с шумом приемника ВАЦ.

Для устранения ошибок выполняется калибровка путем измерения эталонных нагрузок с известными параметрами. Например, ошибку направленности определяют, подключая к порту нагрузку, которая минимизирует отражение (рисунок 5). Сигнал утечки, зафиксированный в этом режиме, вычитается из результатов измерений. Однако реальные нагрузки неидеальны: даже калибровочная мера на 26,5 ГГц может создавать отражение до -30 дБ, что ограничивает точность коррекции. Использование скользящей нагрузки улучшает результаты, но не полностью устраняет погрешности.

После калибровки систематические ошибки значительно снижаются, но остаются остаточные погрешности. Например, исходная направленность ответвителя ВАЦ 18 дБ может быть улучшена до 30 дБ при механической калибровке или до 40 дБ с автоматическим модулем (АКМ). Полная ликвидация ошибок невозможна, однако их уровень становится достаточно низким для проведения точных измерений. Процесс калибровки ВАЦ на зондовой станции иллюстрируется на рисунке 4, где оператор выполняет настройку в плоскости контакта игл.

Метод SOLT основан на использовании четырёх эталонных нагрузок: короткого замыкания (Short), разрыва (Open), согласованной нагрузки (Load) и прямого соединения портов (Thru). Эти эталоны позволяют определить 12 систематических ошибок модели VNA, включая направленность, согласование портов и трекинг. Короткое замыкание и разрыв должны быть максимально близки к идеальным реактивным элементам (нулевая длина линии), а нагрузка − обеспечивать точные 50 Ом во всём частотном диапазоне. Thru-соединение требует минимального рассогласования и потерь.

Рисунок 3 иллюстрирует процесс калибровки вариации SOLT (TOSM) на приборах Rohden&Swarhz.

Метод SOLT (Short-Open-Load-Thru)

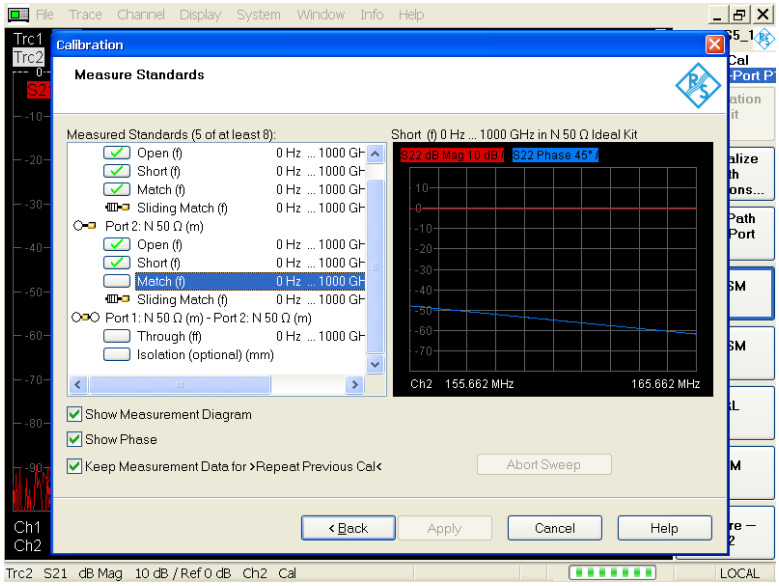


Рис. 3. Этап SOLT калибровки на ВАЦ Rohden&Swarhz

На практике калибровка выполняется последовательным подключением Short, Open и Load к каждому порту, после чего порты соединяются через Thru. Алгоритм ВАЦ анализирует отклики эталонов и вычисляет поправочные коэффициенты. Главное преимущество SOLT − универсальность для коаксиальных и волноводных интерфейсов, но на частотах UHF паразитные ёмкости (в Open) и индуктивности (в Short) искажают результаты. Для минимизации ошибок используются калибровочные комплекты с сертифицированными параметрами (например, разъёмы N-type до 3 ГГц) и сокращается длина соединений между эталонами и портами.

Метод TRL (Thru-Reflect-Line)

TRL-калибровка устраняет зависимость от точных эталонов, используя три компонента: прямое соединение (Thru), отражатель (Reflect) и линию передачи (Line).

Метод включает три этапа:

Thru (Нулевая длина) − задает эталонный путь.

Reflect (Отражатель) − короткозамыкающая пластина (КСВН ≥60).

Line (Линия) − секции с известным фазовым сдвигом (например, 1/4λ, 1/8λ, 3/8λ).

Процедура начинается с измерения Thru, затем Reflect подключается к каждому порту, а вместо Thru устанавливается Line. Алгоритм вычисляет ошибки, сравнивая разность фаз между Thru и Line. Длина линии рассчитывается по формуле:

$$20 < \frac{360 \times f \times L}{v} < 160 \qquad (1)$$

где L − Длинна линии. Разность фаз между TRL-линией и опорной линией, либо перемычкой должна быть не менее 20° на нижней частоте и не более 160° на верхней частоте калибровки.

Опционально, существуют адаптированные методы для решения специфических задач:

LRL (линия-отражатель-линия) − заменяет сквозное соединение второй линией, что полезно при несовместимости разъемов. Использует две секции разной длины (например, 1/8λ и 3/8λ).

TRM (сквозное соединение-отражатель-согласованная нагрузка) − заменяет одну линию согласованной нагрузкой (КСВН ≤1.03), расширяя полосу частот и избегая сингулярностей в алгоритме TRL.

3. Электронная калибровка (ECal)

Электронная калибровка заменяет механические эталоны модулем, эмулирующим Short, Open, Load и Thru с помощью встроенных электронных компонентов. Модуль подключается к портам VNA, и калибровка выполняется автоматически за 1–2 минуты. ECal исключает человеческие ошибки и подходит для полевых условий, но стоимость модулей высока, а на частотах выше 3 ГГц возможны температурные дрейфы.

Заключение

Калибровка векторных анализаторов цепей (VNA) для измерений фильтров в диапазонах VHF/UHF является критически важным этапом, определяющим точность и достоверность результатов. Каждый из рассмотренных методов калибровки обладает уникальными преимуществами и ограничениями, что делает их применимыми в различных сценариях:

SOLT остается базовым методом благодаря простоте и универсальности. Однако его точность напрямую зависит от качества механических эталонов (короткое замыкание, разрыв, нагрузка), что на частотах UHF требует использования сертифицированных калибровочных комплектов с минимальными паразитными параметрами.

TRL и его вариации (LRL, TRM) обеспечивают высочайшую точность на высоких частотах (вплоть до миллиметрового диапазона), устраняя зависимость от идеальности отражателей. Эти методы незаменимы для волноводных систем и PCB-трассировок, где реализация точных SOLT-эталонов затруднена

ECal упрощает процесс калибровки за счет автоматизации, но уступает в точности на верхних частотах UHF из-за температурных дрейфов и ограничений электронных компонентов.

Список литературы

1. Векторные анализаторы цепей. Введение в теорию калибровки ВАЦ [Электронный ресурс] // Planarchel : сайт. − URL: https://planarchel.ru/info/articles/vektornye_

analizatory_tsepey/vvedenie_v_teoriyu_kalibrovki_vats/ (дата обращения: 01.04.2025).

2. Иванов Д. А. Повышение точности измерений параметров СВЧ-устройств с использованием методов самокалибровки: дис. … канд. техн. наук. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. 178 с.

3. Жуков И. П., Сергеев В. М. Автоматизированные системы калибровки векторных анализаторов цепей // Известия вузов. Приборостроение. 2018. № 7. С. 45–52.

4. Engen G. F., Hoer C. A. Thru-Reflect-Line: An Improved Technique for Calibrating the Dual Six-Port Automatic Network Analyzer // IEEE Transactions on Microwave

5. TRL Calibration [Электронный ресурс] // Coppermountaintech. – 2019. – URL: https://coppermountaintech.com/wp-content/uploads/2019/08/TRL-Calibration.pdf (дата обращения: 01.04.2025).

Кушнир И.С.,
студент
Научный руководитель: ***Адылина А.П.,***
к.т.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ЛАЗЕРА НА КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ДЕТАЛИ, ПРОИЗВЕДЕННОЙ МЕТОДОМ SLM

Аннотация. Селективное лазерное плавление (SLM) – одна из ключевых технологий аддитивного производства, позволяющая создавать сложные металлические детали с высокой точностью, где качество поверхностного слоя играет критическую роль в эксплуатационных характеристиках. В данной статье рассматриваются параметры режима работы лазера (мощность, скорость сканирования) и их влияние на качество поверхностного слоя деталей, полученных методом SLM.

Ключевые слова: SLM, лазерное плавление, шероховатость поверхности, параметры лазера.

Kushnir I.S.,
Student
Scientific Advisor: ***Adylina A.P.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

THE EFFECT OF THE LASER OPERATING MODE ON THE QUALITY OF THE SURFACE LAYER OF THE PART PRODUCED BY THE SLM METHOD

Abstract. Selective laser melting (SLM) is one of the key additive manufacturing technologies that allows the creation of complex metal parts with high precision, where the quality of the

surface layer plays a critical role in performance. This article discusses the parameters of the laser operation mode (power, scanning speed) and their effect on the quality of the surface layer of parts obtained by the SLM method.

Keywords: SLM, laser melting, surface roughness, laser parameters.

Аддитивное производство – это процесс создания трёхмерных объектов путём послойного добавления материалов. С тех пор как Теодор Майман представил лазер в 1960 году, лазеры играют важную роль в различных областях обработки материалов, таких как резка, сварка и нанесение покрытий, а также находят широкое применение в аддитивном производстве.

Некоторые производственные процессы, известные своей универсальностью, включают лазерное спекание (LS) и плавку (LM), а также лазерное осаждение металла, которые также известны своими инновационными возможностями, усовершенствованием процессов и повышенной адаптивностью в широком спектре отраслей, включая аэрокосмическую, оборонную, автомобильную и биомедицинскую. В лазерной аддитивной технологии классификация зависит от степени плавления порошка и делится на две основные категории: частичное и полное плавление. Лазерное спекание предполагает частичное плавление порошка, в то время как лазерная плавка и лазерное нанесение металла предполагают полное плавление порошка (см. рис. 1)



Рис. 1. Классификация лазерного аддитивного производства металлических деталей

Селективное лазерное плавление (SLM) – это передовая технология производства металлических деталей сложной формы, в которой лазер используется для одноточечного сканирования по запланированному пути, послойной укладки порошка и наложения слоя на слой для реализации «сетчатого формирования» металлических конструкций [1]. При SLM-печати в каждом слое образуется меньше дефектов, таких как расслоение, пористость и примеси, потому что следующие слои оказывают переплавляющее воздействие на верхний слой, что способствует гомогенизации дефектов. Кроме того, SLM-печать отличается очень высокой скоростью затвердевания расплава, что способствует образованию мелких зёрен, а также получению чрезвычайно высокой степени пересыщения, что позволяет изготавливать детали с высокими механическими свойствами.

Этот метод позволяет использовать широкий спектр материалов, если они обладают необходимыми свойствами для плавления или спекания и доступны в виде порошка. Выбор материалов разнообразен: от аморфных полимеров, таких как порошок поликарбоната, которые повышают точность размеров, до полукристаллических полимеров, таких как нейлон, которые повышают прочность [2]. В последние годы технология SLM успешно применяется для сплавов на основе алюминия, железа, высокотемпературных сплавов на основе никеля и нержавеющей стали, которые находят широко применение в аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, здравоохранении и других сферах.

Таким образом процесс селективной лазерной плавки (SLM) позволяет производить из порошка твёрдый металл, такой как, например, аустенитная нержавеющая сталь 316L, которая обладает хорошей коррозионной стойкостью, устойчивостью к высоким температурам и сварочными характеристиками.

Следует отметить, что нержавеющие стали используются во многих отраслях, таких как автомобилестроение, судостроение, аэрокосмическая промышленность, производство промышленного оборудования, ортопедического оборудования, в строительной отрасли и т.д. В нашем исследовании мы будем рассматривать нержавеющую сталь 316L, которая широко применяется из-за своей доступности, устойчивости к коррозии, свариваемости, относительно низкой стоимости, превосходной прочности и пластичности. В этой статье исследуется влияние различных режимов работы лазера на качество поверхностного слоя порошковой плавки 316L.

В исследованиях [4-5], посвящённых производству нержавеющей стали 316L методом SLM было расмотрено влияние различных параметров (мощности лазера, скорости сканирования и площади сканирования) на плотность и шероховатость поверхности деталей из нержавеющей стали 316L, изготовленных методом SLM. Согласно результатам их экспериментов, основные параметры обработки влияют на плотность и шероховатость поверхности схожим образом. Был сделан вывод, что мощность лазера и скорость сканирования существенно влияют на результаты экспериментов. Было оценено влияние расстояния между точками и временем воздействия на пористость, качество поверхности, микроструктуру, плотность и твёрдость. При увеличении расстояния между точками шероховатость поверхности увеличивалась. Было установлено, что плотность энергии лазера влияет на общую пористость. Было выявлено, что нержавеющая сталь 316L, изготовленная с помощью SLM, имеет более низкую пластичность, несмотря на более высокую прочность, по сравнению со сталью, изготовленной традиционным методом. Также экспериментальные результаты показали, что мощность лазера является наиболее важным параметром. В тоже время понимание влияния режима работы и диапазона мощностей лазера, а также скоростей сканирования на формуемость и качество поверхностного слоя все еще остается неизученной.

Селективное лазерное плавление (SLM) использует энергию лазера для сканирования слоя порошка лазерными лучами микронного масштаба по заданным траекториям, расплавляя порошок и формируя расплавленные дорожки. Впоследствии компоненты создаются путём последовательного наложения этих расплавленных дорожек слой за слоем. Селективное лазерное плавление (SLM) позволяет точно изготавливать детали сложной геометрии, которые невозможно получить с помощью традиционных производственных процессов. Однако дефекты поверхности, такие как прилипшие частицы порошка, волнистость и другие аномалии, препятствуют целевому функциональному применению и требуют дополнительных этапов постобработки. Параметрами процесса, используемыми в SLM, являются толщина слоя, мощность лазера, расстояние штриховки и скорость сканирования. В основном это влияет на пористость, остаточные напряжения, усталость, шероховатость поверхности, плотность, механические свойства и микроструктуру изделия [3].

Принципиальная схема работы SLM-установки показана на рисунке 2. Сначала поршень подает порошок нержавеющей стали 316L после чего ролик проталкивает его в формовочную камеру. На поверхность построенного для плавления объекта через сканирующее зеркало направляется лазер. По мере затвердевания расправленного металла поршень перемещается на один слой вниз. Описанный цикл, с определенным временным интервалом и одинаковой скоростью, повторяется до полного изготовления всего объекта.

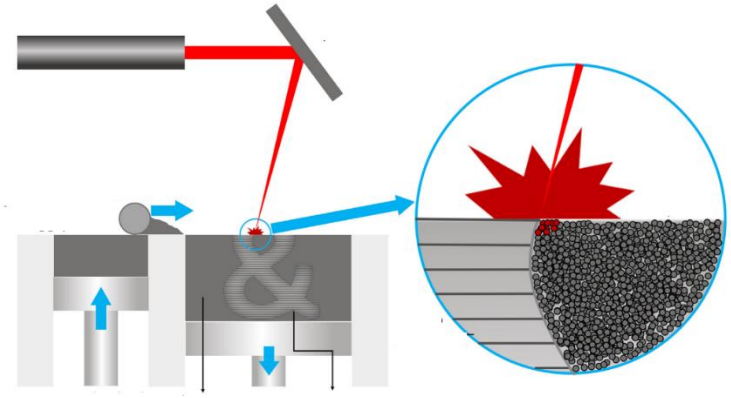


Рис. 2. Схематическое изображение конструкции оборудования

Мощность формирующего лазера была установлена на 220 Вт, а скорость сканирования − на 1000 мм/с. Для повторного расплавления формируемой области были использованы лазеры разной мощности (220 Вт, 180 Вт, 140 Вт, 100 Вт и 60 Вт) с разными временными интервалами (2 мс, 5 мс, 10 мс, 25 мс и 50 мс).

Образцы были получены методом SLM с использованием распыляемого порошка 316L. Зерна порошка имели сферическую форму и размер в диапазоне 15-45.

С помощью ультраглубокофокусного микроскопа было обнаружено, что на верхней поверхности образца было множество неровных углублений

и прерывистых следов плавления. Повторное плавление при мощности 2000 мс-220 Вт эффективно выравнивает прерывистые следы плавления и неровные углубления на поверхности образца, в результате чего образуется непрерывная и более гладкая перекрывающаяся дорожка плавления.

Можно сделать предварительный вывод, что на качество поверхностного слоя оказывает влияние как мощность лазера, так и скорость сканирования. Например, при высокой мощности и низкой скорости наблюдается глубокое проплавление, перегрев и образование пор. И наоборот: при низкой мощности и высокой скорости присутствует недостаточное плавление, шероховатость и «непровары».

Ниже приведен перечень полученных образцов со следующими дефектами поверхностного слоя и указанием их причин:

– Шероховатость – из-за большого шага сканирования.

– Поры и непровары – из-за недостаточной мощности или высокой скорости.

– Окисление и загрязнения – из-за недостаточной защиты инертным газом.

– Трещины – вследствие высоких термических напряжений при неправильном охлаждении.

Параметры изготовленных образцов методом SLM – печати из нержавеющей стали 316L показаны в таблице.

Таблица

Влияние параметров лазера на шероховатость поверхности

Мощность лазера (Вт)	Скорость сканирования (мм/с)	Шаг сканирования (мм)	Шероховатость (Ra, мкм)	Наблюдаемые дефекты
200	800	0,10	8–12	Пористость, неровности
250	1000	0,08	6–9	Умеренная шероховатость
300	1200	0,07	4–6	Оптимальное качество
350	1500	0,06	5–8	Перегрев, окисление

Таким образом было исследовано качество поверхностного слоя изготовленных образцов 316L с различными параметрами режима работы лазера: изучалось влияние скорости сканирования и мощности лазера. Были получены следующие результаты:

– Наилучшее качество поверхности (Ra = 4–6 мкм) достигается при 300 Вт, 1200 мм/с, шаг 0.07 мм.

– Слишком высокая мощность (350 Вт) приводит к перегреву и ухудшению поверхности.

– Низкая мощность (200 Вт) вызывает недостаточное плавление и повышенную шероховатость.

Проведённое исследование влияния режима работы лазера на качество поверхностного слоя изделия, изготовленного методом селективного лазерного плавления (SLM), позволило выявить ключевые закономерности и факторы, определяющие конечные характеристики продукции. Установлено, что параметры лазера, такие как мощность, скорость сканирования и стратегия сканирования, оказывают существенное влияние на микроструктуру, плотность, механические свойства и качество поверхностного слоя изделий.

Основные выводы исследования можно сформулировать следующим образом:

1. Оптимизация мощности лазера является критически важной для обеспечения высокой плотности материала и минимизации дефектов, таких как поры и непровары. Чрезмерная мощность может привести к перегреву и образованию трещин, а недостаточная − к неполному сплавлению частиц порошка.

2. Скорость сканирования напрямую влияет на тепловой режим процесса. Высокая скорость может снизить качество сплавления, а низкая − вызвать перегрев и деформации. Оптимальная скорость сканирования позволяет достичь баланса между производительностью и качеством изделия.

3. Стратегия сканирования (например, чередование направлений или использование сетчатого паттерна) играет важную роль в распределении остаточных напряжений и предотвращении деформаций. Правильный выбор стратегии способствует повышению точности геометрии и механической прочности изделий.

4. Качество поверхностного слоя напрямую зависит от режимов работы лазера. Оптимизация параметров позволяет минимизировать шероховатость поверхности и снизить необходимость в последующей механической обработке.

Список литературы

1. Кучаева Е.А., Адылина А.П. Влияние термической обработки на качество деталей, изготовленных SLM-методом // СМИС-2024. Технологии управления качеством. Материалы Международной научно-технической конференции. Москва, 2024. С. 302-306.

2. Основы теории термической обработки металлов / Н.И. Волгина Москва, 2021, 150 с.

3. Поярков М.А., Морозов Е.А. исследование процесса SLM-печати // Химия. Экология. Урбанистика. 2024. Т. 4. С. 134-136.

4. Суходоева А.А., Пермяков М.С. Моделирование образцов в процессе селективного лазерного сплавления // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 3. С. 98-100.

5. Формирование структурных дефектов SLM технологии / Чуканов А.Н. [и др.] // Современные материалы, техника и технологии. 2023. № 6 (51). С. 29-36.

Мешкова А.Е.,
студент
Научный руководитель: ***Левина Т.А.,***
к.э.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ ПОДТВЕРЖДЕНИЮ СООТВЕТСТВИЯ

Аннотация. В статье предложен алгоритм формирования перечня объектов сертификации на основе вероятностного анализа безопасности и метода ранжирования комплектующих по их влиянию на общий уровень риска.

Ключевые слова: идентификация объектов, обязательная сертификация, техническая система, безопасность продукции.

Meshkova A.E.,
Student
Scientific Advisor: ***Levina T.A.,***
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

IDENTIFICATION OF OBJECTS SUBJECT TO MANDATORY CONFIRMATION OF CONFORMITY

Abstract: the article proposes an algorithm for forming a list of certification objects based on a probabilistic safety analysis and a method for ranking components according to their impact on the overall risk level.

Keywords: object identification, mandatory certification, technical system, product safety.

В условиях растущей сложности технических систем и глобализации рынка повышенные требования к качеству и безопасности продукции становятся ключевыми аспектами государственной политики в области сертификации. Важной задачей является идентификация объектов, подлежащих обязательному подтверждению соответствия, что требует разработки эффективных алгоритмов отбора продукции для сертификации.

Существующая практика формирования перечня объектов основывается на нормативных документах и экспертных оценках, что зачастую приводит к двум основным проблемам:

1) Недостаточная полнота охвата. Некоторые потенциально опасные объекты могут не попадать в перечень сертифицируемой продукции, что создает риски для потребителей и окружающей среды.

2) Избыточное регулирование. Включение в перечень продукции, не оказывающей значительного влияния на безопасность, ведет к неоправданным затратам производителей и усложнению сертификационных процедур.

Ключевым элементом в реализации законодательства о защите прав потребителей является разработка, уточнение и совершенствование списка объектов, подлежащих сертификации в Российской Федерации, а также перечней продукции, соответствующих требованиям технических регламентов.

Определение перечня объектов, для которых предусмотрена обязательная процедура подтверждения соответствия, включает систематизированный перечень их наименований с указанием нормативно-правовых актов, регламентирующих обязательные требования к данным объектам, а также конкретных критериев соответствия, подлежащих проверке подтверждению.

Определение идентификация объектов представляет собой сложную методическую задачу, требующую использования различных алгоритмов. Выбор конкретного алгоритма определяется особенностями поставленной задачи, например, необходимостью включения в номенклатуру комплектующих для сложных технических систем. В процессе формирования списка специалисты сталкиваются с двумя противоположными тенденциями: с одной стороны, необходимо обеспечить полноту охвата объектов, имеющих значение для безопасности жизни и здоровья людей, защиты их имущества и окружающей среды, а с другой – исключить из перечня продукцию, которая в меньшей степени требует обязательной сертификации, так как не представляет значительной опасности. Важную роль в этом процессе играет баланс между уровнем риска использования некачественной продукции.

Процедура отбора объектов осуществляется поэтапно: первоначально составляется предварительный список, включающий все потенциально релевантные объекты, соответствующие базовым условиям отбора. На последующих этапах анализа производится последовательная фильтрация этого перечня путем исключения элементов, не удовлетворяющих установленным дополнительным требованиям.

Критерии подразделяются на два различных класса:

1) Внутренние критерии – обусловлены функциональным назначением и специфическими параметрами самого объекта;

2) Внешние критерии – определяются сторонними факторами, не имеющими непосредственной связи с характеристиками объекта [5].

Данная классификация позволяет систематизировать процесс отбора, обеспечивая его комплексность и объективность.

Процесс формирования нормативного перечня объектов сертификации осуществляется поэтапно с применением системы критериев отбора. На первом этапе создается исходный перечень S включающий объекты O_i соответствующие внутренним критериям K_1 которые учитывают их технические характеристики и функциональное назначение. К внешним критериям K_2 Относятся нормативные требования, законодательные акты и отраслевые стандарты, устанавливающие обязательность сертификации. На втором этапе производится исключение из первоначального списка всех объектов, не удовлетворяющих данным внешним требованиям. В результате формируется итоговый перечень S_N, включающий только те элементы, которые

соответствуют как техническим параметрам, так и нормативным предписаниям. Такая двухуровневая система отбора обеспечивает комплексный подход к формированию номенклатуры сертифицируемых объектов, гарантируя соблюдение законодательных норм и учет эксплуатационных характеристик оборудования. Методика отличается прозрачностью процедуры отбора и четкостью применяемых критериев исключения. Процедура формирования номенклатуры можно представить в следующем виде:

$$O_i \in S_i, \text{ если } O_i \propto K_1 \quad (1)$$

$$O_i \in S_N, \text{ если } O_i \propto K_1 \cap O_i \propto K_2, i = 1, 2, \ldots, \quad (2)$$

где: символ $\propto$ – соответствие;

O_i – название объекта и собственно объект;

по условиям построения $S \supseteq S_N$.

Процесс отбора объектов сертификации дополнительно должен учитывать динамический характер нормативно-правовой базы и развитие технологий. Это означает, что перечень объектов подлежит периодическому пересмотру и актуализации с учётом новых рисков, изменений в законодательстве и появления инновационных продуктов на рынке.

Кроме того, необходимо внедрение методов количественной оценки рисков, что позволит более объективно определять степень необходимости сертификации. Например, использование методов анализа отказов и их последствий (FMEA) или дерева отказов (FTA) может помочь в выявлении потенциальных угроз, связанных с эксплуатацией продукции [6].

Также важно учитывать международную практику и гармонизацию стандартов. В условиях глобализации и участия России в международных торговых соглашениях требуется согласование национальных требований с международными стандартами, такими как ISO, IEC и директивами ЕАЭС. Это не только упрощает доступ отечественной продукции на внешние рынки, но и способствует повышению уровня безопасности внутри страны.

Рассмотрим задачу формирования множества S для компонентов, являющихся частями сложных технических систем, с использованием внутреннего критерия K_1, который можно представить следующим образом: объект O_i предпочтительнее для включения в множество S по сравнению с объектом O_j, если его влияние на безопасность технической системы является более значительным, чем влияние объекта O_j на безопасность данной системы. При этом оба объекта O_i и O_j являются комплектующими для данной технической системы.

Критерий K_1 может быть выражен следующим образом:

$$O_i \triangle O_j \text{ , если } Q(O_i) > Q(O_j) \quad (3)$$

где: символ $\triangle$ – предпочтение;

$Q(O_i), Q(O_j)$ – характеристики объектов, оценивающие их влияние на безопасность.

Для проведения детального анализа требуется формализация критериев оценки влияния элементов технической системы на её безопасность. В предлагаемом подходе уровень безопасности системы характеризуется через показатель аварийного риска R, определяемый как вероятность реализации установленных негативных последствий для персонала или экологической обстановки. Когда авария обусловлена отказом элемента O_i, то, вычисляется соответствующая условная вероятность $Q(O_i)$, аналогично для компонента O_j, можно рассчитать условную вероятность аварии $Q(O_j)$.

Если окажется что $Q(O_i) > Q(O_j)$, со согласно установленному критерию K_1 (3), объект O_i признаётся более предпочтительным для включения в множество S, чем объект O_j. Когда расчётное неравенство $Q(O_i) < Q(O_j)$, то объект O_j будет признан более предпочтительным для включения в множество S, чем объект O_i.

В случае эквивалентности показателей Q решение о включении компонентов в множество S принимается на основании дополнительных критериев, так как их вклад в обеспечение безопасности системы признается статистически равнозначным. Данный подход обеспечивает объективность при формировании перечня критически важных элементов технической системы.

Кроме того, при принятии решения о включении компонентов в множество S следует учитывать не только индивидуальную вероятность отказа, но и их взаимодействие в рамках системы. Использование методов анализа чувствительности позволяет определить степень влияния каждого компонента на общий уровень риска. Например, если компонент O_i имеет более высокую вероятность отказа, но при этом не оказывает критического влияния на систему, он может быть менее опасным, чем компонент O_j, который, несмотря на меньшую вероятность отказа, находится в критически важной цепи системы.

В перспективе для повышения точности оценки можно применять моделирование отказов с использованием методов машинного обучения и статистических моделей. Это позволит выявить скрытые зависимости и предложить наиболее эффективные стратегии по минимизации риска.

Для окончательного определения состава множества S требуется выполнить последовательность расчетных операций. На первом этапе осуществляется вычисление показателей Q для всех ключевых составных элементов технической системы. Полученные значения подвергаются аналитической обработке с применением методов ранжирования, в частности, посредством построения диаграммы Парето, что позволяет визуализировать степень значимости каждого компонента. Критерием включения в множество S служит величина показателя Q, отражающего уровень влияния элемента на безопасность системы В перечень включаются исключительно те

комплектующие, которые демонстрируют наиболее высокие значения данного параметра. Такой селективный подход обеспечивает концентрацию внимания на компонентах с повышенной критичностью.

Процесс формирования множества *S* осуществляется следующим образом [7]:

1. Выделение перечня ключевых элементов O_i, входящих в состав исследуемой технической системы (i = 1, 2, ... n, где n – число основных компонентов);

2. Определение вероятности возникновения аварии при заданных условиях $Q(O_i)$ для каждого компонента O_i, i = 1, 2, ... n;

3. Сортировка значений $Q(O_j)$ по убыванию, что позволяет утверждать, что $Q(O_1) \geq Q(O_2) \geq \cdots \geq Q(O_n)$;

4. Расчет критического показателя Q_n осуществляется путём применения известного эмпирического правила 80/20 по следующим формулам:

– Среднее значение $\bar{Q} = \sum_{i=1}^{n}[Q(o_i)/n$

– Дисперсия $\sigma^2 = \sum_{i=1}^{n}[Q(o_i) - \bar{Q}]^2(n-1)$,

– Критическое значение $Q_n = \bar{Q} + U_\gamma\sigma$,

где: U_γ – квантиль нормального распределения для вероятности $\gamma > 0{,}5$ (определяется по таблице 3). Для $\gamma = 0{,}8$ $U_\gamma = 0{,}842$;

5. Выбор элементов, обладающих наибольшими величинами $Q(O_j)$ осуществляется по следующему условию: $Q(O_j) \geq Q_n$. В результате выделяется группа компонентов $O_1, O_2, \ldots, O_k$ ($k < n$), удовлетворяющих неравенству $Q(O_j) \geq Q_n$, j=1,2,…, k .

6. Объединение полученной совокупности элементов $O_1, O_2, \ldots, O_k$ в множество *S*.

Для оптимизации расчётов показателей $(O_i)(O_j)$ вместо вероятностного анализа безопасности рекомендуется использовать метод анализа видов, последствий и критичности отказов (АВПКО) [4]. Данная методика реализуется в несколько последовательных этапов:

1) Формирование и изучение функционально-иерархической схемы системы. На данном этапе разрабатывается структурная модель, отображающая состав функциональных компонентов системы и их взаимозависимости. Проведённый анализ позволяет идентифицировать ключевые элементы и определить их значимость для обеспечения надёжности системы.

2) Анализ взаимовлияния компонентов системы. Исследуются функциональные связи между отдельными единицами оборудования. Это необходимо для оценки потенциального воздействия отказа одного элемента на другие компоненты системы, а также на её общую работоспособность.

3) Идентификация наиболее уязвимых элементов. Определяются компоненты, отказы которых могут привести к наиболее серьёзным последствиям для функционирования системы. Это позволяет сконцентрировать

усилия на критически важных узлах и разработать целевые меры повышения их надёжности.

4) Категоризация последствий отказов. Проводится систематизация возможных последствий отказов для каждого элемента. Анализируются как непосредственные, так и опосредованные эффекты, включая влияние на безопасность, эксплуатационные параметры и другие значимые факторы.

На начальной стадии анализа формируется перечень основных компонентов технической системы. Как правило, этот процесс осуществляется методом нисходящей декомпозиции: от системы в целом к подсистемам, а затем к их структурным элементам. В результате строится иерархическая модель системы.

Вторая фаза, которая предполагает количественную оценку критичности отказов, позволяет идентифицировать, какие элементы системы могут вызвать наиболее серьезные последствия при отказе. Это критично для обеспечения безопасности, долговечности и эффективности работы технической системы. Разные стандарты, такие как VDA в Германии или MIL-STD-1629A в США, предлагают различные подходы и методы для оценки критичности, например, FMEA (анализ видов и последствий отказов) или FMECA (анализ, дополненный критичностью отказов).

В этих стандартах представлен простой табличный метод для оценки критичности отказов элементов сложных систем, который также рекомендован различными ограниченными стандартами, которые ориентированы на автомобильную и военную промышленность. Метод предполагает использование таблиц, где каждому элементу системы присваивается определенный показатель критичности на основе оценки трех ключевых факторов.

Расчет показателя критичности отказа осуществляется посредством комплексного учета трех взаимосвязанных параметров. Первый параметр характеризует вероятность возникновения отказа конкретного элемента системы. Второй отражает возможность своевременного выявления дефекта на этапе изготовления и испытаний. Третий параметр оценивает степень влияния отказа на работоспособность всей технической системы. Совокупное воздействие указанных факторов позволяет получить интегральную оценку критичности отказа. Последствия отказа включают в себя возможный ущерб для безопасности, функциональности и надежности всей системы.

Для каждого из этих факторов предусмотрены шкалы, которые позволяют присваивать каждому элементу определенные оценки. Эти оценки затем комбинируются для вычисления общего индекса критичности. Например, если вероятность отказа элемента высока, но его можно обнаружить на ранней стадии до начала эксплуатации, критичность может быть умеренной. В случае же, когда вероятность отказа высока, а дефект невозможно выявить до начала эксплуатации, критичность будет считаться высокой.

Чем выше значение частоты (вероятности) отказа элемента и/или последствия его отказа, и/или ниже возможность обнаружения дефекта до

начала применения технической системы по назначению, тем выше значение критичности. Следует отметить, что методы оценки критичности отказов позволяют не только улучшить процесс проектирования, но и повысить уровень безопасности, снизить риски и оптимизировать затраты на обслуживание и ремонт сложных технических систем.

Визуализация корреляционной зависимости степени критичности отказа от рассматриваемых факторов представлена на рисунке 1. Данная графическая интерпретация демонстрирует функциональные взаимосвязи между ключевыми параметрами, что существенно облегчает процесс анализа и способствует обоснованному принятию управленческих решений.

Зависимость критичности отказа от этих факторов (рисунок) может включать графическое представление взаимосвязи этих параметров, обеспечивая наглядность в процессе принятия решений.

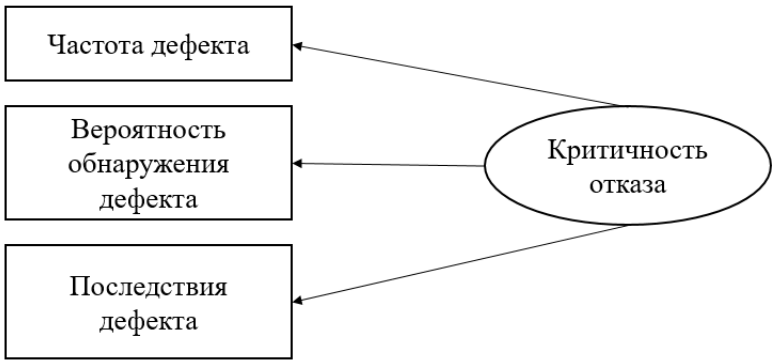


Рис. Факторы влияющие на расчёт критичности отказа элемента

Критичность C_i i-го элемента технической системы рассчитывается по формуле:

$$C_i = B_{1i} \times B_{2i} \times B_{3i}$$

где:B_{1i} – коэффициент, характеризующий степень вероятности появления отказа в i-м компоненте системы. Данный показатель отражает потенцильную частоту возникновения дефектов для рассматриваемого элемента;

B_{2i} – коэффициент, определяющий вероятность своевременного выявления дефекта или отказа в i-м элементе до момента его воздействия на конечного потребителя. Данный показатель оценивает эффективность системы контроля и диагностики.

B_{3i} – показатель, количественно выражающий уровень критичности последствий, вызванных отказом i-го элемента. Данный показатель учитывает потенциальный ущерб от реализации отказа, включая его влияние на функциональность системы и безопасность эксплуатации.

Эта формула представляет собой произведение трех факторов, которые вместе определяют общую критичность элемента. Каждое из значений

B_{1i} , B_{2i} и B_{3i} оценивается по определенной шкале, которая может быть числовой (например, от 1 до 10) или по категориям (например, низкий, средний, высокий):

– B_{1i} отражает вероятность того, что элемент выйдет из строя в процессе эксплуатации;

– B_{2i} показывает, насколько вероятно будет обнаружение дефекта до того, как он проявится в ходе эксплуатации;

– B_{3i} оценивает тяжесть последствий отказа, такие как угрозы безопасности, ухудшение функциональности системы или возможные финансовые потери.

Чем выше значения каждого из этих параметров, тем выше критичность элемента для общей системы. Важно, что такая формула позволяет детально учитывать все аспекты, влияющие на безопасность и надежность системы в целом.

Показатели $B_j(j = 1,2,3)$ определяются на основе специально разработанных таблиц, составленных с учётом типа анализируемой системы. Как правило, числовые значения данных коэффициентов варьируются в диапазоне от 1 до 10 ($1 \leq B_j \leq 10$) В таблицах 1-3 представлены конкретные значения коэффициентов B_1, B_2, B_3, применяемые в соответствии с различными стандартами [6].

Таблица 1

Справочная таблица

Характеристика частоты отказа (дефекта)	Показатель интенсивности дефектов	Значение B_1 (В баллах)
Очень редкий	Ниже $2 \cdot 10^{-7}$ $2 \cdot 10^{-7} – 8 \cdot 10^{-6}$	1 2
Редкий	$8 \cdot 10^{-6} – 2 \cdot 10^{-6}$ $2 \cdot 10^{-6} – 8 \cdot 10^{-5}$	3 4
Возможный	$8 \cdot 10^{-5} – 2 \cdot 10^{-5}$ $2 \cdot 10^{-5} – 8 \cdot 10^{-4}$	5 6
Частый	$8 \cdot 10^{-4} – 2 \cdot 10^{-4}$ $2 \cdot 10^{-4} – 8 \cdot 10^{-3}$	7 8
Очень частый	$5 \cdot 10^{-3} – 2 \cdot 10^{-3}$ Свыше $2 \cdot 10^{-3}$	9 10

Таблица 2

Характеристики вероятности выявления отказа

Характеристика вероятности выявления отказа (дефекта)	Значение B2 (в баллах)
Очень высокая вероятность выявления дефекта до того, как продукция попадёт к заказчику. Дефект будет обнаружен на стадии контроля в процессе производства или монтажа.	1-2
Слабая вероятность не обнаружить дефект перед тем, как элемент поступит заказчику. Некоторые дефекты могут быть не выявлены на этапе испытаний, но обнаружатся в процессе последующего монтажа.	3-4
Средняя вероятность того, что элемент будет отправлен с дефектами. Основная часть дефектов будет выявлена в процессе производства, а некоторые могут быть обнаружены во время монтажа или контроля у заказчика.	5-6
Высокая вероятность того, что дефект останется незамеченным. Контроль не обеспечит его выявление.	7-8
Крайне высокая вероятность того, что дефект останется незамеченным. Дефекты являются скрытыми и не будут обнаружены.	9-10

Таблица 3

Последствия отказа

Последствия отказа	Значение B3 (в баллах)
Незначительные дефекты, которые заказчик может не заметить.	1-2
Существенные дефекты, ремонт которых может быть выполнен с минимальными затратами.	3-4
Существенные дефекты, затраты на ремонт которых значительны и связаны с простоем технической системы.	5-6
Критические дефекты, при которых отказ элемента приводит к потере работоспособности технической системы. Однако угроза для безопасности людей и окружающей среды отсутствует.	7-8
Критические дефекты, при которых отказ элемента напрямую угрожает безопасности людей и окружающей среды.	9-10

Для идентификации наиболее значимых отказов осуществляется сравнение величины критичности C_i с заданным пороговым значением C_k. В случае превышения установленного предела $C_i > C_k$, соответствующий отказ классифицируется как критический, после чего рассматриваемый элемент включается в множество S для последующего детального анализа или внесения корректирующих изменений.

В результате анализа выражения и таблиц коэффициентов B_j, можно заключить, что критичность варьируется от 1 (1·1·1) до 1000 (10·10·10), при этом часто в качестве предельного значения устанавливают C_k = 125 (5·5·5), что обусловлено балансом между точностью оценки и практической применимостью

метода. Этот диапазон значений позволяет гибко учитывать различные аспекты безопасности элементов технической системы и эффективно выделять наиболее значимые компоненты для последующей сертификации.

Одним из ключевых преимуществ метода АВПКО является его относительная простота, что делает его доступным для использования в различных отраслях. Универсальность метода позволяет применять его не только для различных типов продукции, но и для разных этапов разработки и эксплуатации изделий, что значительно расширяет его область применения. Это, в свою очередь, способствует улучшению качества сертификации и упрощает процесс принятия решений в сфере обеспечения безопасности.

Дополнительным преимуществом разработанной методики является существенное увеличение достоверности при отборе элементов системы (в том числе составных частей) для включения в перечень *S*, который содержит объекты, требующие обязательного подтверждения соответствия. Применение метода АВПКО снижает субъективность при принятии решений и способствует более строгому контролю за соблюдением стандартов безопасности на всех этапах жизненного цикла продукции.

Важно отметить, что с повышением уровня безопасности отдельных элементов технической системы, те компоненты, которые ранее могли считаться критичными, по результатам анализа могут быть исключены из перечня. В их место могут быть добавлены новые элементы, которые оказывают наиболее значительное влияние на безопасность всей системы. Такой подход позволяет не только улучшить качество сертификации, но и повысить гибкость и адаптивность процесса в зависимости от изменяющихся условий и требований. Это в свою очередь обеспечивает управляемость процессом формирования номенклатуры объектов обязательной сертификации и позволяет более точно соответствовать специфическим требованиям каждой отдельной.

Список литературы

1. Бойцов В.Б., Лемешева О.И., Майданюк Н.Н., Маркелова В.Н., Молокова А.В., Павлов В.Е., Панкина Г.В., Понкратова Е.Ю., Савицкая А.О., Соколовская С.Л., Чернецова Е.И. Подтверждение соответствия в Российской Федерации и Таможенном союзе: учебное пособие / Под редакцией Панкиной Г.В. – М.: АСМС, 2015. – 312 с.

2. Бойцов В.Б., Лемешева О.И., Майданюк Н.Н., Маркелова В.Н., Молокова А.В., Павлов В.Е., Понкратова Е.Ю., Савицкая А.О., Соколовская С.Л., Чернецова Е.И. Декларация о соответствии: Монография / Под научной ред. Г.В. Панкиной. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: АСМС, 2015. – 112 с.

3. Больше Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1983.

4. Брагин В.В., Чабон Ф. Оценка риска и последствий отказов комплексной системы, конструкций, процессов. – Ярославль, 1997.

5. Мешкова А.Е., Ефремов Д.Е., Козубец А.В. Техническая диагностика отказов: Международный научный журнал «ВЕСТНИК НАУКИ» № 12 (69) Том 4 – Мытищи, 2023 г.

6. IEC 60812:2018 – Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA).

7. ISO 31000:2018 – Risk management − Guidelines.

Насырова К.А., Тришина С.А.
студенты,
Научный руководитель: ***Борзов В.И.***
к.т.н., доцент,
Московский авиационный институт,
Россия, Москва

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СЕРТИФИКАЦИИ И ДЕКЛАРИРОВАНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРОДУКЦИИ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

Аннотация. В статье рассматриваются ключевые аспекты оптимизации процессов сертификации и декларирования соответствия продукции требованиям технических регламентов. Анализируются современные методы и инструменты, позволяющие сократить временные и финансовые затраты при подтверждении соответствия. Особое внимание уделено цифровизации процессов, гармонизации национальных стандартов с международными нормами, а также минимизации административных барьеров. Предложены рекомендации по совершенствованию системы оценки соответствия в условиях динамично развивающегося рынка.

Ключевые слова: сертификация; декларирование соответствия; технические регламенты; оценка соответствия; оптимизация; цифровизация.

Nasyrova K.A., Trishina S.A.
Students
Scientific Advisor: ***Borzov V.I.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Aviation Institute,
Russia, Moscow

OPTIMIZATION OF CERTIFICATION AND DECLARATION PROCESSES OF CONFORMITY OF PRODUCTS TO THE REQUIREMENTS OF TECHNICAL REGULATIONS

Abstract. The article discusses the key aspects of optimizing the processes of certification and declaration of conformity of products to the requirements of technical regulations. Modern methods and tools are analyzed to reduce the time and financial costs of confirming compliance. Special attention is paid to the digitalization of processes, the harmonization of national standards with international norms, as well as the minimization of administrative barriers. Recommendations for improving the conformity assessment system in a dynamically developing market are proposed.

Keywords: certification; declaration of conformity; technical regulations; conformity assessment; optimization; digitalization.

Сертификация и декларирование соответствия продукции являются важными элементами системы технического регулирования, обеспечивающими безопасность и качество товаров, поступающих на рынок. Однако

традиционные процедуры подтверждения соответствия зачастую сопровождаются значительными временными и финансовыми затратами, что снижает конкурентоспособность производителей.

В условиях глобализации и цифровой трансформации актуальной задачей становится оптимизация данных процессов за счет внедрения современных технологий, гармонизации стандартов и совершенствования нормативно-правовой базы.

Процедуры сертификации и декларирования включают несколько ключевых этапов, таких как выбор схемы подтверждения соответствия, проведение испытаний в аккредитованных лабораториях, анализ производственных процессов и оформление разрешительных документов. Однако существующие процессы сталкиваются с рядом проблем, среди которых длительные сроки проведения испытаний, дублирование требований в различных технических регламентах, недостаточная автоматизация и сложности при работе с международными стандартами.

Для решения данных проблем предложены методы оптимизации, основанные на внедрении цифровых технологий и совершенствовании подходов к оценке соответствия. Цифровизация процессов, например, через использование Единого реестра сертификатов, позволяет значительно сократить сроки обработки заявок, минимизировать влияние человеческого фактора и обеспечить прозрачность процедур. Гармонизация национальных технических регламентов с международными стандартами, такими как ISO, IEC и нормы ЕС, упрощает выход продукции на внешние рынки, способствует взаимному признанию сертификатов и снижению затрат на дополнительные испытания. Применение риск-ориентированного подхода позволяет дифференцировать уровень контроля в зависимости от потенциальной опасности продукции, что помогает избежать избыточных проверок для товаров с низким уровнем риска. Упрощение административных процедур достигается за счет введения единого окна для подачи документов, развития механизма самодекларирования для определенных категорий продукции и сокращения перечня обязательных документов.

Для дальнейшего совершенствования системы оценки соответствия рекомендуется развивать электронные сервисы, включая внедрение блокчейн-технологий для верификации сертификатов. Также необходимо совершенствовать нормативную базу, устраняя противоречия между техническими регламентами, и повышать квалификацию специалистов через обучение в области международных стандартов. Стимулирование добровольной сертификации может быть достигнуто за счет предоставления льгот предприятиям, внедряющим передовые системы менеджмента качества.

Оптимизация процессов сертификации и декларирования соответствия является ключевым фактором повышения конкурентоспособности национальной экономики. Внедрение цифровых технологий, гармонизация стандартов и сокращение административных барьеров позволят ускорить вывод продукции на рынок, сохраняя при этом высокий уровень безопасности и качества.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 17065-2012 Оценка соответствия. Требования к органам по сертификации продукции, процессов и услуг: национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 01.01.2014 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Изд. официальное. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 32 с.
2. Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ.

Небыков Ю.Д.,
студент
Научный руководитель: ***Юдаев С.Н.***
к.т.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ПЕРСПЕКТИВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ НАСОСНОГО АГРЕГАТА БЛАГОДАРЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ

Аннотация. В статье рассматривается проблема увеличения срока службы насосных агрегатов, эксплуатируемых на промышленных предприятиях. Автор исследует наиболее частые причины выхода из строя оборудования, анализирует текущие методы контроля состояния. Новизна заключается в разработке рекомендаций по увеличению срока службы насосных агрегатов с использованием современных систем мониторинга и оценки.

Ключевые слова: датчики вибрации; вибромониторинг; срок службы; эксплуатация насосов.

Nebykov Yu.D.
Student
Scientific Advisor: ***Yudayev S.N.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

PROSPECTS FOR INCREASING THE SERVICE LIFE OF A PUMPING UNIT THANKS TO THE USE OF NEW MONITORING AND EVALUATION TECHNOLOGIES

Abstract. The article examines the problem of increasing the service life of pumping units used in industrial enterprises. The author examines the most common causes of equipment failure, analyzes current methods of condition monitoring. The novelty lies in the development of recommendations for increasing the service life of pumping units using modern monitoring and evaluation systems.

Keywords: vibration sensors; vibration monitoring; service life; pump operation.

Введение

Повсеместное использование насосного оборудования продиктовано необходимостью перекачивания и транспортирования жидкости и газа как для бытовых нужд, так и для обеспечения бесперебойной работы предприятий и заводов. Одной из главных проблем при эксплуатации насосного оборудования является срок его службы, напрямую зависящий от условий эксплуатации, а также от своевременности и качества обслуживания. На практике зачастую нельзя повлиять на условия эксплуатации, продиктованные технологическим процессом, в котором задействован насос, однако своевременно обслуживать оборудование, реагировать на возникающие проблемы и поломки просто необходимо.

Причины выхода из строя насосного оборудования

При анализе причин выхода из строя одного из наиболее распространенных типов промышленных насосов – магистральных, можно сделать вывод о том, что наибольший процент отказов приходится на неисправности, связанные с производственными дефектами или износом трущихся деталей и узлов. Основной причиной отказов магистральных насосных агрегатов являются отказы торцевых уплотнений, которые могут вызываться повышенным износом пары трения, нагревом уплотнения, дефектами в изготовлении и сборке деталей и узлов торцевого уплотнения, нарушением условий эксплуатации (рисунок 1).

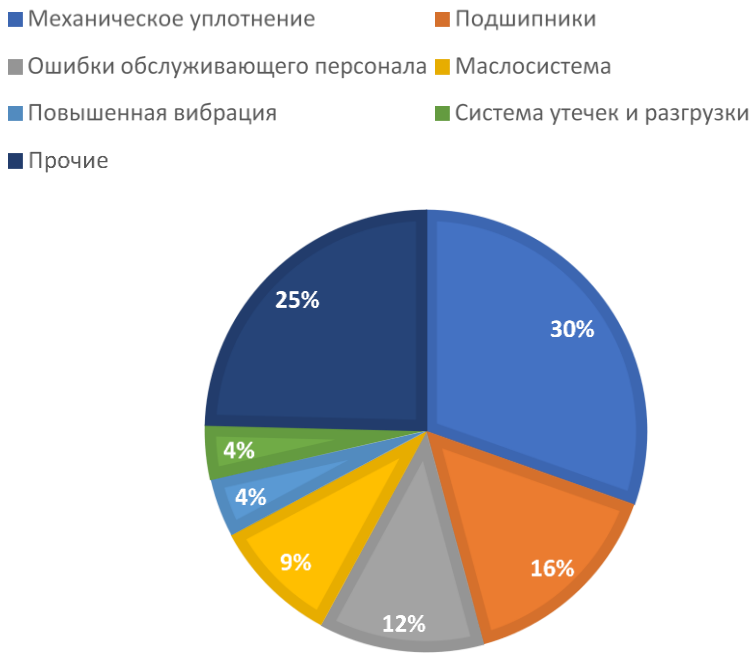


Рис. 1. Структура отказов магистральных насосов

Второй по значимости проблемой (15,4 %) является выход из строя подшипников, вызванный усталостным разрушением, нарушением гидро-

динамического режима смазки, плохим качеством масла, их некондиционностью, большим осевым смещением ротора электродвигателя или вала насоса. Отказы механической части и маслосистемы в большинстве случаев происходят из-за дефектов (повреждения, неисправности) опорных узлов, а также редукторов, муфт, деталей и узлов магистральных насосных агрегатов, омываемых маслом. Большинство исследователей сходятся во мнении, что определяющими сопряжениями для ресурса магистральных насосов являются торцевые уплотнения и подшипники, т. е. элементы, воспринимающие динамические нагрузки [2].

По статистике большинство насосов выходит из строя по причине несвоевременного обслуживания. Инструкции по эксплуатации насосных агрегатов содержат в себе рекомендации по времени наработки до обслуживания определенного узла, выраженное в моточасах, однако в данном случае не учитываются условия эксплуатации, негативно влияющие на срок службы насоса. При использовании насосного агрегата в тяжелых условиях межремонтный пробег может сокращаться вдвое, что вызывает сложности при определении правильного момента для проведения обслуживания. Не менее важным пунктом является человеческий фактор, опыт посещения предприятий и заводов показывает, что в 50% случаев персонал, задействованный в обслуживании систем водоснабжения, не имеет должной квалификации в области эксплуатации насосного оборудования. Данные проблемы приводят к увеличению вероятности выхода из строя насосного агрегата, а как следствие необходимости принятия мер для повышения контроля за состоянием оборудования с целью увеличения сроков службы и снижения затрат.

Технологии мониторинга и оценки

Наиболее распространённым видом контроля за состоянием оборудования является видеонаблюдение или систематический обход ответственного персонала. Данные методы позволяют обнаружить неполадки в работе агрегата и принять меры по их устранению, но не стоит забывать о недостатках:

1) визуально можно обнаружить лишь внешние дефекты конструкции
2) для определения наличия посторонних шумов необходимо иметь большой опыт работы с похожим оборудованием
3) нельзя оценить степень износа внутренних деталей
4) невозможно спрогнозировать оставшееся время работы до планового обслуживания

Однако постоянно развивающиеся технологии могут предложить и другие способы мониторинга состояния промышленного оборудования. Одним из таких способов является использование датчиков вибрации, установленных на насосном агрегате (рисунок 2).

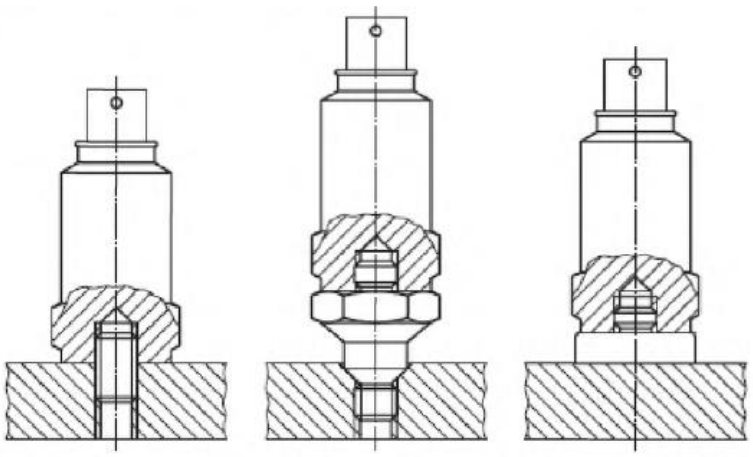


Рис. 2. Примеры установки датчика вибрации на корпусах и опорах подшипников

Данный метод позволяет не только выявить проблему на начальном этапе, что зачастую сложно сделать даже опытному сотруднику, но и распознать конкретный узел, который нуждается в обслуживании. Оценка состояния насоса по датчику вибрации осуществляется по следующим критериям:

Достижение уровня «Предупреждение». Свидетельствует о том, что насос нуждается в проведении восстановительных работ. Как правило, при достижении этого уровня допускается работа насоса в течение некоторого периода времени, пока проводят исследования причин изменения вибрации и определяют комплекс восстановительных мероприятий.

Достижение уровня «Останов». Свидетельствует о том, что дальнейшая работа насоса может привести к её повреждению. При превышении уровня «Останов» следует принять незамедлительные меры по снижению вибрации или остановить насос [1].

Современные системы мониторинга

На большинстве крупных предприятий для насосов малых размеров и мощности принято использовать передвижные системы контроля. Такие проблемы как дисбаланс ротора, ухудшение состояние подшипников, изменение в сопряжении кинематических пар и другие неисправности могут быть выявлены в ходе периодических измерений. Однако стоит понимать, что в таком случае своевременно обнаружить быстроразвивающееся повреждение практически невозможно. Именно поэтому при эксплуатации оборудования, чье исправное состояние имеет стратегическое значение, рекомендуется использовать постоянно установленные датчики вибрации, передающие показания в онлайн режиме для последующего компьютерного анализа трендов. При использовании датчиков вибрации можно определить не только насколько эффективно работает насос в данный момент, но и спрогнозировать срок его службы, возможные неполадки, а также рассчитать время до следующего ремонта.

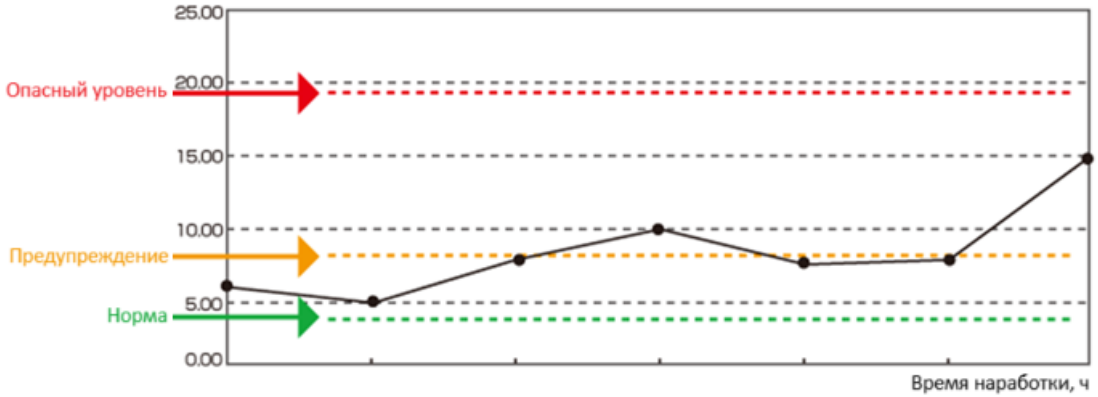


Рис. 3. Пример применения метода анализа трендов

Данные прогнозы стали возможны благодаря появлению систем мониторинга, использующих не только накопленный ранее опыт эксплуатации, но и машинное обучение.

Выводы

Таким образом, существующая система обслуживания агрегатов на базе планово-предупредительных ремонтов имеет множество недостатков, в числе которых: человеческий фактор, сложность обнаружения проблемы и выявления причины, труднодоступность оборудования. При работе насосов, имеющих важное значение в обеспечении работоспособности технологического процесса, рекомендуется использовать удаленную систему мониторинга с использованием датчиков на базе автоматизированной программы. Использование современных средств мониторинга и оценки позволяет своевременно обнаружить проблему, запланировать работы по обслуживанию оборудования, избежать простоя производства. Использование датчиков вибрации при эксплуатации насосного оборудования позволяет увеличить срок службы агрегатов, ведет к снижению затрат на простой оборудования и экономии средств на эксплуатацию.

Список литературы

1. ГОСТ Р 55265.7-2012. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 7. Насосы динамические промышленные.

2. Катков Д.С., Наумова О.В., Спиридонова Е.В. Повышение надежности трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов увеличением ресурса трибосопряжений насосного оборудования // Вестник Евразийской науки, 2020 №2.

Панков П.Д., Фатьянов С.О.,
студенты
Научные руководители: ***Морозов А.С.,***
к.т.н., доцент,
Клочков А.Я.
к.т.н., доцент,
Рязанский государственный агротехнологический университет
имени П.А. Костычева,
Россия, Рязань

СТАНДАРТИЗАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. Приводятся методика изучения глубоких уровней энергии в датчиках, сенсорах, микроэлементов и микросхем искусственного интеллекта (ИИ), которые влияют на параметры стандартизации характеристик ИИ. Эта методика даёт информацию обо всех основных параметрах, характеризующих данный процесс, который выявляет пути повышения стабильности и надежности микроэлементов и микросхем нейросетевого взаимодействия ИИ. Предлагается при стандартизации характеристик и доверия к системе ИИ определять контрольные точки, в которых будет осуществляться проверка дефектов её электронных систем для сельхозтехники.

Ключевые слова: стандартизация; характеристика искусственного интеллекта; глубокие уровни энергии; датчики; микроэлементы; интегральные схемы и сельхозтехника.

Pankov P.D., Fat'yanov S.O.,
Students,
Scientific Advisors: ***Morozov A.S.,***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Klochkov A.Ya.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev,
Russia, Ryazan

STANDARDIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE CHARACTERISTICS

Abstract. The article presents a methodology for studying deep energy levels in sensors, microelements, and AI microcircuits that affect the parameters of standardization of AI characteristics. This methodology provides information on all the main parameters characterizing this process, which identifies ways to improve the stability and reliability of microelements and microcircuits of neural network interaction of AI. It is proposed to determine control points when standardizing the characteristics and trust in the AI system, at which defects in its electronic systems for agricultural machinery will be checked.

Keywords: standardization; artificial intelligence characteristics; deep energy levels; sensors; microelements; integrated circuits and agricultural machinery.

Введение

Существенные характеристики систем искусственного интеллекта определяются стандартом ГОСТ Р ИСО/МЭК9126, в котором установлены требования к набору характеристик. Эти требования задаются в частности для датчиков сельскохозяйственной техники, на пример для датчиков Холла, которые широко применяются в различных сельскохозяйственных технических системах [1-4]. Помимо этого используются большая разновидность других электронных датчиков, но их объединяет в составе электронных устройств различные микросхемы и полупроводниковые приборы, которые состоят из полупроводниковых материалов. Особенность полупроводникового материала является высокая чувствительность к внешним воздействующим факторам внешней среды. Известно, что эксплуатация полупроводниковых и электронных устройств в сельхозтехнике происходит в различных и экстремальных условиях температуры, давления, влажности и других электромагнитных полей как искусственного, так и естественного воздействия. В этих условиях эксплуатации сельскохозяйственной электроники все полупроводниковые материалы и приборы на их основе испытывают изменения электрических параметров и как следствие изменения параметров тех же датчиков и обрабатывающей информации поступающей в электронные мозги управления сеьхозагрегатов. Это особенно актуально сейчас для беспилотных сельскохозяйственных систем применяющих нейросети искусственного интеллекта (ИИ). Таким образом, необходимо учитывать эти изменения в наборе характеристик и должны задаваться для конкретных условий эксплуатации, что не противоречит ГОСТ Р59276−2020 по применению искусственного интеллекта как при построении машин и оборудования, так и при её эксплуатации. Для оценки воздействия выше упомянутых факторов на систему ИИ необходимо использовать методы контроля и анализа как оказалось истинно степень воздействия на сами полупроводниковые материалы и элементов интегральных схем (ИС), из которых состоят сами нейросети ИИ. Исследования показали, что в результате воздействия внешних факторов на электронные устройства сельхозтехники в частности датчиков Холла определяющим фактором изменений характеристик являются дефекты в полупроводниковых переходах ИС, которые создают так называемые мелкие и глубокие энергетические центры (ГЭЦ). Эти ГЭЦ приводят к токам утечки в элементах ИС и как следствие к изменению обрабатываемой информации для принятия решений управлении агрегатами и устройств сельскохозяйственных технических систем, что особенно важно для развития когнитивных функций ИИ.

Основная часть

Вначале разберемся, как в результате внешних воздействий на аппаратуру появляются мелкие и глубокие уровни энергии ИС ИИ для сельхозмашиностроения. Достаточно достоверная информация об электронных свойствах кристаллических дефектов получена для Si и Ge интегральных схем

лишь для случая, когда дефекты обусловлены введением примесных атомов, принадлежащих соседним группам периодической системы элементов. Такие атомы часто дают локализованные донорные и акцепторные уровни, лежащие вблизи краев зон, с энергиями связи основного состояния, не превышающими 40мэВ. Такие центры дают, так называемые, мелкие примесные уровни энергии, так как они лежат достаточно близко к одному из краев зоны, и широко используются в полупроводниковой технологии для изменения типа и величины электропроводности.

Глубокие центры с энергиями связи гораздо больше, чем у мелких центров, часто генерируются собственными дефектами или при замене атома первичного кристалла другим атомом, не принадлежащим соседним группам периодической системы. Подробное изучение глубоких уровней энергии показывает, что как сам эксперимент, так и его интерпретация более сложны для полупроводниковых соединений по сравнению с элементарными полупроводниками, ввиду наличия в них остаточных примесей, не стехиометрии и образования комплексов. Таким образом, элементарные полупроводники являются гораздо более удобными объектами для изучения глубоких уровней энергии, поэтому иллюстрацией всего сказанного в этой работе служат результаты, полученные для кремния применяемые в датчиках [1-4].

В работах [1-5] предлагается достоверная теория и методика измерения параметров ГЭЦ в полупроводниковых микроэлементах и микросхем, как на стадии производства датчиков и самих ИС для сельхозтехники, так и в процессе эксплуатации электронных систем сельскохозяйственных машин и оборудования, и для адаптации нейросетевого взаимодействия принятия решений ИИ [6-13].

Здесь подолее подробно остановимся на особенностях исследованиях релаксационных процессов в переходах элементов ИС методом релаксации заряда в физических барьерных слоях микроэлементов и микросхем [14-18], как адекватному процессу изучения путей повышения стабильности и надежности микроэлементов и микросхем [12-19]. Остановимся более подробно на свойства глубоких уровней энергии, влияющие на параметры датчиков и микроэлементов ИС применяемые в сельскохозяйственной технике для нейросетевого взаимодействия принятия решений и корректировки когнитивных функций ИИ.

Оказывается, что глубокие уровни энергии присутствуют во всех известных полупроводниках. Одним из наиболее важных свойств этих уровней является их способность в значительной мере контролировать время жизни носителей даже при очень малых концентрациях. Этот факт достаточно хорошо описывается статистикой Шокли-Рида-Холла (1952) и является одной из причин более подробного изучения глубоких центров. Работа многих полупроводниковых устройств контролируется временем жизни избыточных свободных носителем заряда, поэтому более детальное изучение электронных свойств глубоких уровней энергии представляет интерес, как

с точки зрения фундаментальных исследовании, так и в плане применения полупроводниковых материалов в различных устройствах сельхозтехники.

Экспериментальные параметры, измеряемые методами спектроскопии глубоких уровней переходов датчика, сенсора и микроэлементов ИС ИИ

Как уже отмечалось выше, концентрация глубоких уровней N_{TT}, положение уровня энергии и постоянная захвата – вот те основные параметры, которые описывают электронные свойства глубоких энергетических состояний. Более того, постоянная захвата $C_{n,\mathrm{p}}$ связана со скоростью тепловой эмиссии $e_{n,p}^{t}$ фундаментальным соотношением

$$e_{n,p}^{t} = C_{n,p} N_{c,v} exp(- \triangle G_{n,p}/kT) \quad (1)$$

Здесь $N_c(N_v)$ – эффективная плотность состояний в зоне проводимости (валентной зоне), $a \triangle G_n(\triangle G_p)$ – изменение свободной энергии Гиббса, необходимой для электрона (дырки) с глубокого центра. Энергетическое положение центра относительно одной из энергетических зон можно получить из свободной энергии Гиббса с помощью соотношения

$$\triangle G_{n,p}^{0} = \triangle G_{n,p} rkTlng \quad (2)$$

при условии, что степень вырождения электронов является известной величиной. В данной работе используется традиционное обозначение положения уровня E_T, что в наших величинах означает $\triangle G_p^0 = E_g - \triangle G_n^0$, где E_g ширина запрещенной зоны. Следует отметить, что постоянная захвата является суммой постоянных захвата для процессов излучательной и безизлучательной рекомбинации

$$C_{n,p} = C_{n,p}^{0} + C_{n,p}^{r} \quad (3)$$

и что кроме скоростей тепловой эмиссии $e_{n,p}^{r}$ нужно при описании процессов оптического возбуждения учитывать еще и скорости оптической эмиссии $e_{n,p}^{0}$. Процессы оптической и тепловой эмиссии легко разделить путем проведения измерении в темноте и при облучении при низких температурах. Однако методики измерения поперечных сечении захвата, описанные в данной работе – это методики определения общих скоростей, захвата (т.о. определяется постоянная захвата для доминирующего процесса захвата). Процессы захвата, которые вносят относительно малый вклад в общую скорость захвата, должны быть исследованы другими методами. Обозначим концентрацию энергетических уровней, занятых электронами через n_T, а концентрацию пустых уровней обозначим как p_T тогда

$$N_{TT} = n_T + p_T \quad (4)$$

Электронные свойства, а следовательно и влияние глубоких уровней энергии на оптические и электрические свойства полупроводников, описы-

ваются положением уровня E_T, скоростями эмиссии $e_{n,p}$ и константами захвата $C_{n,\mathrm{p}}$. Так как для всех кинетических процессов концентрация играет очень большую роль, целью спектроскопии глубоких уровней является часто определение десяти электронных параметров $E_T, e^0_{n,p}, e^t_{n,p}, e^0_{n,p}, e^t_{n,p}$ и N_{TT} с максимально возможной точностью. Такие параметры этих эмиссионных процессов и процессов захвата, обусловленные переходами между двумя связанными состояниями, которые также могут быть исследованы с помощью переходов при соответствующих условиях. Кинетические уравнения для систем с учетом переходов между двумя связанными состояниями являются более сложными по сравнению с моделью с одним уровнем. Поэтому для сравнительного анализа различных методов измерения мы выбрали модель с одним уровнем.

Различные характеристики материала, о которых речь шла выше, могут быть получены как при исследовании целых образцов, так и при исследовании переходов датчиков и микроэлементов ИС ИИ. Так как изучение переходов дает возможность получить информацию сразу о нескольких характеристиках на одном образце (с различного рода предположениями), электронные свойства глубоких энергетических уровней обычно чаще изучаются с помощью области объемного заряда вблизи перехода. Как стационарные, так и переходные методики используются в этом случае. Несмотря на многие преимущества, все эти методы имеют один недостаток: все измерения, кроме постоянных захвата, осуществляются в сильном электрическом поле. В связи с этим нужно очень корректно интерпретировать результаты, чтобы отделить влияние поля [3-7,10-13,20]. В течение последних нескольких лет разработан ряд методик, основанных на исследовании переходов [8-9]. Самым различным образом они позволяют определить с высокой точностью электронные параметры глубоких энергетических уровней микроэлементов и микросхем ИИ.

Выводы

Нельзя в настоящее время выделить один универсальный метод при стандартизации искусственного интеллекта сельскохозяйственных машин. Только лишь сочетание нескольких различных методов даст возможность получить наиболее достоверные результаты особенно это важно в настоящее время для разработки требований к сенсорам и качеству (точности, полноте, достоверности) исходных данных, поступающих на вход системы ИИ, применяемой в реальных условиях работы сельскохозяйственных машин и механизмов. Выбор методики в каждом конкретном случае зависит от комплекса свойств образца и от исследуемого центра датчиков и элементов ИС ИИ. Полное описание всех существующих методик на основе переходов выходит за рамки настоящей работы. Здесь мы приводим выборочно такие методы, которые отличают сравнительно простое техническое осуществление и достаточно надежную информацию о параметрах как элементарных, так и

сложных полупроводников применяемых в электронных системах в целом всего машиностроения. Таким образом существенные характеристики систем искусственного интеллекта (ГОСТ Р ИСО/МЭК9126) и требования к представительному набору существенных характеристик действительно необходимо и задаются для конкретных условий эксплуатации системы ИИ особенно для сельхозтехники. В процессе эксплуатации электронных систем сельхозтехники появляются электрические дефекты датчиков и микроэлементов ИС создающие глубокие энергетические центры, которые приводят к искажению информации поступающей на обработку данных при нейросетевом взаимодействии устройств и механизмов, что может вызывать развитее ошибочных когнитивных функций ИИ.

Список литературы

1. A. Ya. Klochkov, T. A. Levina, V. V. Martishkin, Ya. M. Glukhikh, Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev 14, No. 4. – P. 145-153 (2022) DOI: 10.36508/RSATU.2022.88.67.019.
2. A. Ya. Klochkov, T. A. Levina, Ya. M. Glukhikh, Vector of Scientific Thought 4(9), 158-161 (2024) DOI: 10.58351/2949-2041.2024.9.4.008.
3. A. Ya. Klochkov, Ya. M. Glukhikh, Ch. Ch. Thuong, et al., Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev 16, No. 1, 29-39 (2024) DOI: 10.36508/RSATU.2024.66.72.005.
4. D. S. Ershov, A. V. Malahov, T. A. Levina, R. Z. Khayrullin, Journal of Physics: Conference Series 2697(1), 012078 (2024) DOI:10.1088/1742-6596/2697/1/012078
5. D. V. Borisova, T. A. Levina, Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law 4-1, 12-18 (2020) DOI: 10.17513/vaael.1049.
6. G. I. Grozovskiy, T. M. Levina, V. E. Noskova, D. S. Ershov, The adaptability of a quality management system to external and internal factors at manufacturing companies. Nucleation and Atmospheric Aerosols (2024) DOI: 10.1063/5.0196180
7. I. S. Kushnir, A. P. Adilina, T. A. Levina, Herald of Peoples' Friendship University of Russia. Series: Engineering Research 25, No. 3, 296-307 (2024) DOI: 10.22363/2312-8143-2024-25-3-296-307.
8. M. P. Mukhin, S. A. Odinkov, T. A. Levina, Proceedings of Tula State University. Technical Sciences 8, 134-137 (2024) DOI: 10.24412/2071-6168-2024-8-134-135.
9. R. Khayrullin, D. Ershov, A. Malahov, T. Levina, Models of the Processes of Operation, Renewal and Degradation of a Fleet of Complex Technical Systems with Metrological Support Axioms 12(3), 300 (2023) DOI: https://doi.org/10.3390/axioms12030300
10. T. A. Levina, A. P. Adylina, Y. M. Glukhikh, *Analysis, Synthesis and State Optimization Methods for Operation Dynamics of Contacts Facilitating AI Application in Machine Engineering*, in Proceedings of the 10th International Conference on Industrial Engineering. ICIE 2024. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham (2024) DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-65870-9_32
11. T. A. Levina, A. V. Shemyakin, Ya. M. Klochkov, et al., Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev 16, No. 3, 141-150 (2024) DOI: https://doi.org/10.36508/RSATU.2024.22.86.018
12. T. A. Levina, E. V. Safonov, T. M. Hung, Analysis of Methods and Measuring Instruments Used for Super Alloy Products Obtained by SLM-Method) Surface Layer Quality Evaluation. Lecture Notes in Mechanical Engineering, pp. 174–186 (2022) DOI: 10.1007/978-3-030-85230-6_21

13. T. A. Levina, G. I. Grozovsky, A. S. Makushkin, Proceedings of Tula State University. Technical Sciences 12, 58-61 (2023) DOI: https://doi.org/10.24412/2071-6168-2023-12-58-59

14. T. A. Levina, G. I. Grozovsky, G. D. Zadavin, A. S. Makushkin, Proceedings of Tula State University. Technical Sciences 8, 190-194 (2024) DOI: 10.24412/2071-6168-2024-8-190-191.

15. T. A. Levina, I. S. Kushnir, Ya. M. Glukhikh, A. Ya. Klochkov, Bulletin of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev 15, No. 3, 123-131 (2023) DOI: 10.36508/RSATU.2023.39.12.017.

16. V. V. Ovchinnikov, T. K. Akopyan, Y. M. Klochkov, et al., Influence of zirconium and scandium on crack susceptibility during welding of Al–Ca–Zn–Mg alloys and mechanical properties of their welded joints. Metallurgist (2024) DOI: https://doi.org/10.1007/s11015-024-01842-y

17. V. V. Ovchinnikov, T. K. Akopyan, Ya. M. Klochkov, E. O. Protsenko, Metallurg 9, 43-49 (2024) DOI: https://doi.org/10.52351/00260827_2024_9_43

18. V. V. Ovchinnikov, Ya. M. Glukhikh, E. O. Protsenko E.O. Russian Metallurgy (Metally) 3, 537-546 (2024) DOI: https://doi.org/10.1134/S0036029524700915

19. V. V. Ovchinnikov, Ya. M. Glukhikh, E. O. Protsenko, Elektrometallurgiya 1, 3-15 (2024) DOI: https://doi.org/10.31044/1684-5781-2024-0-1-3-15

20. V. V. Ovchinnikov, Ya. M. Klochkov, E. O. Protsenko, Metallurg. 12, 71-77 (2024) DOI: https://doi.org/10.52351/00260827_2024_12_71

Смирнова Е.А.,
студент
Научный руководитель: ***Одиноков С.А.***
д.т.н., профессор,
Московский авиационный институт,
Россия, Москва

ПОВЫШЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ МЕТОДОМ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ

Аннотация. В авиационной промышленности необходимо обеспечить высокую твердость титана. Для ее повышения титановые сплавы подвергают азотированию. Ионное азотирование – это один из видов азотирования, при проведении которого образуется поверхностный слой высокой твердости. Контроль измерения твердости осуществляется по Виккерсу. Измерить толщину поверхностного слоя и твердость можно при помощи метода косого шлифа, который в свою очередь необходимо стандартизовать.

Ключевые слова: титановые сплавы; метод косого шлифа; твердость; азотирование; стандартизация.

Smirnova E.A.,
Student
Scientific Advisor: ***Odinokov S.A.,***
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Moscow Aviation Institute,

Russia, Moscow

IMPROVEMENT AND QUALITY CONTROL OF TITANIUM ALLOYS BY SURFACE HARDENING

Abstract. In the aviation industry, it is necessary to ensure high hardness of titanium. To increase it, titanium alloys are subjected to nitriding. Ion nitriding is one of the types of nitriding, during which a surface layer of high hardness is formed. Hardness measurement control is carried out according to Vickers. The thickness of the surface layer and hardness can be measured using the oblique grinding method, which in turn must be standardized.

Keywords: titanium alloys; bevel grinding method; hardness; nitriding; standardization.

Титан – это уникальный металл, который занимает четвертое место в земной коре после алюминия, железа и магния. Титан и титановые сплавы отличаются высокой удельной прочностью (сочетание легкости и прочности), жаропрочностью (способность металла сохранять механические свойства при высокой температуре), стойкостью к коррозии (нетоксичность) и т.д. Данный материал ценится на сложных производствах и применяется в таких отраслях, как авиастроение, самолетостроение, двигателестроение, ракетостроение, медицина и др.

Механическая прочность титана примерно вдвое больше, чем чистого железа, и почти в шесть раз выше, чем алюминия. Данный металл может активно поглощать кислород, азот и водород, которые резко снижают пластические свойства металла. С углеродом титан образует тугоплавкие карбиды, обладающие высокой твердостью.

Для титана и титановых сплавов особенно важна твердость, которая составляет 130…150 НВ. Для повышения качества поверхностного слоя, а именно повышения твердости, износостойкости, жаростойкости, сопротивления коррозии титановые сплавы подвергают азотированию. Азотирование проводят в среде сухого, очищенного от кислорода азота. Азотируют при 850 – 950º С в течение 10 – 50 ч. При этом на поверхности образуется тонкий нитридный слой толщиной 0,06 – 0,2 мм.

Одним из видов азотирования является ионное азотирование, которое проводят в тлеющем разряде разреженной азотосодержащей атмосферы (хорошо очищенный азот) при подключении обрабатываемой детали к отрицательному электроду (катоду). Анодом является контейнер установки. Между деталью (катодом) и анодом возбуждается тлеющий разряд и положительные ионы газа, бомбардируя поверхность катода, нагревают ее до температуры химико-термической обработки.

При азотировании титановых сплавов на поверхности образуется поверхностный нитридный слой высокой твердости (1700-2000 HV), под ним обогащенный азотом альфированный слой. Нитридный слой имеет красивый золотистый цвет, но он хрупок, в связи с чем его толщина должна быть сведена к минимуму.

Контроль по измерению твердости поверхности осуществляется по Виккерсу. Измерение твердости основано на воздействии алмазной пирамиды, или интендора, на взятый для изучения образец материала. Берут среднее арифметическое значение длин обеих диагоналей.

Необходимо знать толщину упрочненного слоя. Т.к. толщина небольшая, то нельзя воспользоваться обычным шлифованием. Поэтому предлагаем использовать метод косого шлифа. Данный метод позволяет измерить толщину поверхностного слоя и твердость. Чаще всего косой шлиф изготавливают под углом $\alpha=3^0$ на специальном приспособлении.

Сначала готовый образец закрепляется таким образом, чтобы скошенная поверхность располагалась параллельно объективу. На рисунке 1 изображена схема закрепления косого шлифа.

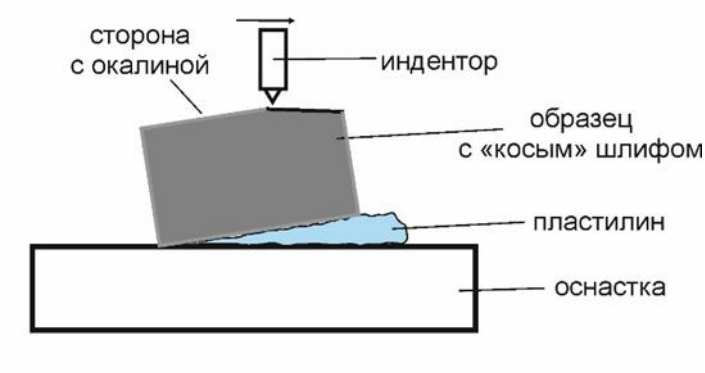


Рис. 1. Схема закрепления косого шлифа

Далее на микротвердомере проставляется ряд отпечатков вдоль гипотенузы l, начиная от модифицированной поверхности. На рисунке 2 приведена схема измерения микротвердости на косом шлифе.

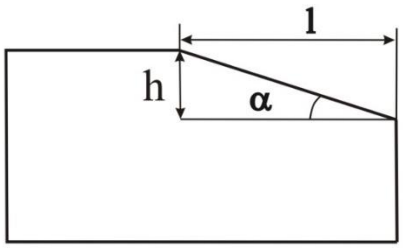


Рис. 2. Схема измерения микротвёрдости на косом шлифе

Расстояние между центрами отпечатков не должно быть меньше двух диагоналей отпечатка. Глубина, на которой проходит измерение твердости h рассчитывается по формуле (1):

$$h = l \times \sin \alpha, \quad (1)$$

где h – глубина измерения твердости; l –гипотенуза «косого» шлифа;
α – угол скоса на шлифе.

В конце строят график зависимости изменения микротвердости от поверхности вглубь образца. За глубину окисленного слоя или покрытия принимают глубину, на которой заканчивается резкое и скачкообразное изменение микротвердости. На рисунке 3 приведен график распределения микротвердости по глубине образца из сплава ВТ6 после азотирования при 600ºС в течение 1 часа.

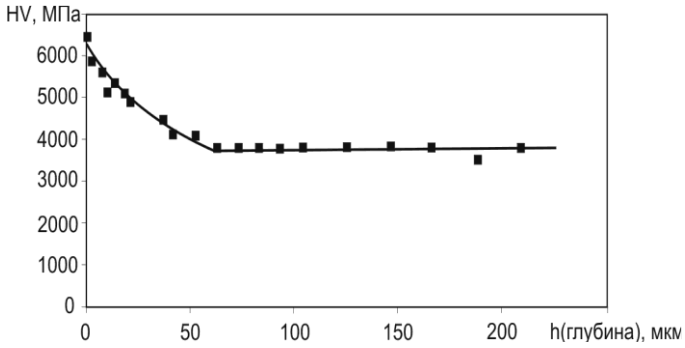


Рис. 3. Распределение микротвердости по глубине образца из сплава ВТ6 после азотирования при 600º С в течение 1 часа

На данный момент метод косого шлифа не стандартизован. Поэтому для этого метода необходимо провести стандартизацию, а также использовать повсеместно, чтобы в дальнейшем иметь возможность взаимодействовать с заказчиками.

Для этого необходимо определить:

- требования к оборудованию и помещению;
- требования к образцам;
- методику;
- статистические методы обработки данных.

Получение материала с высокими стабильными свойствами позволит обеспечить его высокую конкурентоспособность в авиационной промышленности.

Список литературы

1. ГОСТ 9450-76 – «Измерение микротвердости вдавливанием алмазных наконечников»

2. ГОСТ 2999-75 – «Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Виккерсу»

3. Ильин А.А. Титановые сплавы. Состав, структура, свойства: Справочник / А.А. Ильин, Б.А. Колачёв, И.С. Полькин. – М.: ВИЛС – МАТИ, 2009. – 520с.

4. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов: Учебник для вузов / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов.- 4-е изд., перераб. и доп. – М.: «МИСИС», 2005. – 432 с.

5. Колачев Б.А. ОСНОВЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ КОНЦЕНТРИРОВАННЫМИ ПОТОКАМИ ЭНЕРГИИ. М.: «МАТИ»-РГТУ. Издательство «ЛАТМЭС», 2001

6. Скворцова, С.В. Исследование влияния параметров термической обработки на структуру и свойства (α+β)-титанового сплава / С.В. Скворцова, О.Н. Гвоздева, Н.В. Ручина, А.Е. Иванов // Титан. 2018. №4(62). С. 20-25

7. Шалин А.В., Гвоздева О.Н., Степушин А.С., Сарычев С.М., Смирнов П.А. Влияние параметров ионно-плазменной и вакуумной обработок на толщину и свойства нитридного покрытия на титановом сплаве ВТ23 // Электрометаллургия. 2023. №8, 2023, с. 10-17

Хандорина А.С.
студент
Научный руководитель: ***Алексашина О.В.***
к.т.н., доцент,
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

МОНИТОРИНГ И ОБРАБОТКА ИЗМЕНЕНИЙ В ДОКУМЕНТАЦИИ В СООТВЕТСТВИИ С СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Аннотация. В статье рассматривается управление изменениями документации как неотъемлемая часть системы управления проекта. Процесс управления изменениями документами влияет на успешность реализации проектов, их качество и сроки. Введение эффективных методов управления изменениями позволяет избегать ошибок, связанных с несоответствием информации и, как следствие, затягиванием сроков выполнения задач. Актуальность темы обоснована необходимостью грамотного подхода к документальному сопровождению проектов в условиях современного мира, где изменения происходят постоянно. В статье проанализированы существующие методологии управления документами, предложены практические рекомендации по их внедрению. Результаты экспериментального исследования подтверждают, что внедрение систем версионности и контроля изменений значительно повышает производительность и качество работы команд. Исследование выделяет важность прозрачности и доступности документации для всех участников проекта.

Ключевые слова: управление изменениями, документация, проектный менеджмент, система менеджмента, эффективность, качество, версионность.

Khandorina A.S.,
Student
Scientific Adviser: ***Aleksashina O.V.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

DOCUMENTATION CHANGE MANAGEMENT AS PART OF THE PROJECT MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. The article considers documentation change management as an integral part of the project management system. The document change management process affects the success of projects, their quality and timing. The introduction of effective change management methods makes it possible to avoid mistakes related to information inconsistencies and, as a result, delays

in task completion. The relevance of the topic is justified by the need for a competent approach to documenting projects in the modern world, where changes are constantly occurring. The article analyzes the existing document management methodologies and offers practical recommendations for their implementation. The results of the experimental study confirm that the introduction of versioning and change control systems significantly improves the productivity and quality of work of teams. The study highlights the importance of transparency and accessibility of documentation for all project participants.

Keywords: change management, documentation, project management, management system, efficiency, quality, versioning.

Введение

Управление изменениями является неотъемлемой частью проектного управления и включает в себя процессы, связанные с модификацией документов, которые регламентируют ход работы над проектом. В современных условиях, когда скорость изменений в технологиях и требованиях рынка существенно возросла, эффективное управление изменениями документации становится ключевым элементом успешного выполнения проекта. Эта статья посвящена изучению роли управления изменениями документации в проектах, а также ее интеграции в общую систему менеджмента предприятий.

Актуальность темы управления изменениями документации подтверждается рядом исследований и публикаций. Научные работы выделяют высокую степень влияния документации на проектный процесс. Например, в исследовании Блэка и Гриффита (2020) [7] подчеркивается, что системный подход к управлению документами способствует повышению качества исполнения проектов. Аналогичные выводы сделаны в трудах Смит и Кларка (2019) [8], где описываются методы контроля за изменениями, позволяющие минимизировать риски. Важно отметить, что при отсутствии эффективного управления документами возрастает вероятность ошибок, что подтверждается многими исследованиями (Кэмпбелл, 2018; Ричардсон, 2021) [9, 10]. Таким образом, данная тема является актуальной и требует дальнейшего исследования и внедрения на практическом уровне.

Основной целью данной статьи является совершенствование системы управления проектами путем изучения методов и средств управления изменениями документации в проектном менеджменте, а также выявлением их влияния на успешность проектов. Научная новизна данной темы заключается в разработке новых методов и алгоритмов управления изменениями, а именно уникальной методики контроля версий, адаптированной под современные цифровые платформы (BIM, PLM, САПР). Для достижения этой цели необходимо рассмотреть ключевые практики, проанализировать существующие методологии и предложить рекомендации по внедрению предложенных решений в практическую деятельность.

Суть управления изменениями документации

Управление изменениями документации подразумевает под собой систематический и контролируемый процесс, направленный на идентификацию, оценку и реализацию изменений в проектной документации. Это может включать в себя такие документы, как технические задания, план проектов, отчеты о выполнении, графики работ и другие материалы, необходимые для успешного завершения проекта.

Изменения могут происходить по различным причинам: изменение требований со стороны заказчика, внедрение новых технологий, анализ рисков, выявление ошибок в предыдущих версиях документов и другие факторы. Поэтому важно иметь на руках четкие методы и процессы, которые помогут эффективно управлять этими изменениями [1].

Процесс управления изменениями

Процесс управления изменениями документации включает в себя несколько ключевых этапов. В первую очередь, необходимо выявить потребность в изменениях. Это может быть инициировано как внутренними факторами (например, команда проекта осознает необходимость корректировок), так и внешними (такими как пожелания заказчика или изменения в рыночной ситуации).

После выявления необходимости изменения, следует этап оценки. На этом этапе важно тщательно анализировать, как предусмотренные изменения повлияют на текущий проект, особенно с точки зрения бюджета, сроков и качества. Это оценивание должно проводиться с учетом мнения всех ключевых участников проекта, чтобы избежать потенциальных конфликтов и недопонимания.

Далее производится реализация изменения, которая включает пересмотр и корректировку документов, а также информирование всех участников процесса о внесенных изменениях. Важно обеспечить, чтобы все новые версии документов были доступны всем заинтересованным сторонам, чтобы сократить вероятность путаницы или нецелевого использования устаревшей информации.

Также обязательным является этап мониторинга и контроля. После внесения изменений необходимо отслеживать их влияние на проект, анализировать возможные побочные эффекты и, при необходимости, вносить дополнительные коррективы [2, 3].

Методологии управления документами

Методологии управления документами играют ключевую роль в обеспечении успешной реализации проектов и поддержания стабильной работы команд. Подходы Agile и Waterfall представляют собой две основные парадигмы, каждая из которых имеет свои характеристики и применяется в зависимости от конкретного контекста и потребностей проекта.

Подход Waterfall, или каскадная модель, является более традиционным методом управления проектами. Он предполагает линейный и поэтапный подход, где каждый этап должен быть завершен до начала следующего. В контексте управления документами это означает, что документы разрабатываются и утверждаются в строгом порядке, начиная с требований, затем переходя к проектированию, разработке и, наконец, тестированию. Каждая фаза включает в себя создание соответствующей документации, и все изменения фиксируются на каждом этапе. Преимущества данного подхода заключаются в четкой структуре и ясности, что позволяет легко отслеживать изменения. Однако недостатком может быть негибкость, так как изменения на поздних этапах могут быть сложными и затратными [5].

С другой стороны, методология Agile, основанная на принципах гибкой разработки, предоставляет более динамичный и итеративный подход к управлению проектами. В Agile акцент сделан на быстрой адаптации к изменениям и тесном сотрудничестве с заинтересованными сторонами. Документация в Agile не рассматривается как статичная сущность, а скорее как живой документ, который обновляется по мере движения проекта. Это позволяет командам более эффективно реагировать на изменения в требованиях и внешней среде, не откладывая их на более поздние стадии. В Agile предпочитается использование минимально жизнеспособной документации (MVP), что позволяет сосредоточиться на наиболее важных аспектах и оперативно вносить изменения.

Однако в рамках Agile подхода важно поддерживать четкий контроль над изменениями документации, поскольку частые итерации могут приводить к путанице, если не будет достаточной структуры для отслеживания. Для этого часто применяются инструменты, такие как системы управления проектами, которые помогают оценивать, какие изменения были внесены, и фиксировать их в реальном времени [6].

Таким образом, выбор между методологией Waterfall и Agile в управлении документами зависит от специфики проекта, его масштабов и гибкости, необходимой в процессе разработки. Waterfall подходит для проектов с четко определенными требованиями и ожидаемыми результатами, в то время как Agile лучше всего проявляет себя в условиях неопределенности и необходимости быстрой адаптации. Комбинирование элементов обеих методологий также может быть эффективным подходом, что позволяет использовать сильные стороны каждой из них в зависимости от обстоятельств.

Принцип системы версионности в управлении изменениями документации базируется на организации и отслеживании разных редакций документов, что позволяет специалистам контролировать их историю, вносить изменения и обеспечивать доступность актуальной информации. Основная цель этой системы – избежать путаницы и ошибок, связанных с использованием устаревших версий документов.

Система версионности включает несколько ключевых аспектов. Во-первых, каждый документ имеет уникальный идентификатор, связанный с

его версией, что упрощает поиск и различение актуальных и устаревших редакций. При внесении изменений в документ создаётся новая версия, при этом предыдущая версия сохраняется, что позволяет вернуться к ней при необходимости. Это особенно важно в проектах, где требуется документировать каждый этап работы и сохранять метаданные, такие как дата изменения, автор изменений и описание внесенных правок.

Во-вторых, система версионности обеспечивает чёткие процессы управления изменениями. Это включает в себя процедуры утверждения изменений, записи причин их внедрения и уведомление всех заинтересованных сторон о новых версиях документации. Такой подход не только повышает прозрачность, но и способствует более эффективной коммуникации внутри команды.

Наконец, благодаря применению таких систем, обеспечивается доступность документации для всех участников проекта. Все члены команды могут в любой момент видеть актуальную версию документа, что способствует синхронизации работы и снижению вероятности конфликтов из-за устаревшей информации. В результате, внедрение систем версионности значительно улучшает управление изменениями, повышая качество и эффективность работы команд.

Интеграция управления изменениями в систему менеджмента

Управление изменениями документации должно рассматриваться в контексте более широкой системы менеджмента, которая включает в себя управление качеством, управление рисками и другие составляющие проектного менеджмента. Эффективное взаимодействие между этими компонентами позволит минимизировать негативные последствия изменений, а также позволит добиться максимальной эффективности от внесенных изменений.

Современные системы менеджмента качества, такие как ISO 9001, подчеркивают важность документирования процессов и процедур, что напрямую связано с управлением изменениями. Поэтому компаниям следует разрабатывать и внедрять политики управления изменениями документации, которые будут интегрированы в существующие процессы. Это позволит создать единую информационную среду, в которой изменения могут быть внесены оперативно и с максимальной эффективностью.

Практическая значимость исследования заключается в предложении уникальной методики контроля версий, адаптированной под современные цифровые платформы. В ходе исследования было проведено экспериментальное изучение внедрения систем контроля версий в трех проектных командах различной величины. Результаты показали, что внедрение системы версионности позволило сократить время на поиск необходимых документов на 30%, а количество ошибок из-за несоответствия информации уменьшилось на 25%. Команды, использующие такие системы, отмечали лучшую работу с документацией, что повысило общую производительность.

Дополнительно по результатам опроса участников проекта выяснилось, что 85% респондентов отметили улучшение коммуникации в команде и высокий уровень удовлетворенности от работы с обновленной документацией [4].

Выводы

Управление изменениями документации является важным аспектом системы менеджмента проекта, который существенно влияет на успешность реализации проектов. Эффективное управление документацией позволяет минимизировать риски, связанные с ошибками и несоответствиями, увеличивать производительность команд и обеспечивать высокий уровень качества работы. Рекомендуется внедрение структурированных систем управления изменениями, реализация которых уже продемонстрировала положительные результаты. Система версионности, четкие процедуры организации документации и постоянное обучение участников проектов будут способствовать успешному завершению проектов в условиях изменчивого бизнес-окружения.

Список литературы

1. Блэкен, Д. У. Управление проектами: теория и практика / Д. У. Блэкен. – Москва : Издательство «Дело», 2019. – 350 с
2. ГОСТ Р 2.503-2023. Единая система конструкторской документации. Правила внесения изменений / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – М.: Стандартинформ, 2023. – 36 с.
3. Керзнер, Х. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling / Х. Керзнер. – New York : Wiley, 2020. – 1200 p.
4. Ковалев, В. С. Проектный менеджмент: от идеи до реализации / В. С. Ковалев. – Москва : Альпина Паблишер, 2017. – 320 с.
5. Харрис, Р. Managing Change in Organizations: A Practice Guide / Р. Харрис, М. Дигби. – London : Routledge, 2021. – 348 p.
6. Шевалье, Ф. Управление изменениями в организации: подходы и инструменты / Ф. Шевалье. – Санкт-Петербург : Питер, 2018. – 240 с.
7. Black, J., & Griffith, A. (2020). Managing Project Documentation: A Systematic Approach. Journal of Project Management, 34(2), 123-145.
8. Campbell, S. (2018). The Role of Documentation in Project Success. Project Management Review, 29(3), 54-61.
9. Richardson, L. (2021). Challenges in Managing Project Documentation. Project Management Journal, 52(1), 78-89.
10. Smith, R., & Clark, E. (2019). Best Practices in Document Control. International Journal of Project Management, 37(4), 678-692.

Явметдинов Т.Р., Глаголев В.С.,
студенты
Научный руководитель: ***Зайцев С.В.,***
к.т.н., доцент,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ),
Россия, Москва

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОД АРКТИКИ И ДРУГИХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы экологического обеспечения сбора нефтепродуктов с использованием специализированных амфибийных машин. Автор анализирует влияние климатических условий и особенностей территории на эффективность эксплуатации данных машин в экстремальной среде. Подробно рассматриваются преимущества амфибийных машин для оперативного реагирования на нефтяные разливы, включая возможность работы в труднодоступных местах, а также минимизацию воздействия на экосистему. Кроме того, приводятся рекомендации по улучшению технологических процессов и повышения устойчивости оборудования к суровым условиям Арктики и других регионов.

Ключевые слова: экологическое обеспечение; нефтепродукты; амфибийные машины; Арктика; нефтяные разливы.

Yavmetdinov T.R., Glagolev V.S.,
Students
Scientific Advisor: ***Zaitsev S.V.,***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI),
Russia, Moscow

ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF ARCTIC WATERS AND OTHER REGIONS OF RUSSIA

Abstract. The article examines the issues of ecological support for the collection of petroleum products in the Arctic region using specialized amphibious vehicles. The author analyzes the impact of climatic conditions and the characteristics of the terrain on the efficiency of operating these vehicles in extreme environments. The advantages of amphibious vehicles for rapid response to oil spills are discussed in detail, including the ability to operate in hard-to-reach areas and minimize impact on the ecosystem. Additionally, recommendations for improving technological processes and enhancing the resilience of equipment to the harsh conditions of the Arctic are provided.

Keywords: ecological support; petroleum products; amphibious vehicles; Arctic; oil spills.

Арктический регион, благодаря своим уникальным природным ресурсам, становится все более актуальным для разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Однако добыча и транспортировка нефтепродуктов в условиях сурового климата и общей неразвитостью инфраструктуры создают значительные риски для окружающей среды. Потенциальные разливы

нефти и других хим. продуктов могут нанести серьезный ущерб экосистеме региона, что требует разработки эффективных и экологически безопасных методов ликвидации последствий таких инцидентов.

С правовой точки зрения Российский сектор Арктики определен Указом Президента Российской Федерации от 2 мая 2014 года № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» (в редакции от 27 июня 2017 года № 287). В соответствии с Указом в состав сухопутных территорий Арктической зоны Российской Федерации полностью или частично вошли территории девяти субъектов РФ (Мурманская область, Ненецкий автономный округ, Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Республика Карелия, Республика Коми, Республика Саха (Якутия), Красноярский край, Архангельская область), а также земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в Постановлении Президиума ЦИК СССР от 15 апреля 1926 года «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане» и других актах СССР (рис. 1).



Рис. 1. Карта регионов АЗ РФ

Арктика для России играет исключительно важную роль, с точки зрения природных ресурсов, транспортного сообщения, уникальной экосистемы и больших запасов полезных ископаемых. Согласно «Основам государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», регион рассматривается как стратегическая ресурсная база, а его развитие относится к числу основных национальных приоритетов страны. Сохранение уникальных арктических экосистем и ликвидация накопленных загрязнений в районах Арктики является ключевой задачей государственной политики и выполнения международных обязательств РФ в рамках развития АЗ РФ.

Под экологической безопасностью в контексте сохранения и преумножения природных богатств понимается состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека и общества от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий.

Основной главной целью экологической безопасности в Арктике является сохранение и обеспечение защиты на этих территориях природной среды и ликвидация экологических последствий хозяйственной деятельности в условиях возрастающей экономической активности и глобальных изменений климата. Отсюда вытекают меры по реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности в Арктической зоне РФ. Это − установление особых режимов природопользования и охраны окружающей среды, включая мониторинг ее загрязнения, рекультивация природных ландшафтов, утилизация токсичных промышленных отходов, обеспечение химической безопасности, в первую очередь в местах компактного проживания населения.

Российская часть Арктики наиболее освоена и, как следствие, наиболее загрязнена. В 1930-1960 годах масштабы хозяйственного освоения российской части Арктики существенно увеличились. И в местах, где расположены объекты промышленности, обороны, энергетики и транспорта началось механическое разрушение почв, деградация экосистем. В период 1970-1980 гг. активизировалось судоходство на Северном морском пути (СМП) − основном транспортном коридоре по обеспечению грузопотоков в арктические регионы России, что стало одним из источников загрязнения окружающей среды.

Существует угроза разлива нефтепродуктов и иных хим. продуктов на мелководных участках бухт и проливов, где не всегда можно использовать суда с большой осадкой. Один из вариантов решения данной проблемы является разработка амфибийных машин, в отличие от судов они могут работать с суши и в прибрежной зоне. Так как имеют низкую осадку относительно любых специализированных судов, что позволяет применить их более широко для ликвидации последствий различных инцидентов.

Предлагаемый к рассмотрению в этой статье проект это амфибийная машина (АМ) для сбора нефтепродуктов с суши и на воде (в условиях прибрежной зоны), обладающей хорошей проходимостью, оборудованной водоходным движителем, обеспечивающим высокую плавность хода и маневренность на воде.

Исходя из анализа требований и общего опыта эксплуатации машин похожих классов можно вывести необходимость разработки амфибийной машины с установленным баком для сбора нефтепродуктов, скиммерами и катушкой с боновыми заграждениями.

Предлагается использовать водоходные движители (2 гребных винта в насадках), за счет которых будет увеличена маневренность на воде и повышена общая ходкость АМ, что позволит упростить процесс сборки нефтепродуктов на воде из-за отсутствия повышенного смешивания нефтепродуктов и их разбрызгивания по воде.

При доработке шасси предусмотрена установка мобильного оборудования для сбора нефтепродуктов с возможностью съёма, в перечень оборудования входят: скиммеры, манипулятор, бак, катушка с боновыми заграждениями, лебедка и т.д.

Предполагается, что АМ будет эксплуатироваться в условиях бездорожья, а также в районах с низкой температурой (до -50°С).

Максимальная скорость движения по суше не менее 30 км/ч. Также помимо эксплуатации на суше автомобиль, будет эксплуатироваться в речной и морской воде максимальная скорость при движении в водной среде не менее 7 км/ч.

Рассматривая отечественные серийные машины, был выбран перечень транспортных средств, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к машинам для работы в таком качестве:

-ДТ-30П

-ПТС-2П

-ГАЗ-59037А

-ПММ-2

И др.

Рассмотрев имеющиеся платформы транспортных средств и проведя сравнение, можно сделать вывод, что лучше всего требованиям для нефтесборщика отвечает машина на базе ПТС-2.

Выбор ПТС-2 обоснован его высокой грузоподъёмностью, наибольшей дальностью хода по воде среди перечисленных транспортных средств, наибольшей скоростью движения по суше. высокой мощностью двигателя, относительно массы самого транспортного средства.

Основные характеристики:

Грузоподъемность 12000 кг.

Полная масса транспортного средства 24000 кг.

Максимальная скорость по суше с грузом (12 тонн) 34 км/ч.

Максимальная скорость по суше без груза 60 км/ч.

Максимальная скорость по воде с грузом (12 тонн) 11,7км/ч.

Максимальная скорость по воде без груза 12,9 км/ч.

Двигатель 4-х тактный, расположение цилиндров V-образное, количество цилиндров 12, мощностью 520/ (710) л.с. (с возможностью увеличения мощности.)

ПТС-2 очень легок в транспортировке и может транспортироваться самолётами военно-транспортной авиации. Также его используют для перевозки грузов по пересечённой и болотистой местности, так как у машины малое удельное давление на грунт, что означает хорошую проходимость.

Общий вид предлагаемой машины представлен на рисунках 2 и 3.

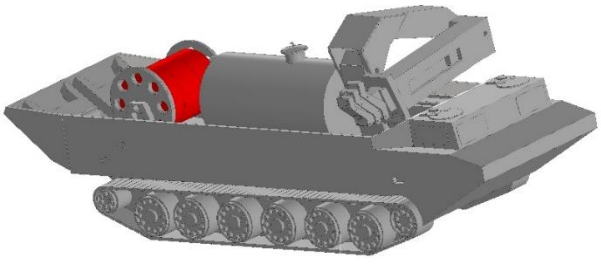


Рис. 2. Общий вид модернизированного шасси ПТС-2

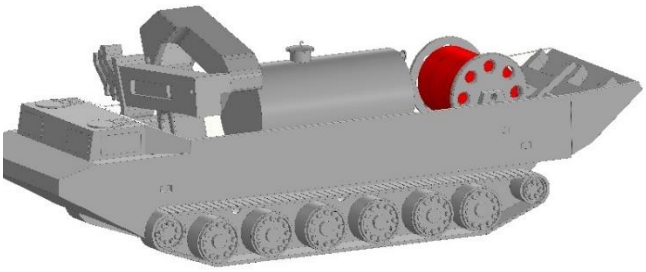


Рис. 3. Общий вид модернизированного шасси ПТС-2

В заключение хочется отметить, что эффективное экологическое обеспечение сбора нефтепродуктов и других хим. веществ в арктическом регионе очень важно для будущего этого региона. И с использованием специализированной амфибийной машины данные действия по защите уникальной природы этого уголка планеты приобретают еще большую эффективность. Разработка и внедрение таких машин позволит значительно повысить скорость и эффективность реагирования на разлив нефтепродуктов, минимизируя негативное воздействие на экосистему. Кроме того, использование амфибийной техники обеспечит доступность слабонасыщенных дорогами районов, что значительно упростит процесс мониторинга и очистки загрязненных участков.

В условиях глобального изменения климата и увеличения нефтегазовых операций необходимость в современных технологиях и инновационных решениях становится особенно актуальной. Системный подход к экологическому обеспечению и интеграция амфибийной техники в процессы помогут сохранить природу и обеспечить устойчивое развитие региона для будущих поколений.

Список литературы

1. Любчиков И.А. Техническое предложение ВКР «*Нефтяник» ПТС-2П*
2. Паршукова Л. А. Основные направления рационального природопользования на предприятиях ТЭК / Л. А. Паршукова // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 1(115). – С. 120-124. – EDN VOJGLX.
3. Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 г. № 296
4. Франтов Е. Д. С. В. Зайцев Рейдовая разгрузка судов в условиях Крайнего Севера / Е. Д. Франтов, // Транспортные системы и дорожная инфраструктура Крайнего Севера : Сборник материалов IV Всероссийского форума, Якутск, 28–29 марта 2024 года. – Якутск: Издательский дом СВФУ, 2024. – С. 256-261. – EDN ACZXIN.

Секция 17
УПРАВЛЕНИЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ В ЭКОНОМИКЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Птушкин П.А.
студент,
peter@ptushkin.su
Научный руководитель: ***Никулин Я.В.***
старший преподаватель
Московский политехнический университет
Россия, Москва
faflik@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ В РАМКАХ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА

Аннотация. В настоящее время экономика России сталкивается с серьезными вызовами, исходящими от других стран. Введение санкций, начало специальной военной операции, отток большого количества квалифицированных кадров − все эти события стали испытанием для нашего народа, и народ его достойно выдержал. Одним из инструментов борьбы с подобного рода вызовами является формирование кадрового фундамента среди молодежи по средствам создания в школах и вузах проектной деятельности. В данной будет рассмотрено развитие, влияние и результаты проектной деятельности в вузах и школах. Будет показано, что может получить студент или школьник, начиная свой проект в юном возрасте. Кроме того, будет продемонстрировано видение перспектив развития проектной деятельности на ближайшие пять лет.

Ключевые слова: проектная деятельность, технологический суверенитет, проекты, школьники и студенты.

Ptushkin P.A.
Student,
peter@ptushkin.su
Scientific Advisor: ***Nikulin Ya.V .***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
faflik@mail.ru

THE IMPACT OF PROJECT ACTIVITIES ON THE SOCIO-ECONOMIC SYSTEM WITHIN THE FRAMEWORK OF THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY

Abstract. Currently, the Russian economy is facing serious challenges from other countries. The imposition of sanctions, the start of a special military operation, the outflow of a large number of qualified personnel − all these events became a test for our people, and the people withstood it with dignity. One of the tools to combat such challenges is the formation of a human resource base among young people through the creation of project activities in schools and universities. This article will examine the development, impact and results of project activities in universities and schools. It will show what a Student or school Student can gain by starting their project at a young age. In addition, a vision of the prospects for the development of project activities for the next five years will be demonstrated.

Keywords: project activity, technological sovereignty, projects, schoolchildren and Students.

Введение

В настоящее время экономика России сталкивается с серьезными вызовами, исходящими от других стран. Введение санкций, начало специальной военной операции, отток большого количества квалифицированных кадров − все эти события стали испытанием для нашего народа, и народ его достойно выдержал.

Для решения ряда проблем Российское государство ввело понятие «технологический суверенитет». Впервые термин был упомянут в 2023 году и введено постановление об его достижении в России. После этого по всей России началось активное открытие технологических предприятий и создание новых организаций, которые стали основой для обеспечения суверенитета. Особое место в процессе устойчивого развития занимает политика, направленная на поддержку молодежных инициатив. Это кадровый и проектный фундамент для будущего нашей страны. В школах был введен обязательный индивидуальный проект, а в вузах проектная деятельность стала обязательным предметом, который входит в учебный план.

Проектная работа в школах и вузах приносит значительную пользу как для самих учащихся, так и для государства в целом. Она способствует развитию аналитического и критического мышления, укрепляет командную работу и лидерские качества, дает практический опыт решения реальных задач, развивает предпринимательские навыки и повышает уровень ответственности и самодисциплины. Проектная деятельность является симулятором реальной работы и трамплином для стартапов, в котором не страшно ошибаться и получать постоянную обратную связь от опытных наставников.

Цель. Показать, как проектная деятельность среди школьников и студентов влияет на экономику России, а также продемонстрировать авторское видение перспективы развития проектной деятельности.

Задачи:

1. Анализ текущей ситуации технологической отросли в России.
2. Анализ результатов проектной деятельности на примере Московского политехнического университета.

3. Показать перспективы развития проектной деятельности на основе авторского видения.

Анализ текущей ситуации в России

В период с 2022 по 2024 годы экономика России претерпела значительные изменения под воздействием внешних и внутренних факторов. После спада в 2022 году, связанного с геополитической нестабильностью и введением международных санкций, в 2023 и 2024 годах наблюдался ежегодный рост ВВП на 3,6%. [4]

Однако этот рост был обусловлен преимущественно увеличением государственных расходов на оборону, которые достигли 8% от ВВП и составили 40% федерального бюджета. Такая структура расходов создала иллюзию стабильности, но в действительности привела к перегреву экономики и увеличению инфляции, которая в 2024 году достигла 9,5%.

В 2024 году бюджетный дефицит России составил около 1,7% ВВП (примерно $34 млрд), что было связано с высокими государственными расходами, особенно в военной сфере.

В ответ на эти вызовы правительство России инициировало проекты, направленные на поддержку молодежных инициатив и развитие проектной деятельности среди школьников и студентов. В 2022–2024 годах был реализован план мероприятий по массовому вовлечению школьников в научно-техническое творчество, что способствовало развитию аналитического и критического мышления у молодежи. Кроме того, проект «Флагманы образования» объединил более 230 000 участников из всех регионов России, создавая условия для формирования кадрового резерва в системе образования. [2]

Также Российское государство остро поставило вопрос о том, чтобы обеспечить технологический суверенитет в стране. На что народ России откликнулся. В 2024 году количество зарегистрированных технологических компаний становится 216993, в то время как в 2022 их было 190062 [1]. За два года, было создано более 25 000 технологических компаний, которые начали обеспечивать России технологический суверенитет (табл.).

Таблица

Рост технологических компаний в период 2022-2024

Количество на начало периода, ед	Количество на конец периода, ед	Изменение, ед	Изменение, %
190 062	216 993	26 931	14,17%

Для того, чтобы обеспечить фундаментальный рост и укрепление технологического суверенитета, было решено внедрить среди школьников и студентов проектную деятельность.

Проектная деятельность

В 2023 году в российских школах и вузах на обязательной основе были введены образовательные дисциплины − «Индивидуальный проект» в школах и «Проектная деятельность» в высших учебных заведениях. Эти предметы стали ключевым элементом системы подготовки будущих специалистов и формирования кадрового резерва среди молодежи. [3]

Индивидуальный проект в школе представляет собой практико-ориентированный курс, направленный на развитие у учащихся навыков самостоятельной исследовательской и проектной работы. Каждый школьник получает возможность выбрать актуальную проблему, требующую решения, и разработать собственный проект, который может быть связан с различными сферами: наука, технологии, экология, социальные инициативы, бизнес и предпринимательство, искусство и культура.

На протяжении всего проекта ученик работает под руководством опытного наставника. Важно, что наставником становится человек, имеющий реальный практический опыт в соответствующей сфере деятельности, что позволяет школьникам получить не только теоретические знания, но и познакомиться с практическими аспектами работы. Наставник направляет учащегося, помогает корректировать проект, предлагает новые подходы к решению поставленных задач, обучает навыкам анализа, планирования и презентации результатов.

Финальным этапом работы над индивидуальным проектом становится его защита перед экспертной комиссией, в которую могут входить преподаватели, представители профильных организаций и специалисты из соответствующих отраслей. В ходе защиты ученик демонстрирует не только свои знания и умения, но и навыки публичного выступления, аргументации своей точки зрения и ответов на вопросы комиссии. Для многих школьников это становится первым шагом к профессиональному развитию, а участие в конференциях и конкурсах помогает заявить о себе на более высоком уровне.

Если индивидуальный проект в школе является первым шагом к самостоятельной исследовательской и практической деятельности, то в вузе проектная деятельность становится полноценной системой подготовки студентов к будущей профессиональной жизни. В течение всего обучения в университете студенты регулярно участвуют в проектных инициативах, что позволяет им постепенно нарабатывать и совершенствовать ключевые навыки, необходимые для успешной работы в различных сферах.

Одним из главных отличий проектной деятельности вуза от школьного индивидуального проекта является формат работы. В университетах в рамках проектной деятельности студенты работают по командам и отделам, что является симуляцией реальной работы. Работа в команде дает студентам ценный опыт взаимодействия с коллегами, распределения ролей и обязанностей, управления временем и ресурсами. Это становится моделированием процессов реальной компании, где каждый участник несет ответственность

за выполнение своей части задачи, но при этом все работают на общий результат.

Кроме того, университетская проектная деятельность играет ключевую роль в формировании практико-ориентированного кадрового резерва. Студенты не просто выполняют абстрактные задания − они работают над реальными проектами, которые могут быть интегрированы в экономику страны, промышленность, IT-сферу, социальные инициативы или научные исследования. В рамках таких проектов могут разрабатываться новые технологические решения, улучшаться производственные процессы, тестироваться инновационные идеи, а также создаваться стартапы, которые в дальнейшем могут перерасти в полноценные компании.

К моменту окончания обучения выпускники вузов уже обладают необходимым базовым опытом, который делает их более конкурентоспособными на рынке труда. Они не только знают теорию, но и умеют применять полученные знания на практике, работать в команде, решать сложные задачи, анализировать проблемы и находить эффективные решения. Это значительно снижает затраты работодателей на адаптацию молодых специалистов и делает их ценными сотрудниками с первых дней работы.

Пример организации проектной деятельности в вузе

Одним из ведущих вузов, активно внедряющих проектную деятельность в образовательный процесс, является Московский политехнический университет. В период 2023–2024 годов в рамках проектной деятельности было реализовано 305 проектных инициатив (из которых 236 являются инициативами студентов), охватывающих широкий спектр направлений − от инженерии и IT-разработок до социальных и предпринимательских проектов. В работе над этими проектами приняли участие более 10 000 студентов, что подчеркивает масштабность и эффективность данной образовательной методики.

Проектная работа в университете структурирована и включает несколько ключевых этапов:

1. **Подача инициативы в Центр проектной деятельности**

- Инициаторами проектов могут выступать как преподаватели и научные сотрудники, так и сами студенты или внешние партнеры (компании, госструктуры, НКО).
- Каждая инициатива должна содержать четкое описание проблемы, цели, ожидаемых результатов и необходимого набора компетенций для ее реализации.

2. **Отбор заявок**

- Экспертная комиссия рассматривает представленные инициативы, оценивая их актуальность, реализуемость и потенциальную пользу.
- Отобранные проекты получают поддержку университета, в том числе доступ к ресурсам и экспертному сопровождению.

3. **Формирование проектных команд**

- В зависимости от направления подготовки студентов, их компетенций и интересов, осуществляется распределение участников по проектам.
- В команду могут войти студенты разных курсов и факультетов, что способствует междисциплинарному взаимодействию.

4. **Набор команды (от 20 до 40 человек)**

- В составе команды распределяются роли (менеджер проекта, аналитики, разработчики, дизайнеры, маркетологи и т. д.).
- Важное место занимает работа с наставником − специалистом, который курирует проект, делясь опытом и практическими знаниями.

5. **Работа над проектом в течение семестра**

- В ходе реализации студенты применяют полученные знания на практике, решают реальные задачи и взаимодействуют с представителями отрасли.
- Команда разрабатывает прототипы, проводит исследования, тестирует гипотезы и подготавливает финальную версию проекта.

6. **Аттестация и итоговая защита**

- В течение семестра проект проходит две промежуточные аттестации, позволяющие оценить прогресс и внести корректировки.
- Финальная защита проходит на итоговой конференции, где студенты представляют свои результаты экспертной комиссии, преподавателям, потенциальным работодателям и партнерам.

7. **Рефлексия**

- Завершающий этап, в ходе которого участники анализируют проделанную работу, оценивают эффективность принятых решений и обсуждают перспективы дальнейшего развития проекта.
- Формируется обратная связь от наставников, что помогает студентам совершенствовать свои навыки и извлекать полезные уроки из опыта работы.

Одним из ключевых факторов эффективности проектной деятельности в Московском Политехе является активное взаимодействие с индустриальными партнерами. Студенческие команды, работающие над проектами совместно с предприятиями и компаниями, получают возможность не только применить свои знания на практике, но и продемонстрировать свои навыки потенциальным работодателям. В результате успешной работы студенты могут рассчитывать на дальнейшее трудоустройство после выпуска.

На сегодняшний день у Московского политехнического университета насчитывается более 750 индустриальных партнеров, среди которых ведущие российские компании, научно-исследовательские центры и технологические корпорации.

Результаты проектной деятельности:

На примере лишь одного университета можно увидеть значительные достижения:

- Более 10 000 студентов получили реальный практический опыт, который помогает им лучше осознать свой профессиональный выбор.
- Часть выпускников успешно трудоустроились в компании индустриальных партнеров, благодаря взаимодействию в рамках проектной деятельности.
- Было создано более 200 технологических студенческих инициатив, и Московский Политех помог им выйти на российский рынок, предоставляя поддержку и необходимые ресурсы.

Таким образом, проектная деятельность в вузах не только формирует у студентов важные профессиональные компетенции, но и способствует развитию отечественных технологий, подготовке квалифицированных кадров и укреплению связей между образованием и бизнесом.

Пример инициативы, которая реализуется в рамках проектной деятельности

Одним из примеров студенческой инициативы, получившей признание на рынке, является платформа PROCOLLAB − сервис для школьников и студентов, помогающий в построении карьеры. Этот проект был запущен в рамках проектной деятельности Московского Политеха и успешно развивается уже третий год.

За время существования платформы достигнуты следующие результаты:

- Более 8 000 школьников и студентов зарегистрировались на платформе и воспользовались ее возможностями.
- Проведено 5 всероссийских образовательных программ, направленных на развитие карьерных навыков и профессионального самоопределения.
- Создано более 1 200 проектов, в которых участники применяли полученные знания на практике.
- Найден индустриальный партнер, который не только поддержал инициативу, но и начал финансировать дальнейшую разработку платформы, что позволило улучшить функционал и расширить возможности проекта.

Команда PROCOLLAB за три года выросла и постоянно пополнялась новыми участниками. В общей сложности в проекте поучаствовало более 90 человек, и значительная часть из них после участия в проектной деятельности успешно трудоустроилась и продолжила профессиональное развитие (рис.).

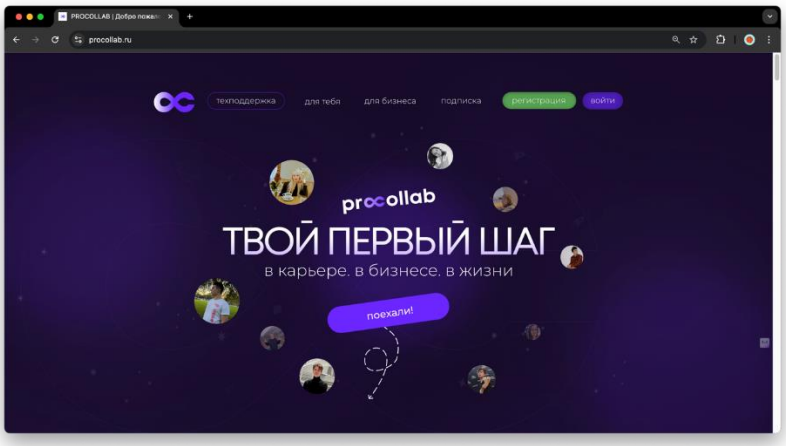


Рис. Платформа PROCOLLAB

Этот пример наглядно демонстрирует, как проектная деятельность в вузе может не только стать ценной образовательной практикой, но и превратиться в успешный стартап, востребованный на российском рынке.

Результаты проектной деятельности в России

Внедрение проектной деятельности в образовательную систему России дало значительный импульс развитию кадрового потенциала и технологического суверенитета страны. За последние годы этот подход позволил интегрировать практико-ориентированное обучение в школы и вузы, тем самым повысив качество подготовки специалистов и усилив взаимодействие между образовательными учреждениями, бизнесом и государственными структурами.

Одним из ключевых результатов стало активное включение молодежи в решение реальных отраслевых задач. В вузах и колледжах по всей стране внедрены программы проектного обучения, в рамках которых студенты работают над инициативами, охватывающими широкий спектр направлений – от информационных технологий и инженерных разработок до экологии и социального предпринимательства.

Проектная деятельность также способствует развитию стартап-культуры среди молодежи. По данным ряда вузов, за последние три года на основе студенческих проектов создано более 90 000 технологических инициатив с участием более 120 000 представителей молодежи, часть из которых успешно интегрированы в экономику и поддержаны инвесторами.

Рост молодежных проектов обеспечивает как кадровый потенциал, так и технологический суверенитет на долгие годы.

Авторское видение развития проектной деятельности

Проектная деятельность уже сегодня является ключевым инструментом подготовки кадров среди школьников и студентов, способствуя формированию практических навыков и профессиональной ориентации. Помимо

этого, развитию талантов способствуют акселерационные программы и кейс-чемпионаты, в рамках которых молодые специалисты решают реальные задачи бизнеса и государства.

Для дальнейшего эффективного развития проектной деятельности необходимо глубже интегрировать ее в учебный процесс, а также усовершенствовать механизм набора студентов в команды. В качестве примера будет рассмотрено IT-направление проектной деятельности на базе Московского Политеха.

Необходимые реформы в процессе набора студентов в проектные команды

1. Создание карточек навыков студентов – автоматизированная система должна формировать профиль студента на основе его успеваемости и освоенных компетенций по дисциплинам. Это позволит оценивать реальный уровень подготовки и помогать студентам выбирать подходящие проекты. В данной системе также должны быть предусмотрены тесты для подтверждения навыков.
2. Создание карточек проектных ролей – для каждого проекта необходимо заранее определить перечень ключевых ролей и навыков, необходимых для их выполнения. Это позволит более точно подбирать участников, исходя из их компетенций.
3. Формирование структуры проекта – каждый проект должен включать четко регламентированные отделы, с назначенными руководителями, что обеспечит понятную иерархию и эффективное распределение обязанностей.
4. Регламентация уровня студентов в каждом проекте – в одном проекте не могут быть все студенты, у которых 100% успеваемость. Необходимо набирать студентов с различными достижениями в учебном процессе, чтобы более сильные студенты мотивировали и помогали тем, кто не успевает за программой. Таким образом выстроится своя система мотивации и вертикального роста в рамках проекта.
5. Разработка индивидуальной дорожной карты развития – для студентов, участвующих в проектной деятельности, должна быть создана персональная траектория развития на несколько лет, позволяющая систематически повышать квалификацию и осваивать новые компетенции.
6. Регламентация отчетности – необходимо ввести четкие критерии и сроки сдачи работ, что позволит отслеживать личный вклад каждого студента в проект и повышать уровень ответственности участников.

Внедрение этих реформ оптимизирует процесс комплектования команд, обеспечивая соответствие между навыками студентов и потребностями проектов. В результате проекты смогут привлекать мотивированных и квалифицированных участников, а студенты – находить наиболее подхо-

дящие для них инициативы. В настоящее время набор команд часто проводится «вслепую», что приводит к включению в проекты студентов без должной мотивации, что негативно сказывается на эффективности работы.

Для более глубокого интегрирования проектной деятельности в учебный план необходимо составлять карту дисциплин у студентов по принципу построения любого проекта: анализ рынка, проектирования и дизайн, разработка продукта, интегрирование. В таком случае, студенты с разных направлений смогут практико-ориентированно обучаться не только в рамках проектной деятельности, но и в течение всего времени обучения в вузе. Также необходимо внедрить только очное присутствие на парах проектной деятельности для того, чтобы максимально сымитировать рабочий процесс.

За счет вышеперечисленных улучшений дальнейшее развитие проектной деятельности сможет привнести большее количество квалифицированных кадров, замотивирует большее количество студентов на работу и повысит эффективность каждого проекта, что поспособствует быстрейшему выводу продукта на рынок.

Вывод

Проектная деятельность в России уже сегодня демонстрирует значительный потенциал в формировании кадрового резерва, создании инновационных проектов и рабочих мест. Она стала важным элементом образовательного процесса, обеспечивая студентов не только теоретическими знаниями, но и реальным практическим опытом. Однако для достижения еще больших результатов необходимо продолжать развивать эту концепцию, интегрируя проектную деятельность глубже в учебные программы и повышая ее эффективность.

Для этого требуется улучшить процессы набора студентов в проектные команды, систематизировать их подготовку и развитие, а также усилить взаимодействие с индустриальными партнерами. Важно, чтобы проектная деятельность стала не только способом обучения, но и важным звеном в цепи создания новых технологий и бизнес-инициатив, способных в дальнейшем содействовать развитию российской экономики.

Только за счет постоянного совершенствования этих процессов и создания более четкой структуры взаимодействия можно гарантировать, что проектная деятельность будет двигаться вперед, создавая устойчивую основу для будущего роста и инноваций в стране.

Список литературы

1. Контур. Где в России самые цифровые регионы. [Электронный ресурс]. URL: https://kontur.ru/press/news/51713-gde_v_rossii_samye_cifrovye_regiony (дата обращения: 15.03.2025).

2. Министерство образования и науки Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: https://edu.gov.ru/press/5542/sovmestnye-s-kompaniyami-i-vuzami-

meropriyatiya-dlya-shkolnikov-v-sfere-nauki-i-tehnologiy-organizuyut-v-2022-2024-godah/ (дата обращения: 15.03.2025).
3. Приказ Минобрнауки России от 28.12.2023. [Электронный ресурс]. URL: https://legalacts.ru/doc/prikaz-minobrnauki-rossii-ot-28122023-n-1273-ob-organizatsii/ (дата обращения: 15.03.2025)
4. Reuters [Электронный ресурс]. URL: https://www.reuters.com/breakingviews/russias-economy-would-struggle-cope-with-peace-2025-03-17/?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 15.03.2025).

Паршикова А.Б.
студент,
anastasiaparsikova079@gmail.com
Научный руководитель: ***Филонова А.С.***
к.псх.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва
annasf76@mail.ru

ТРАНСФОРМАЦИЯ КОРПОРАТИВНЫХ КОММУНИКАЦИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ЦИФРОВОГО КОНТЕНТА: АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ

Аннотация. В статье исследуется трансформация корпоративных коммуникаций в условиях цифровизации, фокусируясь на влиянии пользовательского цифрового контента (UGC). Рассматриваются ключевые факторы изменений, включая современные коммуникационные технологии, глобализацию и смену поколенческих приоритетов. Особое внимание уделено феномену «тихого увольнения» (quiet quitting) среди поколений Y и Z, спровоцированному распространением UGC. На примерах российских и зарубежных компаний показано, как цифровой контент переопределяет внутренние и внешние коммуникации. Практические рекомендации для HR-специалистов направлены на снижение рисков, связанных с потерей вовлеченности сотрудников.

Ключевые слова: современные коммуникационные технологии, корпоративные коммуникации, пользовательский цифровой контент (UGC), quiet quitting (тихое увольнение), поколенческие приоритеты, управление человеческими ресурсами.

Parshikova A.B.
Student,
anastasiaparsikova079@gmail.com
Scientific Advisor: ***Filonova A.S.***
Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
annasf76@mail.ru

TRANSFORMATION OF CORPORATE COMMUNICATIONS UNDER THE INFLUENCE OF USER-GENERATED DIGITAL CONTENT: AN ANALYSIS OF CURRENT TRENDS

Abstract. The article examines the transformation of corporate communications in the context of digitalization, focusing on the impact of user-generated digital content (UGC). Key drivers of change, including modern communication technologies, globalization and changing generational priorities, are considered. Particular attention is paid to the phenomenon of «quiet quitting» among generations Y and Z, provoked by the spread of UGC. Using the examples of Russian and foreign companies, it is shown how digital content redefines internal and external communications. Practical recommendations for HR specialists are aimed at reducing the risks Associated with the loss of employee engagement.

Keywords: modern communication technologies, corporate communications, user-generated digital content (UGC), quiet quitting, generational priorities, human resource management.

Цифровизация изменила способы взаимодействия между компаниями, сотрудниками и потребителями. Для работодателей адаптация к новым реалиям становится критической: неэффективные коммуникации ведут к снижению лояльности сотрудников, репутационным рискам и потере конкурентных преимуществ. Материалы представленной статьи актуальны для HR-менеджеров, маркетологов и руководителей, стремящихся оптимизировать коммуникационные процессы в условиях цифрового шума.

Корпоративные коммуникации − это система управления внутренними и внешними информационными потоками организации, направленная на формирование корпоративной идентичности и достижение стратегических целей [4]. В последнее десятилетие структура корпоративных коммуникаций трансформируется под влиянием:

– Цифровых технологий: внедрение платформ Microsoft Teams, Slack, корпоративных социальных сетей (например, Sberbank использует AI-чаты для обратной связи).

– Глобализации: необходимость кросс-культурной коммуникации (Nike адаптирует контент под локальные рынки).

– Смены поколений: поколения Y и Z требуют прозрачности и интерактивности (пример: Яндекс внедряет геймификацию в обучение сотрудников).

В последнее время в ряде источников упоминается факт влияния цифрового пользовательского контента на структуру корпоративных коммуникаций. Стоит отметить, что цифровая эпоха радикально изменила ландшафт корпоративных коммуникаций, сделав пользовательский контент (UGC) ключевым драйвером взаимодействия.

Определимся, что относят к пользовательскому контенту. UGC − это любой контент (тексты, видео, отзывы), созданный непрофессионалами вне рамок корпоративной стратегии [10]. Пользовательский контент (UGS) может быть как внешним, так и внутренним.

Внешний UGC: отзывы в соцсетях, обзоры продуктов (например, хэштег #CocaCola в TikTok).

Внутренний UGC: посты сотрудников о рабочем процессе (пример: блоги сотрудников Google в LinkedIn).

UGC оказывает влияние на внешние и внутренние коммуникации. Причем это влияние может быть как конструктивное, так и деструктивное.

Пример конструктивного влияния на внешние коммуникации можно увидеть в формирование имиджа: UGC усиливает доверие аудитории. Coca-Cola в акции «Share a Coke» задействовала персонализацию (эффект обладания) и страх упустить уникальность («найди свое имя»), собрав 500 тыс. постов в социальных сетях за месяц и увеличив продажи на 7% [7]. Деструктивность заключается в вероятности рисков появления виральных видео, например о нарушениях условий труда на крупных предприятиях.

Определяя конструктивное влияние UGC на внутренние коммуникации, отметим вовлечение сотрудников: UGC как инструмент укрепления корпоративной культуры. Сбербанк использует внутренние чаты для обмена успешными кейсами. В тоже время, деструктивное влияние может проявляться и в распространении негативных нарративов. В 2023 г. анонимный сотрудник «Яндекса» опубликовал видео о переработках, вызвав волну обсуждений.

В качестве одного из следствий влияния цифрового пользовательского контента выделим феномен «quiet quitting» − пассивное сопротивление, при котором сотрудник минимизирует усилия, сохраняя формальную занятость. Тренд популяризирован через UGC: хэштег #quietquitting в TikTok набрал 3 млн просмотров, а суммарно 6,5 млн к 2023 г [2].

В сети активно распространяется идея осознанной жизни. Эта идея активно внедряется в различные сферы жизни, такие как: здоровье, учёба и даже работа. Актуальность работы заключается в том, что на протяжении двух лет в сети активно обсуждается тренд quiet quitting (в переводе с английского «тихое увольнение») при котором, работники продолжают оставаться на рабочем месте, но выполняют только минимум рабочих обязанностей. Данный тренд активно поддержали представители различных поколений в социальных сетях с помощью тематических видеороликов. Несмотря на это, работодатели сейчас не могут просто игнорировать данную ситуацию.

Рассмотрим подробнее термин quiet quitting. «Тихое увольнение» − это стратегия поведения сотрудника, при которой он тратит на выполнение своей работы ровно столько времени и усилий, сколько этого требуют его должностные обязанности. Он перестает выкладываться на полную, не стремится к повышению, не берет на себя дополнительных задач, не проявляет инициативы [9]. Активно этот тренд стал набирать популярность после публикаций в TikTok инженером Заидом Ханом в июле 2022 года. В нем он четко объяснил концепцию тихого увольнения.

Эксперты выделяют ряд причин данного явления:

1. Недовольство работой.

Данный пункт объясняет исследование Gallup о состоянии глобального рабочего места за 2023 год, в котором говорится, что большая часть сотрудников по всему миру недовольны своей работой и хотят найти новую [11].

Российский источник «Работа-ру» также подтверждает это следование: каждый второй сотрудник хочет сменить профессию [8].

2. Эмоциональное выгорание.

Это состояние, при котором человек ощущает эмоциональное истощение, усталость и нежелание выполнять действия, которые раньше приносили радость. Опросы по всеми миру показывают, что с каждым годом, количество людей, кто сталкивался с таким состоянием на работе только растет. В России с эмоциональным состоянием сталкивалось около 45%. Многочисленные опросы показывают, что в последние годы доля наемных сотрудников, у которых оно возникает, растет во всем мире [1]. Таким образом, тихое выгорание может быть не только следствием этого состоянием, но и способ с ним справиться.

3. Стремление к балансу между работой и личной жизнью.

Work life balance – новый запрос общества к работодателю. Такой баланс включает в себя гармоничное распределение времени, ресурсов и сил между всеми аспектами человеческой жизни, где работе уделяется достаточное количества времени, но не больше чем на личную жизнь. В таком подходе нет места переработкам и ответам в рабочем чате в выходной день. Тихое увольнение – это способ привести свою жизнь к такой концепции жизни.

4. Ситуация на рынке труда.

Из-за нехватки высококвалифицированных сотрудников на рынке труда, сотрудники стали вести себя более решительно, так как видят свою ценность для работодателя. Поэтому такие сотрудники могут уверенно отказаться от переработок или новой ответственности [9]. Таким образом, «тихое увольнение» является в большинстве своем следствием (реакцией сотрудников) на своевременные трудовые реалии.

Рассмотрим особенности выстраивая коммуникаций с сотрудниками в зависимости от поколений (согласно теории поколений). Это важно для руководства компании, так как это позволит более эффективно управлять человеческими ресурсами и достичь более высоких результатов работы.

Поколение X (1964–1984)

У представителей этого поколения активно развито системное мышление. Среди особенностей по отношению к работе можно выделить: ответственность, больше ориентированы на социальные цели, коммуникацию, командность. Представители поколения считают, что для успеха важны дисциплина и компетентность. Мотивацией для таких сотрудников является «надо» – это то, что нужно сделать сейчас, думая о своем будущем. Так как для них важна идея светлого будущего не только для себя, но и для компании в целом. Трепетно относятся к возложенным на них обязательствам. Также они ценят мнение руководства выше, чем других членов коллектива.

Поколение Y (1984–2000)

Имеют развитое креативное мышление. Данный тип людей хочет «всё и сразу», но при этом не готов брать на себя много ответственности. Они

верят в ложный «быстрый успех». Мотивацией для этих сотрудников служат материальные вознаграждения. На работе представители поколения хотят «семейной» обстановки, а не жесткой иерархии.

Поколение Z (2000–2018)

Представители этого поколения имеют клиповое мышление, что мешает им сфокусироваться на 1 задаче продолжительное время. Им не особо важен рабочий опыт, им в бóльшей степени необходим комфорт на работе. Такие сотрудники не имеют авторитетов на работе, но при этом им важно, чтобы их кто-то «опекал» и помогал (например, куратор, ментор) [6].

Если тактика «тихого» увольнения в той или иной степени присуща сотрудникам всех поколений, то именно среди поколений Y и Z стало распространено явление «гостинга».

Термин «гостинг» означает внезапное прекращение общения с кем-либо без объяснения причин [5]. Первоначально термин возник в контексте знакомств, но со временем перешел в профессиональную сферу. По данным сервиса hh.ru каждый четвертый работодатель сталкивался с гостингом. При этом чаще всего «исчезает» с рабочего места молодёжь [3].

Объяснять это явление поспешили представители молодёжи в видеороликах в различных социальных сетях. Эти видеоролик вирусятся с огромной скоростью, что делает такой контент очень заметным как для других сотрудников различных поколений. В видеороликах представили поколений Y и Z объясняют такое увольнение несколькими причинами:

1. Высокая нагрузка.

Зачастую молодёжь не может объективно оценить рабочую нагрузку в 8 часов, из-за чего в дальнейшем происходит гостинг.

2. Большая незапланированная ответственность.

Зачастую представители этих поколений не готовы брать на себя большую ответственность за что-либо не только в жизни, но и на работе. Это вызывает стресс, который в свою очередь может послужить причиной гостинга.

3. Переработки, отсутствие чётких рабочих границ.

Сотрудники не готовы нарушать work life balance и оставаться сверхурочно, даже если за это они получат денежное вознаграждение. К тому же они не готовы отвечать в свой выходной на рабочие вопросы, так как следуют принципу того, что личные границы необходимо отстаивать на работе тоже.

4. Отсутствие поддержки и дружеской атмосферы в рабочем коллективе.
5. Несоответствие заявленных условий труда с реальными.

Таким образом, освещение проблемы в социальных сетях устаревших условий труда представителями Y и Z поколений вынуждает работодателя по всеми миру менять формат коммуникаций и условия труда для молодых сотрудников. На сегодняшний день работодателям важно прислушиваться к требованиям реальных и потенциальных сотрудников для получения качественной работы и крепких взаимоотношений без тихого увольнения.

В качестве рекомендаций для эффективного управления UGC в корпоративных коммуникациях стоит определить следующие:

1. Создавайте платформы для легитимного UGC: вовлекайте сотрудников в создание контента (пример: Nike с проектом #JustDoItStories).

2. Внедряйте геймификацию (Яндекс. Практикум использует UGC в обучении).

3. Используйте инструменты мониторинга и анализа: AI-инструменты (Brandwatch, Hootsuite) для отслеживания настроений.

4. Внедряйте регулярные Pulse-опросы (как в Microsoft Teams).

В качестве борьбы с quiet quitting можно предложить: развитие программы обратной связи (опыт Google с платформой Googlegeist); внедрение гибкого графика и mental health-инициатив; обучение цифровой грамотности; тренинги по ответственному использованию соцсетей (практика L'Oréal).

В заключении отметим, что UGC стал неотъемлемой частью корпоративных коммуникаций, предлагая возможности для укрепления лояльности, но и создавая риски дезинтеграции. Компании, способные интегрировать UGC в стратегии коммуникаций и эффективно управлять им, получат конкурентное преимущество в эпоху цифровой трансформации.

Список литературы

1. Более 13 млн работающих россиян находятся в состоянии профессионального выгорания (URL: https://nafi.ru/analytics/bolee-13-mln-rabotayushchikh-rossiyan-nakhodyatsya-v-sostoyanii-professionalnogo-vygoraniya/) дата обращения: 20.11.2024
2. В TikTok набирает обороты новый тренд – тихое увольнение: что означает quiet quitting (URL: https://gazeta.ua/ru/articles/life/_v-tiktok-nabiraet-oboroty-novyj-trend-tihoe-uvolnenie-chto-oznachaet-quiet-quitting/1109386) дата обращения 13.12.2024
3. Зумеры сбегают в обед. Почему гостинг наиболее распространен среди поколения начала 2000-х (URL:https://www.kommersant.ru/doc/6633377) дата обращения: 20.11.2024
4. Корпоративные коммуникации. (URL: https://takemytime.ru/korporativnye-kommunikacii/) дата обращения 27.02.2025.
5. Новый тренд на российском рынке труда − «гостинг». Или почему сотрудник ушел на обед и не вернулся (URL: https://clck.ru/3EofaS) дата обращения: 20.11.2024
6. Особенности управления сотрудниками разных поколений (URL: https://uldelo.ru/articles/2022/01/19/osobennosti-upravleniya-b-sotrudnikami-raznykh-pokolenii-b) дата обращения: 20.11.2024
7. Петренко. И. Маркетинг. Издательские решения, 2025.
8. Половина россиян готовы сменить профессию в 2024 году (URL: https://press.rabota.ru/polovina-rossiyan-gotovy-smenit-professiyu-v-2024-godu?ysclid=m0fac46bc4294501310) дата обращения: 20.11.2024
9. Что такое тихое увольнение и почему оно все популярнее (URL: https://journal.tinkoff.ru/quiet-quitting/) дата обращения: 20.11.2024
10. Что такое User Generated Content (UGC) и как он может повлиять на SEO (URL: https://ideadigital.agency/ru/blog/chto-takoe-user-generated-content-ugc-i-kak-mozhet-povliyat-na-seo/#:~:text=User%20generated%20content%20−%20это%20любой,%2C%20аудио%2C%20графика%20и%20другие) дата обращения 10.01.2025.
11. Gallup's State of the Global Workplace 2023 Report (URL: https://www.thecommsguru.com/post/gallup-s-state-of-the-global-workplace-2023-report) дата обращения: 20.11.2024

Беда М.Н.
студент,
mnb.trouble@gmail.com
Научный руководитель: ***Суворова Е.Ю.***
к.э.н., доцент,
Московский политехнический университет
Россия, Москва
suvorovaekaterinay@gmail.com

ГИБКИЕ ФОРМЫ ЗАНЯТОСТИ В РОССИЙСКИХ IT-КОМПАНИЯХ

Аннотация. В статье рассматриваются гибкие формы занятости в российских IT-компаниях как стратегически важный элемент современной модели управления персоналом. Проведен анализ предпочтений IT-специалистов в отношении удаленной и гибридной работы, выявлены ключевые преимущества и сложности таких форматов, а также сформулированы практические рекомендации для работодателей. Результаты опроса подтвердили устойчивый спрос на гибкие модели занятости и их влияние на выбор места работы.

Ключевые слова: удаленная работа; гибридная занятость; IT-отрасль; гибкость; мотивация сотрудников.

Beda M.N.
Student,
mnb.trouble@gmail.com
Scientific Advisor: ***Suvorova E.Yu.***
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
suvorovaekaterinay@gmail.com

FLEXIBLE EMPLOYMENT FORMS IN RUSSIAN IT COMPANIES

Abstract. The article explores flexible employment formats in Russian IT companies as a strategically important component of modern human resource management. It presents an analysis of IT specialists' preferences regarding remote and hybrid work, highlights key advantages and challenges of such formats, and offers practical recommendations for employers. Survey results confirm a consistent demand for flexible employment and its significant impact on job selection.

Keywords: remote work; hybrid employment; IT industry; flexibility; employee motivation.

Введение

В условиях стремительной цифровизации, трансформации рынка труда и влияния глобальных изменений, таких как пандемия COVID-19, российские IT-компании, как и многие организации по всему миру, столкнулись с необходимостью пересмотра привычных форм занятости. Одной из ключевых тенденций последнего десятилетия стало активное внедрение гибких

моделей работы – прежде всего, удаленной и гибридной [1]. Особенно отчетливо эти процессы проявляются в IT-сфере, где специфика деятельности позволяет эффективно работать вне офиса.

Актуальность данной темы определяется не только глобальными изменениями в способах организации труда, но и растущими ожиданиями самих сотрудников. Целью настоящего исследования стало выявление потребности сотрудников российских IT-компаний в гибридных и удаленных форматах работы, установление основных положительных аспектов этих форматов и их недостатков, а также формулирование практических рекомендаций для работодателей по оптимизации условий труда в новых реалиях.

Методология исследования

Методом исследования стало онлайн-анкетирование сотрудников крупных российских IT-компаний. В опросе приняли участие 252 специалиста, в настоящее время работающих в IT-отделах таких компаний, как Авито, Сбер и Сравни.ру. Значительная часть вопросов была заимствована из опроса компании OTUS от 2023 года, посвященного исследованию гибких форм занятости [4].

Преобладающая возрастная категория опрошенных – 26–30 лет (52%) и старше, что позволяет говорить о зрелой выборке, состоящей преимущественно из специалистов с уже сформировавшимися профессиональными привычками. Большинство респондентов имеют квалификацию опытных разработчиков уровней middle и middle+, а также стаж работы в IT-индустрии от 3 лет и более. В опросе приняли участие преимущественно бэкенд- и мобильные разработчики (52%), а также фронтенд-разработчики, тестировщики, аналитики и менеджеры проектов. Подробная статистика респондентов представлена в виде диаграмм в приложении.

Анализ гибких форм занятости на российском рынке труда

Проведенный опрос позволяет сделать предварительный вывод о развитии гибких форм занятости на российском рынке труда. Все опрошенные сотрудники на момент проведения исследования уже имели опыт работы в удаленном или гибридном форматах и трудоустроены по этим моделям на данный момент (Рисунок 1).

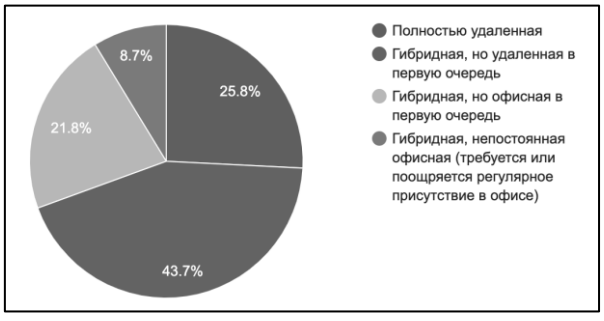


Рис. 1. Модель трудоустройства респондентов на данный момент

Эти данные указывают на то, что IT-отрасль в России адаптировалась к формату дистанционной занятости и воспринимает его как норму. Стоит также отметить, что все участники оценили свой опыт удаленной работы положительно – на 4 или 5 баллов по пятибалльной шкале (Рисунок 2), а также единогласно отметили, что готовы рекомендовать такую модель другим специалистам.

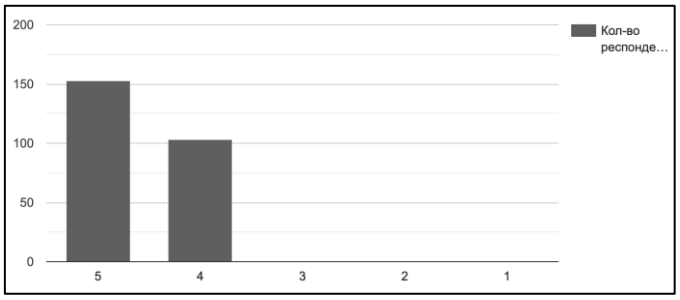


Рис. 2. Оценка опыта удаленной работы

Для выявления ключевых плюсов удаленной занятости были проанализированы ответы респондентов, которые они предоставляли в свободной текстовой форме. Проанализировав данные, можно сделать вывод, что основными положительными характеристиками гибких форм занятости для сотрудников, которые были отмечены более 80% респондентов, являются экономия времени за счет отсутствия необходимости добираться до офиса, гибкость рабочего дня, возможность совмещать работу с личной жизнью и улучшение психологического комфорта за счет возможности работать вне офиса – 74% респондентов отметили, что основным их местом работы является дом, что только подтверждает факт того, что IT-специалисты предпочитают работу в привычной и комфортной обстановке (Рисунок 3).

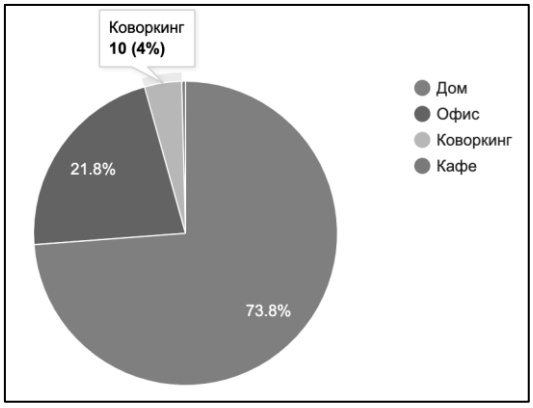


Рис. 3. Распределение основного места работы среди респондентов

Стоит отметить, что полученные данные о положительных аспектах совпадают с данными, полученными компанией OTUS, которая проводила опрос о гибких формах занятости среди сотрудников американских компаний [4].

Однако, несмотря на положительные отзывы, респонденты отметили и сложности, с которыми им приходится сталкиваться. Основными проблемами удаленной работы сотрудники назвали сложности с концентрацией и мотивацией и размытые границы между работой и личной жизнью, которые приводят к переработкам. Наличие переработок подтвердили 17% опрошенных. По мнению сотрудников, причинами этого стали повышенные ожидания со стороны работодателя, рост времени на коммуникацию во время рабочего дня, а также отсутствие четких границ между рабочим пространством и личной жизнью в домашней среде.

Заметим, что полученные данные в точности повторяют данные опроса OTUS. Иностранные специалисты отметили идентичные проблемы гибких форм занятости, что свидетельствует о глобальной природе вызовов, связанных с удаленной и гибридной работой.

Гибкие формы занятости как фактор выбора компании

Наличие в компании возможности удаленной или гибридной модели занятости по результатам проведенного опроса оказалось определяющим фактором при выборе работы для IT-специалистов. 61% респондентов поставили максимальную оценку значимости этого критерия (5 баллов), а еще 35% оценили его на 4 балла. При равных условиях труда и уровне оплаты все опрошенные сотрудники предпочли бы компанию с возможностью гибкого формата, и даже если в офисной компании зарплата была бы выше на 10%, опрос показывает, что 91% сотрудников все равно отдали бы предпочтение гибкому графику. Лишь при росте заработной платы на 20–30% 65% специалистов, в основном в возрасте от 30 лет, готовы рассматривать вариант постоянного присутствия в офисе (Рисунок 4).

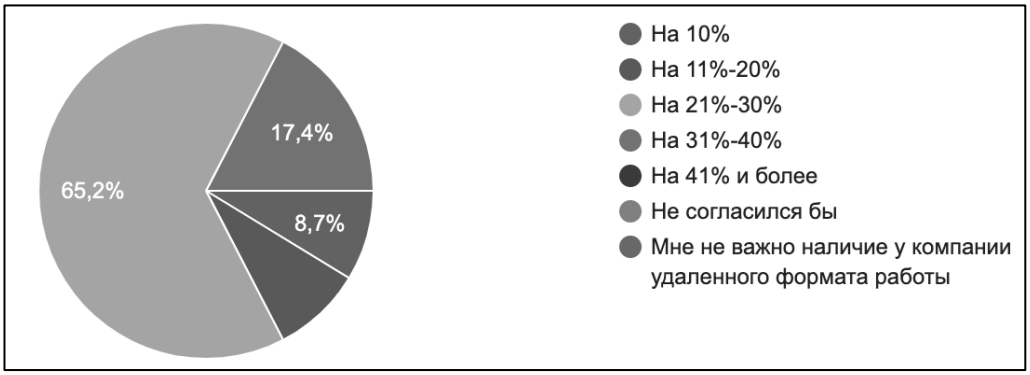


Рис. 4. Минимальная граница увеличения заработной платы у офисной компании, при котором сотрудники готовы рассматривать ее как альтернативу компании с гибкой формой занятости

Правовой аспект гибких форм занятости

С правовой точки зрения, удаленная работа в России регулируется главой 49.1 Трудового кодекса РФ. Согласно положениям этой главы, работник

и работодатель могут заключать трудовой договор в электронном виде, устанавливать гибкий график и использовать электронные средства связи для исполнения трудовых обязанностей. Стоит отметить то, что дистанционные сотрудники в России имеют такие же права и гарантии, как и офисные работники, включая оплату труда, отпуск, страхование и защиту от дискриминации. Это правовое равенство позволяет формально уравнять статус сотрудников гибкой модели трудоустройства с традиционными (офисными) работниками.

Кроме того, статья 102 Трудового кодекса РФ, посвященная режиму гибкого рабочего времени, позволяет устанавливать переменное начало, окончание и продолжительность рабочего дня, а также работу в разные дни недели. Это положение особенно актуально для гибридной модели при которой сотрудник сам выбирает режим присутствия в офисе и удаленной работы. Однако на практике далеко не все компании корректно оформляют такие договоренности документально, что может приводить к нарушениям прав работников и отмеченным сотрудниками в опросе переработкам. Таким образом, эффективная реализация гибких форм занятости требует не только нормативной базы, но и ее осознанного применения обеими сторонами трудового процесса.

Рекомендации для работодателей

На основе данных проведенного исследования, подтверждающих тенденцию популяризации гибких форматов работы среди сотрудников IT-сферы российских компаний, были подготовлены рекомендации для работодателей, направленные на привлечение и удержание IT-специалистов.

В первую очередь, отметим, что современным российским компаниям, которые хотят привлечь в свой штат IT-специалистов важно рассматривать внедрение гибких форм занятости не как временную меру, а как стратегический элемент корпоративной политики.

Гибридные и удаленные модели работы сегодня воспринимаются IT-специалистами как стандарт, а не бонус, и их наличие напрямую влияет на привлекательность работодателя на рынке труда. Более того, возможность работать вне офиса расширяет географию подбора персонала, позволяя нанимать квалифицированных специалистов из разных регионов, не ограничиваясь только крупными городами. Такие форматы также способствуют росту лояльности сотрудников, снижению текучести кадров и повышению продуктивности при условии правильной организации рабочих процессов.

Поговорим об организации рабочих процессов и об устранении отмеченных респондентами трудностей гибридного формата работы. Для снижения рисков выгорания и потери сотрудников, а также для повышения эффективности работы в удаленном формате, работодателям рекомендуется:

1) Внедрять четкие временные рамки и правила коммуникации. Сотрудники должны понимать, в какие часы от них ожидается быть на связи,

а в какие – допустимо отключение от рабочих чатов и писем. Это помогает избежать переработок и способствует восстановлению личных границ. Кроме того, важно регламентировать время проведения созвонов и встреч, чтобы избежать перегрузки и неэффективной траты времени.

2) Мониторить нагрузку сотрудников и избегать перераспределения задач в сторону перегрузки. Регулярный анализ распределения задач и сроков позволяет своевременно выявлять признаки перегрузки. Важно отслеживать не только KPI и дедлайны, но и обратную связь от самих сотрудников. Для этих целей рекомендуют использовать трекеры задач и инструменты управления проектами.

3) Формировать культуру баланса между работой и личной жизнью. Создание благоприятной корпоративной среды, в которой приветствуется отдых и уважение к личному времени сотрудников, способствует снижению уровня стресса. Это может включать в себя «режим тишины» в корпоративных мессенджерах после окончания рабочего дня и наличие возможности получить помощь от корпоративного психолога.

4) Развивать цифровые инструменты для автоматизации процессов и коммуникации. Интеграция эффективных цифровых решений, таких как системы автоматического согласования задач, платформы для совместной работы и корпоративные порталы, позволит сократить время на рутину и улучшить взаимодействие в команде.

Комплексная реализация этих шагов поспособствует не только устранению ключевых сложностей гибридного и удаленного форматов, но и значительно повысит общий уровень удовлетворенности сотрудников условиями труда.

Заключение

В ходе проведенного исследования установлено, что гибкие формы занятости занимают важнейшее место в системе профессиональных предпочтений и ожиданий российских IT-специалистов. Полученные данные свидетельствуют о том, что удаленный и гибридный форматы работы воспринимаются не только как удобные и комфортные, но и рассматриваются сотрудниками в качестве одного из ключевых критериев при выборе работодателя. В целом респонденты оценивают опыт удаленной работы положительно, подчеркивая ее преимущества для организации личного и профессионального времени.

В то же время в процессе анализа были зафиксированы и определенные трудности, в частности, сложности с самоорганизацией, нарушением баланса между работой и личной жизнью, а также систематические переработки. Эти аспекты требуют особого внимания со стороны работодателей и внедрения эффективных управленческих механизмов, направленных на профилактику профессионального выгорания и повышение устойчивости рабочих процессов в гибком формате.

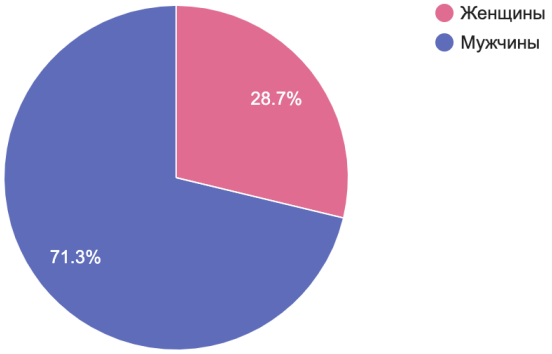
Таким образом, цели исследования были успешно реализованы. Проведен анализ потребностей сотрудников российских IT-компаний в контексте гибких моделей занятости, выявлены основные преимущества и проблемные зоны удаленной работы, а также разработаны рекомендации, ориентированные на совершенствование условий труда и повышение уровня вовлеченности персонала в условиях гибкой организационной среды.

Список литературы

1. Ананишнев В. В. Удаленная работа и эффективность бизнеса: факторы, тренды, влияние пандемии коронавируса / В. В. Ананишнев // Московский экономический журнал. – 2020. – № 11. – С. 38.
2. Капелюшников Р. И., Зинченко Д. И. Цифровые формы занятости на российском рынке труда. Часть I: дистанционная занятость / Р. И. Капелюшников, Д. И. Зинченко // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. – 2024. – № 6(184). – С. 157–181.
3. Смоленцев А. А. Переход на удаленные формы работы как современный тренд: положительные и отрицательные стороны / А. А. Смоленцев // Студенческий вестник. – 2021. – № 3–4(148). – С. 82–83.
4. State of Remote Work 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://buffer.com/state-of-remote-work/2023 (дата обращения: 26.03.2025).

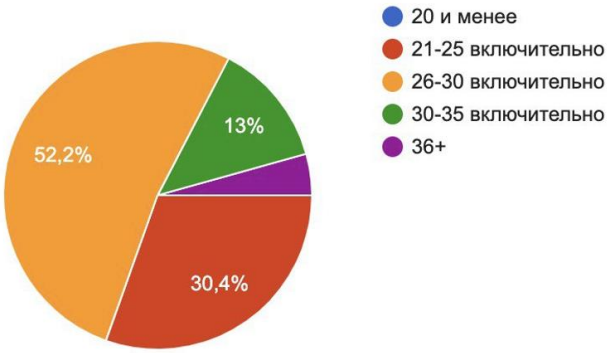
Приложение

Гендерное разделение респондентов

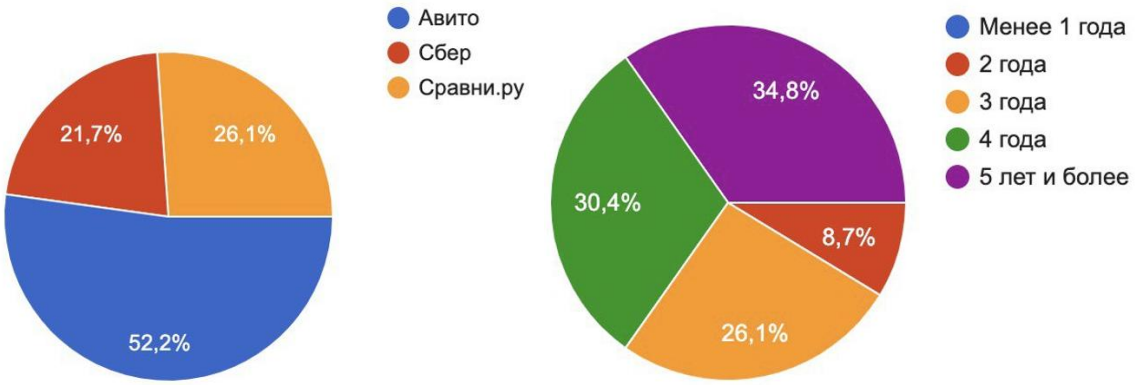


Распределение респондентов

Возраст респондентов



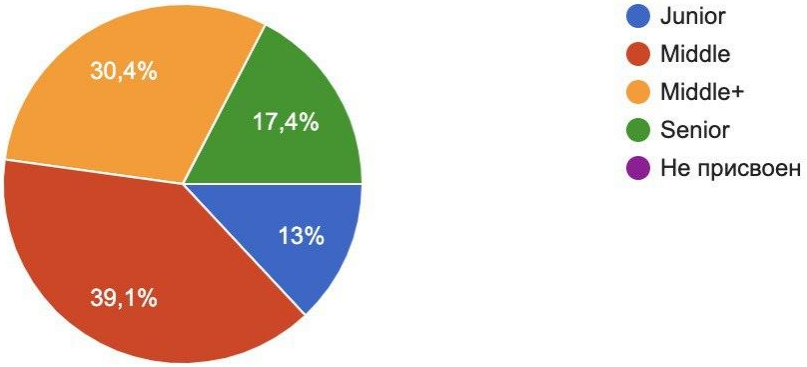
Опыт работы на занимаемой должности по компаниям



Занимаемая должность



Уровень квалификации



Головка Д.Н., Тавелина А.С.
студенты,
catoved@gmail.com
*Научный руководитель**: Федотов А.В.**,*
д.э.н., профессор
Технологический университет имени дважды Героя Советского Союза,
лётчика-космонавта А.А. Леонова,
Россия, Королёв
fed230@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОМПАНИЙ: ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ

Аннотация. В статье рассматривается влияние систем управления складом (WMS) на эффективность деятельности компаний, с акцентом на зарубежный опыт, в частности, на примере Канады и их холодильных складах. В условиях глобализации и растущей конкуренции эффективное управление складскими процессами становится ключевым фактором для достижения конкурентных преимуществ. В статье анализируются основные

поставщики WMS Канады, а также их влияние на сокращение затрат и повышение уровня обслуживания клиентов.

Ключевые слова: зарубежный опыт, логистика, система управления складом, склад, программное обеспечение, исследование поставщиков, Канада, автоматизированный документооборот, контейнер, контроль, перевозчик.

Golovka D.N., Tavelina A.S.
Students,
catoved@gmail.com
*Scientific Advisor**: Fedotov A.V.,***
Doctor of Economics, Professor
Technological University named after twice Hero of the Soviet Union,
Cosmonaut A.A. Leonov,
Korolev, Russia
fed230@yandex.ru

THE IMPACT OF THE WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM ON THE EFFICIENCY OF COMPANIES: FOREIGN EXPERIENCE

Abstract. The article examines the impact of warehouse management systems (WMS) on the efficiency of companies, with an emphasis on foreign experience, in particular, on the example of Canada. In the context of globalization and growing competition, effective warehouse process management is becoming a key factor in achieving competitive advantages. The article analyzes Canada's main WMS suppliers, as well as their impact on reducing costs and improving customer service.

Keywords: foreign experience, logistics, warehouse management system, warehouse, software, supplier research, Canada, automated document management, container, control, carrier.

Введение

В современном бизнесе эффективное управление складскими процессами становится ключевым фактором для достижения конкурентных преимуществ. Системы управления складом (WMS) играют важную роль в оптимизации операций, снижении издержек, повышении качества обслуживания клиентов и производительности труда, сокращении времени на инвентаризацию и снижение зависимости компании от персонала, что позволит в перспективе минимизировать человеческий фактор. Канада, как одна из ведущих стран в области логистики и управления цепочками поставок, предоставляет интересные примеры внедрения и использования системы управления складом (WMS), которые могут служить образцом для других стран и компаний. В Российской Федерации наблюдается дефицит трудовых ресурсов, в том числе и в сфере складской логистики. В этой связи внедрение эффективных систем управления складом, которые приводят к сокращению потребности в сотрудниках, имеет важное значение.

Методы. В качестве методов научного исследования использовались теоретические и эмпирические. Теоретическое исследование проводилось

путём анализа электронных ресурсов, статистических данных, статей и других источников информации.

В части эмпирических методов проводился анализ сайтов поставщиков WMS-систем и статистики компаний, использующих WMS-системы, для выявления количественных показателей эффекта внедрения таких систем.

Результаты. WMS – это программное обеспечение предприятий, которое необходимо с целью эффективного управления всеми процессами склада и работой складского комплекса в целом. Основной функционал WMS включает в себя такую последовательность: из программной системы для планирования ресурсов для предприятия (ERP) выгружается заказ на приемку или отгрузку груза, далее на основе этих данных WMS запускает процесс планирования остатков и выдает задание на терминал сбора данных (ТСД), после чего, в свою очередь, движение товара на складе выполняется уже на ТСД. Впоследствии WMS сохраняет аналитику по товару, выработку сотрудников и производит контроль грузов, и как итог выгружает результаты обработки заказов в ERP.

Если рассматривать глобальный рынок WMS, то можно отметить, что сектор электронной коммерции доминирует на рынке с долей более 38,7% за прогнозируемый период. При этом, Азиатско-Тихоокеанский регион доминирует на рынке с самой большой долей рынка более 35,7%. Рост рынка систем управления складом во всем мире обусловлен потребностью в автоматизации и оптимизации складских операций, особенно в секторах электронной коммерции и логистики (рисунок 1) [1].

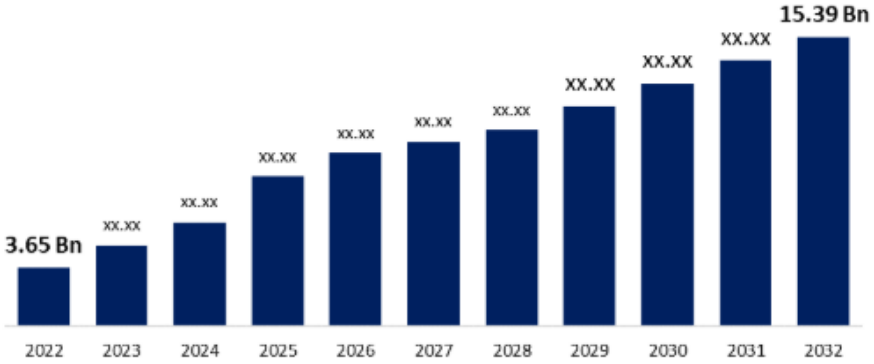


Рис. 1. Мировой уровень WMS, млрд. $ [1]

Ожидается, что в Северной Америке будет зарегистрирован быстрый темп роста доходов на рынке систем управления складом. Кроме того, по мере роста индустрии электронной коммерции вкусы потребителей меняются в сторону более качественных и производительных продуктов, что способствует росту доходов на североамериканском рынке систем управления складом.

Основными поставщиками на мировом рынке систем управления складом являются Manhattan Associates, Oracle Corporation, EPICOR, HighJump

Software, PSI Logistics, Synergy Ltd, Made4net, 3PL Central LLC, Tecsys, Infor, Fishbowl Inventory, IBM, Softeon, Infoplus Commerce, SAP, Blue Yonder Group и другие.

В качестве страны для исследования была выбрана Канада, как одна из ведущих экономик мира, которая активно использует технологии WMS для автоматизации логистических процессов. Множество канадских компаний, таких как Shopify, Canadian Tire и Loblaw Companies, внедрили современные системы управления складом, что позволило им значительно повысить уровень обслуживания клиентов и сократить временные затраты на обработку заказов. На примере Shopify можно отметить, как автоматизация процессов с использованием WMS позволила компании сократить время выполнения заказов и улучшить точность инвентаризации, что в свою очередь подняло уровень удовлетворенности клиентов.

В статье рассматривается Канада по нескольким причинам, связанным с ее экономикой и технологическим развитием, особенно в области WMS:

1. Канада обладает богатыми природными ресурсами и мощной промышленностью, что делает ее значимым игроком на международных рынках. Экспорт канадских товаров, таких как энергоносители, нефтепродукты, продукция деревообработки и пищевой промышленности, играет важную роль в экономике страны. WMS необходимы для поддержания конкурентоспособности и качества экспортируемой продукции [4].
2. Данная страна инвестирует в инновации и технологии, что способствует развитию современных систем управления складами. Канадские компании внедряют передовые технологии для повышения эффективности логистических процессов и управления складами. Это делает Канаду привлекательной для изучения в контексте WMS.
3. Современные системы управления складом широко используются в Канаде для оптимизации логистических операций. Эти системы позволяют управлять складскими операциями, оптимизировать хранение и перемещение товаров, а также контролировать качество и сроки доставки. Изучение опыта Канады в этой области может быть полезным для других стран [2].
4. Международное сотрудничество требует эффективных систем управления складами для поддержания высокого уровня обслуживания и качества. Изучение канадского опыта может помочь другим игрокам на мировой арене улучшить свои логистические процессы и интегрироваться в глобальные цепочки поставок [4].

Рассмотрим поставщиков самых популярных WMS систем в Канаде:

1. PALMS WMS – это облачное решение для управления складами, широко используемое в различных отраслях, таких как товары повседневного спроса, автомобильная промышленность и электронная коммерция. PALMS поддерживает Android-устройства и технологии, которые с помощью радиоволн позволяют автоматически идентифицировать объекта и предоставляет настраивание рабочих процессов в соответствии с различ-

ными требованиями. Рабочие процессы могут быть определены и применены пользователями без каких-либо изменений в коде. Компания применяет прогнозное моделирование на основе данных о прошлом использовании для прогнозирования времени, необходимого для выполнения поставленных задач, а также для оптимизации последовательности и маршрута размещения вместимости паллет [6].

2. Orderhive предлагает централизованную систему отслеживания запасов и улучшает доставку за счет анализа данных о продажах по местоположению по цене за $50 в месяц. Однако, пользователи отмечают низкий уровень обслуживания поддержкой через обратную связь (рисунок 2).

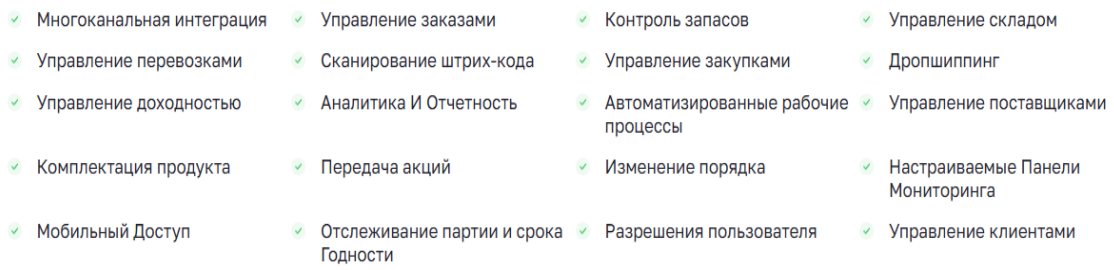


Рис. 2. Особенности компании Orderhive [5]

3. Increff – это компания, занимающаяся технологиями в сфере розничной торговли и цепочек поставок, которая предоставляет решения для оптимизации запасов, мерчандайзинга и управления складом. Она помогает брендам и розничным продавцам повысить точность инвентаризации, сократить потери запасов и улучшить выполнение заказов с помощью автоматизации на основе данных (рисунок 3).

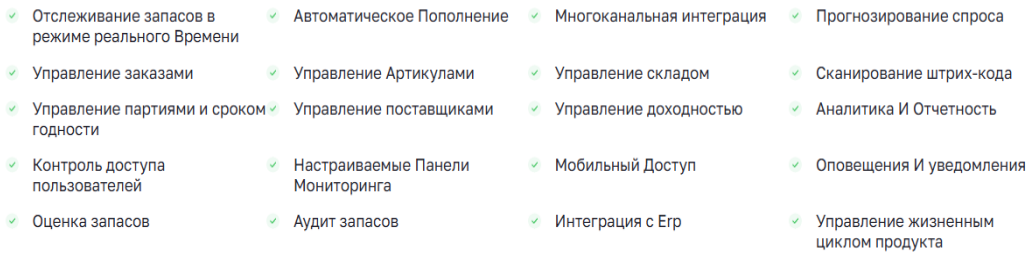


Рис. 3. Особенности компании Increff [5]

4. ShipHero – это универсальное программное обеспечение для управления складом и доставки, разработанное специально для компаний, занимающихся электронной коммерцией. Оно автоматизирует и оптимизирует управление запасами, что крайне важно для поддержания точного уровня запасов. Благодаря интуитивно понятному интерфейсу ShipHero упрощает обработку заказов, сокращая количество ошибок и экономя время. Программное обеспечение легко интегрируется с основными платформами и торговыми площадками для электронной коммерции, оптимизируя процесс

выполнения заказов. Одной из его отличительных особенностей является возможность пакетной обработки заказов, что повышает эффективность при больших объемах доставки. ShipHero также предлагает надежные инструменты аналитики, позволяющие получить ценную информацию об операциях доставки и тенденциях складских запасов [7].

WMS-системы в перспективе могут улучшить показатели компаний, а именно: складские операции (сокращаются время обработки заказов и ошибки); затраты (автоматизация процессов снижает издержки на ручной труд, что приводит к экономии); инвентаризация (благодаря системам обеспечивается точный учет запасов, что позволяет снизить расхождения при инвентаризации), удовлетворенность клиентов (быстрое и точное выполнение задач увеличивает качество обслуживания клиентов, что приводит к лояльности клиентов и повторным продажам.

Рассмотрим размер рынка холодильных складов в Канаде в 2023 году оценивался в 2 170,5 миллионов долларов США. Ожидается, что этот рынок будет расти со среднегодовым темпом роста (CAGR) 4,15% с 2023 по 2033 год и достигнет 3 260,5 миллионов долларов к 2033 году (рисунок 4).

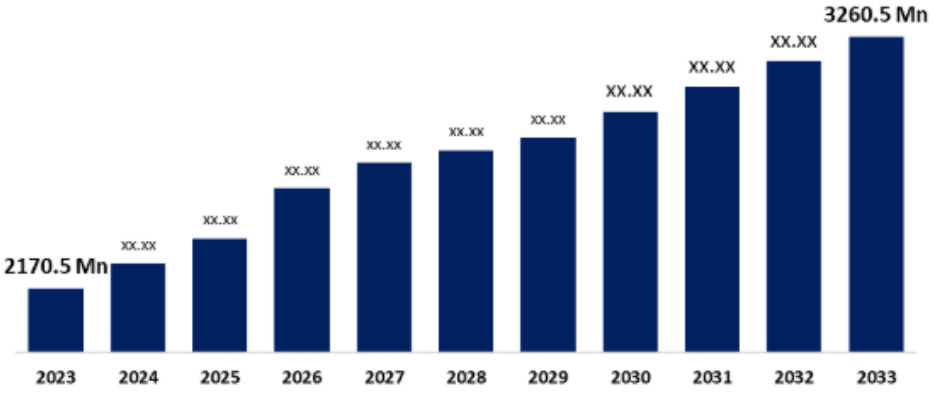


Рис. 4. Канадский ранок холодильных складов, млн. $ [3]

Холодильное складирование относится к холодильным хранилищам, которые поддерживают контролируемую температуру для сохранения качества скоропортящихся товаров. Это промышленный комплекс, оснащенный необходимой инфраструктурой и технологиями, которые обеспечивают решения для хранения с контролируемой температурой для целого ряда отраслей, включая производителей, розничных торговцев и поставщиков продуктов питания. Продукты питания, лекарственные препараты, биологически чувствительные материалы и прочее – это различные продукты, хранящиеся на холодильных складах, обеспечивающие их целостность и долговечность, облегчая распределение и поставку. Интеграция автоматизации и робототехники в холодильное складирование для повышения оперативной скорости, точности и снижения затрат на рабочую силу предлагает выгодные ры-

ночные возможности. Акцент на разработке энергоэффективных холодильных систем и «зеленых» изоляционных материалов для сокращения выбросов углекислого газа увеличивает рост рынка холодильных складов [3].

Высокие первоначальные капиталовложения, необходимые для строительства и обслуживания специализированных холодильных хранилищ, бросают вызов рынку холодильных складов Канады.

Канадский рынок холодильных складов сегментирован по типу на частный и полугосударственный. Среди них на рынке доминировал публичный сегмент с наибольшей долей рынка в 2023 году. Общественное рефрижераторное складирование предоставляет различные услуги, а также транспортировку и пространство для хранения с контролируемой температурой. Они состоят из обмена поддонов, кросс-докинга, замораживания взрывов, консолидации нагрузки и контроля запасов. Адаптивность, экономичность и удобство общественного холодильного складирования являются движущей силой рынка.

WMS-системы играют важную роль в повышении эффективности холодильных складов в Канаде, обеспечивая оптимизацию логистических процессов и улучшая качество обслуживания клиентов.

При исследовании были выделены следующие преимущества использования WMS на холодильных складах:

1. Минимизация ошибок в силу уменьшения человеческого фактора при приемке, хранении и отгрузке товара.
2. Эффективное использование складских холодильных помещений и строгий контроль за температурой и влажностью, что особенно важно для категории скоропортящихся товаров.
3. Снижение затрат на персонал и минимизация потерь из-за ошибок при комплектации и погрузке товаров.
4. Улучшение клиентского обслуживания благодаря быстрому выполнению заказов.

Однако, при всех преимуществах можно выделить и недостатки использования систем управления складом: высокая стоимость внедрения на предприятие; ограниченность функций одной системы, поэтому зачастую предприятию приходится использовать несколько WMS-систем; сложность интеграции нескольких систем управления складом; уязвимость предприятия из-за ошибок в коде самого приложения или кибератак.

Кроме того, можно выделить последствия использования недобросовестных поставщиков WMS систем:

1. Хакерские атаки вызовут перебои в поставках, повышению издержек, снижению лояльности клиентов, т.к. WMS система будет недоступна для использований, что особенно опасно для крупных компаний.
2. Слабый контроль доступа может привести к несанкционированному проникновению в систему и изменению данных о запасах.
3. Утечка конфиденциальной информации создаст финансовые и репутационные потери.

Для защиты предприятий от киберугроз при использовании WMS предлагается ввести комплексные меры безопасности, в том числе: шифрование данных, многофакторная аутентификация, что позволит усилить контроль доступа, регулярное обновление программного обеспечения, создание внутренней системы обнаружения вторжений.

Эти методы, применяемые в комплексе, обеспечивают высокий уровень защиты данных в WMS и минимизируют риск кибератак.

Вывод. Таким образом системы управления складом играют ключевую роль в оптимизации складских процессов, снижении затрат, повышении точности инвентаризации и улучшении качества обслуживания клиентов. Их внедрение позволяет компаниям достигать конкурентных преимуществ в условиях глобализации и растущей конкуренции.

Канада, как одна из ведущих стран в области логистики, активно внедряет WMS-системы, что делает её ценным примером для изучения. Компании, такие как Shopify, Canadian Tire и Loblaw Companies, демонстрируют успешное применение WMS для сокращения времени выполнения заказов и повышения точности учёта запасов.

Канадский рынок холодильных складов демонстрирует устойчивый рост, что связано с потребностью в хранении скоропортящихся товаров. WMS-системы играют важную роль в оптимизации работы таких складов, обеспечивая контроль температуры, минимизацию ошибок и снижение затрат.

Исследование подтверждает, что внедрение WMS-систем является стратегически важным шагом для компаний, стремящихся к повышению эффективности и конкурентоспособности. Опыт Канады служит убедительным примером успешного применения этих систем, который может быть адаптирован в других странах. В частности, для компаний в Российской Федерации значительный интерес представляет защитная система для программ WMS, применяемая в Канаде. Канадский опыт в области кибербезопасности может быть применен для российских компаний, чтобы повысить защиту их WMS-систем, что в перспективе увеличит эффективность использования WMS в силу постоянных обновлений программных обеспечений.

Список литературы

1. Анализ размера, доли и влияния глобального рынка систем управления складом на COVID-19 по предложению (программное обеспечение и услуги), по типу развертывания (локально и в облаке), по применению (система управления трудом, аналитика и оптимизация, выставление счетов и управление складом, системная интеграция и обслуживание, консалтинговые услуги, другие), по конечному использованию (электронная коммерция, розничная торговля и потребительские товары, здравоохранение и фармацевтика, производство, продукты питания и напитки, транспорт и логистика, автомобилестроение, другие) и по региону (Северная Америка, Европа, Азиатско-Тихоокеанский регион, Латинская Америка, Ближний Восток и Африка), анализ и прогноз на 2022-2032 гг. // Sherical Insights URL: https://www.sphericalinsights.com/ru/reports/warehouse-management-systems-market (дата обращения: 29.03.2025).

2. Канада как экспортная держава − особенности, перспективы и вызовы // Canada.by URL: https://canada.by/articles/kanada-kak-eksportnaya-derzhava-osobennosti-perspektivy-i-vyzovy (дата обращения: 29.03.2025).
3. Размер рынка холодильных складов Канады, прогноз на 2033 год // Sherical Insights URL: https://www.sphericalinsights.com/ru/reports/canada-refrigerated-warehousing-market (дата обращения: 29.03.2025).
4. Решения по автоматизации управления складским хозяйством // Склад &Техника URL: https://sitmag.ru/article/10198-resheniya-po-avtomatizatsii-upravleniya-skladskim-hozyaystvom (дата обращения: 29.03.2025).
5. Best Warehouse Management Software in Canada // Software suggest URL: https://www.softwaresuggest.com/warehouse-management-software/canada (дата обращения: 29.03.2025).
6. PALMS WMS – CANADA // Palms. Smart warehouse Management System URL: https://www.onpalms.com/region-country/warehouse-management-software-canada/ (дата обращения: 29.03.2025).
7. Top 10 Warehouse Management Software in Canada // SoftwareWorld URL: https://www.softwareworld.co/warehouse-management-software-canada/ (дата обращения: 29.03.2025).
8. WMS: проблемы, особенности, решения // КСЛ | Координационный совет по логистике URL: https://www.ec-logistics.ru/articles/wms_problemy_osobennosti_25 (дата обращения: 29.03.2025).

Лямунов Г.А.
студент,
liamunov03@yandex.ru
*Научный руководитель**: Каримова И.Ю.***
старший преподаватель
Московский политехнический университет
Россия, Москва
irinland@ya.ru

РАЗРАБОТКА КОММУНИКАЦИОННОЙ КАМПАНИИ С ПОМОЩЬЮ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. Статья посвящена применению инструментов и технологий использования искусственного интеллекта в сфере рекламы и PR, проведено исследование примеров использования сформулированных пользователем запросов (промптов) в нейросетях для разработки коммуникационной кампании. На основании полученных результатов сформулированы рекомендации для повышения эффективности применения ИИ для разработке коммуникационной кампании фирмы (на примере российского бренда-производителя товаров длительного использования широкого спроса). Результаты данного исследования будут полезны всем компаниям, применяющим ИИ как один из современных инструментов в своей рекламной и PR-деятельности.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, связи с общественностью, рекламная деятельность.

Lyamunov G.A.
Student,
liamunov03@yandex.ru
Scientific Advisor: ***Karimova I.Yu.***
Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow
irinland@ya.ru

DEVELOPING A COMMUNICATION CAMPAIGN USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TOOLS

Abstract. The article is devoted to the application of various tools and technologies for the use of artificial intelligence in the field of advertising and PR, due to the study of various neural networks and user-formulated queries (prompts) for the development of a communication campaign. Based on the results obtained, recommendations are formulated to increase the effectiveness of the use of AI technologies in the development of a company's communication campaign (using the example of a Russian brand manufacturing durable consumer goods). The results of this study will be useful to all companies using AI as one of the modern tools in their advertising and PR activities.

Keywords: Artificial intelligence, public relations, advertising.

Актуальность данной статьи обусловлена активным развитием технологий искусственного интеллекта (ИИ), их активным применением в сфере рекламы и PR, а также в сфере массовых коммуникаций в целом. Компании, начинающие внедрять технологии ИИ в своей коммуникационной деятельности, отмечают, с одной стороны, позитивные эффекты от внедрения: например, экономию ресурсов и скорость получения готового результата; с другой стороны – не всегда точные и релевантные запросам ответы нейросетей. Зависимость получаемых результатов от точности формулировки запросов (промптов) не всегда очевидна, как и то, какую именно нейросеть использовать для разработки креативной концепции, текстов коммуникационных сообщений и т.д. Исследования по теме применения технологий ИИ проводятся параллельно с разработками по совершенствованию таких инструментов, как нейросети, чат-боты и другие прикладные инструменты, в которых в той или иной степени используется ИИ, проводятся постоянно, но вместе с тем единого подхода к перспективам применения ИИ в коммуникационной политике фирм, пока нет, и многие компании до сих пор достаточно осторожно, методом проб и ошибок, внедряют эти технологии. Наше исследование посвящено тому, как можно использовать ИИ в разработке коммуникационной кампании фирмы, на примере российского производителя мебели «Брендосс», активно применяющего эти технологии в своей деятельности, но вместе с тем также стремящегося к повышению эффективности применения этих инструментов на практике. Полученные в ходе исследования рекомендации будут полезны всем компаниям, также использующим технологии ИИ в своей рекламной и PR-деятельности.

Цель исследования – выявление закономерностей применения алгоритмов ИИ в выдаче ответов на поисковые запросы (промпты) и разработка рекомендаций по повышению точности их формулировок для компаний, использующих ИИ в своей коммуникационной деятельности.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Тестирование различных нейросетей по типовым запросам, применяемым для разработки коммуникационных кампаний;
2. Тестирование различных промптов для повышения эффективности и точности получаемых ответов;
3. Выявление возможностей и ограничений алгоритмов нейросетей и выявление «слепых зон», то есть тех составляющих коммуникационной деятельности, где применение ИИ нецелесообразно или неэффективно;
4. Разработка рекомендаций для фирм, применяющих технологии ИИ в разработке коммуникационных кампаний, по повышению эффективности их использования.

В рамках исследования была выдвинута гипотеза о том, что стандартные задачи, с которыми ИИ может успешно справиться, должны быть сформулированы таким образом, чтобы избежать двоякого толкования алгоритмами нейросетей – поскольку, в отличие от естественного интеллекта, ИИ не может «догадаться» или «уточнить» запрос, как это происходит в ходе беседы, групповой дискуссии, мозгового штурма или иной формы организации креативного процесса, которая используется в классических методах разработки коммуникационных стратегий. Кроме того, в отличие от человека, который может воспринять поставленную задачу целиком, и разбить ее самостоятельно на логические составляющие, запросы к ИИ необходимо формулировать таким образом, чтобы задачи были сразу разбиты на подзадачи, и далее объединить их в логичный единый ответ – задача, которая пока под силу только человеку.

Разберем эти закономерности на примере результатов запроса, сформулированного для различных нейросетей.

1. Промпт-запрос:

«Разработайте комплексный анализ бренда и план его развития, включая слоган, философию, миссию, ценности, позиционирование, уникальное торговое предложение, архетип или характер бренда, сегменты целевой аудитории и тон голоса.

2. Шаги:

1. Придумать слоган/дескриптор:

Разработайте запоминающееся и актуальный слоган мебельной компании BRENDOSS, отражающий их суть.

2. Философия, миссия и ценности:

– Определите основную философию, которой руководствуется бренд.

– Сформулируйте миссию.

– Перечислите фундаментальные ценности, которых придерживается бренд.

3. Позиционирование и уникальное торговое предложение (USP):

– Определите рыночное позиционирование бренда.

– Определите уникальное торговое предложение, которое отличает бренд от конкурентов.

4. Архетип или характер бренда:

– Выберите архетип бренда или определите характер, который соответствует идентичности бренда.

5. Целевая аудитория:

– Создайте подробные портреты каждого сегмента целевой аудитории, включая демографию, психографию и потребности.

6. Тональность голоса:

– Определите тон голоса, который бренд будет использовать в коммуникациях, чтобы он соответствовал характеру бренда и аудитории.

Формат вывода

Подготовьте структурированный документ с разделами для каждого компонента плана анализа и развития бренда. Каждый раздел должен быть четко обозначен и содержать подробную информацию, как описано в инструкциях.

Примечания

– Убедитесь, что каждый раздел соответствует конкретному анализируемому бренду.

– Учитывайте культурные и рыночные факторы при определении элементов бренда.

– Тональность изложения должна быть одинаковой во всех коммуникациях бренда.»

Запросы-промпты были сделаны в таких нейросетях, как DeepSeek с функцией DeepThink (R1), GROK с функцией Think и возможностью поиска, и ряд других), были получены в целом схожие варианты.

3. Проанализируем полученные ответы

А) DeepSeek с функцией DeepThink (R1)

– Название: BRENDOSS

– Слоган: «Современный уют − создан для вас»

– Философия: «Превращать дома в пространства, где каждая деталь отражает индивидуальность, а комфорт становится неотъемлемой частью жизни»*.

– Миссия: «Создавать доступную, качественную и стильную мебель, которая объединяет инновации, функциональность и эстетику, делая жизнь клиентов комфортнее».

– Ценности:

1. Инновации − использование современных технологий в производстве.

2. Надежность − гарантия качества и долговечности мебели.

3. Клиентоориентированность − индивидуальный подход к дилерам и покупателям.

4. Доступность − разумные цены при премиальном качестве.

– Позиционирование:

BRENDOSS − лидер в производстве доступной мягкой мебели с современным дизайном, ориентированный на клиентов, ценящих комфорт, стиль и скорость обслуживания*.

– USP:

«Мебель отгружаем за 1 день − ваш уют начинается сегодня»*.

Комбинация быстрой логистики, эксклюзивных условий для дилеров и гарантии 18 месяцев.

– Архетип: Созидатель

BRENDOSS вдохновляет клиентов на создание уникального пространства, предлагая мебель, которая сочетает функциональность и эстетику. Бренд ассоциируется с креативностью, практичностью и заботой о комфорте.

Тон голоса

– Основные характеристики:

– Дружелюбный и поддерживающий:

«Мы поможем подобрать идеальный диван для вашей гостиной!»

– Профессиональный, но без излишнего формализма:

«Наши технологии позволяют гарантировать износостойкость обивки».

– Вдохновляющий:

«Создайте пространство, в котором захочется остаться навсегда».

– Примеры:

– Для соцсетей: эмоциональные посты с акцентом на дизайн («Ваш диван может быть таким же стильным!»).

– Для дилеров: четкие, структурированные предложения с акцентом на выгоды («Эксклюзивные условия и быстрая окупаемость»).

Рекомендации для развития бренда:

1. Усиление digital-присутствия:

– Запустить AR-приложение для «примерки» мебели через смартфон (уже упоминается в материалах).

– Активно использовать отзывы в рекламе (например, видео-истории клиентов).

2. Работа с лояльностью:

– Ввести программу для постоянных клиентов (скидки, бесплатный сервисный осмотр).

– Улучшить обработку негативных отзывов: автоматизировать уведомления о проблемах.

3. Расширение ассортимента:

– Добавить линейку эко-мебели (использование переработанных материалов).

– Разработать модульные системы для малогабаритных помещений.

4. Партнерские программы:

– Сотрудничать с дизайнерами интерьеров для продвижения бренда.

– Проводить вебинары для дилеров на тему «Как увеличить продажи мягкой мебели».

Итог: BRENDOSS имеет сильную базу для роста за счет акцента на скорость, качество и клиентоориентированность. Упор на цифровизацию и эмоциональную связь с аудиторией поможет укрепить позиции на рынке.

Б) **Ответ GROK с функцией Think и возможностью поиска:**

– Слоган: «Комфорт, который вдохновляет»

Слоган «Комфорт, который вдохновляет» основан на повторяющихся темах в отзывах клиентов и ответах компании. Он запоминающийся, лаконичный и отражает нацеленность BRENDOSS на создание мебели, повышающей комфорт и стиль жизни, в соответствии с их акцентом на качество, дизайн и удовлетворенность клиентов.

– Философия:

BRENDOSS верит, что мебель − это не просто предметы интерьера, а основа для создания уюта, гармонии и самовыражения. Бренд стремится объединять эстетику, функциональность и долговечность, превращая каждое пространство в отражение индивидуальности и источник вдохновения для своих владельцев.

Эта философия вдохновлена отзывами, восхваляющими оригинальность (например, «диван Честер», «кресло как в Матрице») и комфорт, что наводит на мысль о том, что в BRENDOSS мебель − это нечто большее, чем просто полезность, это улучшение качества жизни.

– Миссия:

«Создавать стильную, функциональную и качественную мебель, которая вдохновляет на уют и творчество, обеспечивая клиентам комфорт и поддержку на каждом этапе − от выбора до эксплуатации.»

Миссия отражает приверженность BRENDOSS качеству и сервису, о чем свидетельствует их 18-месячная гарантия и оперативная поддержка клиентов, при этом подчеркивая вдохновение и практичность.

– Архетип: «Творец» (Creator): BRENDOSS воплощает стремление к созданию уникальных, вдохновляющих и функциональных предметов мебели, помогая клиентам выразить свою индивидуальность. Характер бренда − теплый, заботливый, креативный и профессиональный, что отражено в их коммуникациях («С любовью и заботой») и акценте на оригинальный дизайн (e.g., «Честер,» «как в Матрице»).

4. Подведем итоги

Таким образом, один и тот же запрос, сделанный в различных нейросетях, показал в целом схожие результаты: отражение в предложенных слоганах стремление к экологичности и комфорту, дружелюбность тона коммуникаций и использование архетипа Творца (Создателя).

Архетип Создателя действительно подходит бренду благодаря акценту на инновациях, индивидуализации и вдохновении клиентов на создание своих идеальных пространств в соответствии с такими отзывами, как «оригинальность дивана нас порадовала». Тон коммуникации – теплый, заботливый, вдохновляющий и профессиональный – также выбран верно. BRENDOSS общается с клиентами как с друзьями, подчеркивая поддержку и радость от их удовлетворения, но сохраняет уверенность и экспертность.

Чуть различающиеся рекомендации были даны нейросетями в отношении целевых аудиторий, и это также представляет интерес для отдела маркетинга фирмы. Наряду с уже имеющимися у компании сегментами как «Молодые семьи», были предложены такие интересные формулировки, как: «Дизайн-энтузиасты», а также дана рекомендация обратить внимание на корпоративный сегмент заказчиков (Малый бизнес, Студии красоты и т.д.».

Полученный план анализа и развития бренда позиционирует BRENDOSS как динамичный, ориентированный на клиента мебельный бренд, сочетающий доступность по цене с первоклассным качеством и персонализацией. Слоган «Комфорт, который вдохновляет» отражает суть компании, а философия, миссия и ценности усиливают ее приверженность качеству и креативности. Архетип создателя и теплый, вдохновляющий тон усиливают эмоциональную связь с различными сегментами − семьями, профессионалами и энтузиастами дизайна, − закладывая прочную основу для роста на конкурентном российском мебельном рынке. Этот структурированный документ соответствует требованиям запроса, обеспечивая согласованную и действенную стратегию брендинга на основе доступных данных.

Особенно хотелось бы отметить, что данный анализ был сделан нейросетями на основании достаточно небольшого объема информации, содержащегося в промпте. Дальнейшее применение ИИ также возможно при обработке большого объема данных, например, полученных в ходе маркетинговых исследований, опросов и т.д.

Что касается различных формулировок промптов в одной и той же нейросети, хотелось бы отметить, что чем более точно и четко будет сформулирован сам запрос, и прописаны дескрипторы и требования к итоговому результату – тем более точный и релевантный ответ даст нейросеть. Расплывчатость ответов, на которую иногда жалуются те, кто только начинает работать с нейросетями, может быть вызвана именно тем, что запрос формулируется нечетко или дает двоякое толкование. Кроме того, данная в начале статьи рекомендация о максимальной структуризации и логического

разбиения объемного запроса на конкретные небольшие подзадачи, также нашла свое подтверждение в ходе нашего исследования.

Таким образом, цели и задачи данного исследования достигнуты.

В качестве заключения хотелось бы отметить, что в данном исследовании ИИ ни в коей степени не призван заменить работу профессиональных специалистов по брендингу, маркетингу, рекламе и PR, в том числе в проанализированной компании. В данном случае рассматривались возможности ИИ именно в помощь этим специалистам: протестировать имеющиеся у компании гипотезы по новым рынкам и целевым аудиториям, попробовать расставить новые акценты в имеющейся стратегии коммуникаций, разработать новые формулировки рекламных и PR-текстов, и сделать работу специалистов в целом более творческой, передав ИИ рутинные задачи, например, такие как оптимизация контента, разработка и оптимизация медиапланов, анализ трендов и прогнозирование, создание визуальных элементов, расчет оценки эффективности рекламных кампаний и т.д.

Таким образом, искусственный интеллект может быть действительно хорошим помощником для профессионалов в рекламе и PR, при условии правильной постановки целей и задач, что и было продемонстрировано в ходе данного исследования.

Список литературы

1. Горохов А. В., Мартынов В.А., Гаврин В. А. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ // Скиф. 2022. №4 (68). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-2 (дата обращения: 02.04.2025)

2. Червова Н. В. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В УПРАВЛЕНИИ ПРОДАЖАМИ, МАРКЕТИНГЕ И РЕКЛАМЕ // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2024. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-neyroseteyv-upravlenii-prodazhami-marketinge-i-reklame (дата обращения: 02.04.2025)

3. Measuring trends in AI, ACCESS THE PUBLIC DATA, Diversity, Charts, fig_8.1.7 // Stanford University. 2024. URL: https://aiindex.stanford.edu/report/ (дата обращения: 01.04.2025)

4. Montti Roger. Research Shows That Offering Tips To ChatGPT Improves Responses // searchenginejournal.com. 2024. URL: https://www.searchenginejournal.com/research-chatgpt-prompts/507535 (дата обращения: 24.03.2025)

Матвеева А.В., Межонная О.Н.
студенты,
matalek.2409@mail.ru, mezhonnayaolya@gmail.com
Научный руководитель: ***Полулях В.Е.***
преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
varyapolulyakh@mail.ru

БУДУЩЕЕ HR: ПРОГНОЗЫ И ВЫЗОВЫ НА БЛИЖАЙШИЕ ГОДЫ

Аннотация. Основная цель статьи – провести исследование основных тенденций, прогнозов и вызовов, с которыми HR-отрасль столкнётся в ближайшие годы; рассмотреть вопросы, связанные с влиянием технологий, изменениями на рынке труда, новыми требованиями со стороны работников и необходимостью адаптации HR-стратегий к новым реалиям.

Ключевые слова: искусственный интеллект, вызовы, прогнозы, HR-специалисты, будущее, рынок труда, технологии.

Matveeva A.V., Mezhonnaya O.N.
Students,
matalek.2409@mail.ru, mezhonnayaolya@gmail.com
Scientific Advisor: ***Polulyakh V.E.***
Lecturer
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
varyapolulyakh@mail.ru

THE FUTURE OF HR: FORECASTS AND CHALLENGES FOR THE COMING YEARS

Abstract. The main purpose of the article is to investigate the main trends, forecasts and challenges that the HR industry will face in the coming years; to consider issues related to the impact of technology, changes in the labour market, new demands from employees and the need to adapt HR strategies to the new realities.

Keywords: artificial intelligence, challenges, forecasts, HR specialists, future, labor market, technologies.

Введение

В современном постоянно меняющемся мире бизнеса роль HR-специалистов приобретает особое значение. Конкуренция за таланты высока, а технологические новшества требуют быстрой адаптации. В связи с этим становится крайне важным понимать, каким будет HR в будущем, чтобы успешно справляться с новыми вызовами. Данная работа посвящена исследованию ключевых тенденций, прогнозов, проблем и инноваций, формирующих бу-

дущее HR-отрасли. Мы проанализируем влияние технологий, изменение потребностей работников и новые подходы к управлению персоналом, чтобы предложить HR-специалистам стратегии, необходимые для успешной работы в новых условиях.

HR в эпоху цифровой трансформации: четыре столпа будущего кадровой политики

Современный ландшафт бизнеса характеризуется стремительными изменениями, обусловленными технологическим прогрессом, меняющимися ценностями рабочей силы и глобальными событиями, такими как пандемия COVID-19. В этой динамичной среде HR-отделы вынуждены адаптироваться и переосмысливать свою роль, чтобы эффективно поддерживать развитие организации и благополучие сотрудников. В данной главе мы подробно рассмотрим четыре ключевых тренда, определяющих будущее HR: использование технологий и автоматизация процессов, увеличение фокуса на Employee Experience, адаптация к гибридным и удаленным моделям работы, а также нарастающая роль данных и аналитики в HR. Понимание этих трендов и их интеграция в HR-стратегию – залог успешной адаптации к новым реалиям и обеспечения конкурентоспособности организации.

Технологии и автоматизация: трансформация HR-процессов. Внедрение технологий и автоматизация перестали быть просто модным веянием – это насущная необходимость для оптимизации HR-процессов и повышения эффективности работы HR-специалистов. Автоматизация рутинных задач освобождает ценное время, позволяя сосредоточиться на более стратегически важных инициативах, связанных с развитием человеческого капитала и улучшением опыта сотрудников.

Опыт сотрудника (EX): в центре внимания – сотрудник. В современном мире конкуренция за таланты высока, и компании, которые игнорируют потребности и ожидания своих сотрудников, рискуют потерять лучших специалистов. Поэтому фокус на Employee Experience (EX) – создании позитивного и вовлекающего опыта сотрудника на всех этапах его жизненного цикла в компании – становится критически важным. EX охватывает все аспекты работы сотрудника, от процесса найма до увольнения, включая взаимодействие с коллегами, руководством, инфраструктурой и технологиями.

Гибридные и удаленные модели работы. Пандемия COVID-19 ускорила переход к гибридным и удаленным моделям работы, и многие компании осознали преимущества такой организации труда, включая повышение гибкости, снижение затрат на аренду офисов и расширение географии поиска талантов. Однако успешная адаптация к новым моделям работы требует разработки новых политик и процедур, а также использования соответствующих технологий.

Данные и аналитика в HR: принятие обоснованных решений. HR-аналитика – это использование данных и аналитических инструментов для принятия обоснованных решений в области управления человеческим капиталом. HR-данные могут помочь компаниям выявлять проблемные зоны, оптимизировать процессы, повышать эффективность работы и принимать решения на основе фактов, а не интуиции.

Сбор и анализ HR-данных: компании должны собирать данные о сотрудниках из различных источников, включая HRIS, системы учета рабочего времени, опросы, отчеты о производительности и т.д. Затем эти данные необходимо анализировать, чтобы выявлять закономерности, тенденции и взаимосвязи.

HR-метрики и KPI: компании должны определить ключевые HR-метрики и KPI («Key Performance Indicators»), которые будут использоваться для измерения эффективности HR-функции и прогресса в достижении целей. Примеры: текучесть кадров, вовлеченность сотрудников, стоимость найма, время найма, эффективность обучения и т.д.

HR-аналитика может использоваться для прогнозирования текучести кадров, выявления сотрудников, находящихся в группе риска, а также для моделирования различных сценариев и оценки их влияния на бизнес.

Результаты HR-аналитики должны использоваться для принятия обоснованных решений в области управления человеческим капиталом, таких как разработка программ обучения и развития, оптимизация процесса найма, изменение системы вознаграждения и т.д.

HR-прогнозы на будущее

Сфера управления человеческими ресурсами (HR) находится в состоянии постоянной трансформации, обусловленной стремительным развитием технологий, глобализацией и меняющимися ожиданиями сотрудников. В этой главе представлен обзор прогнозов и вызовов, с которыми HR-специалистам предстоит столкнуться в ближайшие годы, с акцентом на 2025 и 2030 годы, а также рассмотрены ключевые тенденции и их влияние на рынок труда и подходы к управлению персоналом.

К 2025 году рынок труда претерпит значительные изменения, которые потребуют от HR-специалистов гибкости и адаптации.

К этому времени аналитика данных станет ключевым инструментом для принятия обоснованных решений в области управления персоналом.

Углубленный анализ изменений на рынке труда позволит:

- Использовать данные для выявления скрытых тенденций и закономерностей, влияющих на рынок труда.
- Принимать более обоснованные решения о найме, продвижении и развитии персонала.
- Оптимизировать процессы управления талантами и повысить эффективность HR-стратегий.

- Создавать персонализированные программы обучения и развития, основанные на анализе данных о потребностях и возможностях каждого сотрудника.
- Выявить основные факторы, влияющие на мотивацию и вовлеченность сотрудников в условиях высокой конкуренции и быстро меняющихся требований.

Чтобы оставаться конкурентоспособными, компании должны адаптироваться к меняющимся требованиям со стороны сотрудников, особенно представителей поколений Z и Альфа. Это требует от HR-специалистов пересмотра традиционных подходов к управлению персоналом.

Поколение Z и Альфа: новые поколения работников будут предъявлять повышенные требования к условиям труда, балансу между работой и личной жизнью, а также к корпоративной культуре и ценностям. HR-специалистам предстоит разработать привлекательные предложения, учитывающие эти потребности, включая гибкий график, удалённую работу, возможности для обучения и развития, а также акцент на экологичности и социальной ответственности бизнеса.

Индивидуализация опыта: ожидается рост спроса на персонализированный подход к управлению персоналом, включая индивидуальные планы развития, гибкие системы вознаграждения и возможности для самореализации.

Акцент на благополучии: все больше компаний будут уделять внимание физическому и психическому здоровью сотрудников, предлагая программы поддержки, психологическую помощь и возможности для улучшения общего благополучия.

Анализ тенденций автоматизации в сфере управления персоналом позволяет выделить следующие ключевые прогнозы, определяющие будущее этой области:

1. Автоматизация рутинных задач: автоматизация затронет многие HR-процессы, включая подбор персонала, адаптацию, управление талантами и администрирование. HR-специалистам потребуется освоить новые технологии и инструменты, такие как системы управления персоналом (HRMS), чат-боты и аналитика больших данных (Big Data), чтобы оптимизировать рабочие процессы и повысить эффективность.
2. Перераспределение ролей: автоматизация приведет к изменению структуры рабочих мест. Рутинные задачи будут автоматизированы, а роль HR-специалистов сместится в сторону стратегического планирования, развития талантов, управления изменениями и формирования корпоративной культуры.
3. Необходимость переквалификации: для успешной адаптации к новым условиям HR-специалистам потребуется постоянное обучение и переквалификация, направленные на развитие навыков в области аналитики, управления данными, работы с цифровыми инструментами и коммуникации.

Стоит отметить, что к 2030 году «мягкие» навыки станут одним из ключевых факторов, определяющих успешность в карьере и при подборе персонала.

Профессии и специальности будут вынуждены адаптироваться под натиском развития ИИ. В частности, изменения коснутся:

- Автоматизация интеллектуального труда: ИИ будет автоматизировать не только рутинные, но и некоторые интеллектуальные задачи, требующие анализа данных, принятия решений и устранения проблем. Это приведет к изменениям в структуре профессий и появлению новых востребованных специальностей, связанных с разработкой, внедрением и обслуживанием ИИ.
- Необходимость в креативности и критическом мышлении: навыки, которые сложно автоматизировать, такие как креативность, критическое мышление, решение сложных задач, эмоциональный интеллект и коммуникативные навыки, будут приобретать все большее значение.
- Роль человеческого фактора: несмотря на развитие ИИ, человеческий фактор останется ключевым элементом во многих сферах деятельности, особенно в тех, где важны взаимоотношения, эмпатия и принятие решений в нестандартных ситуациях.
- Гибкость и адаптивность: лидеры должны будут обладать высокой гибкостью и способностью быстро адаптироваться к меняющимся условиям. Важными качествами будут умение работать в условиях неопределенности, быстро принимать решения и управлять изменениями.
- Развитие командной работы: все большее значение будет приобретать умение создавать и управлять эффективными командами, основанными на сотрудничестве, взаимном уважении и общей цели.
- Эмпатийное лидерство: умение понимать эмоции и потребности сотрудников, проявлять заботу и оказывать поддержку станет важным атрибутом эффективного лидера.

Будущее HR будет характеризоваться динамичными изменениями, вызванными технологическим прогрессом, меняющимися требованиями работников и растущей ролью «мягких» навыков. HR-специалистам предстоит адаптироваться к новым вызовам, развивать необходимые компетенции и стратегически подходить к управлению персоналом.

Вызовы на пути к будущему: с чем столкнется HR-специалист?

В предыдущих главах мы рассмотрели ключевые тренды, формирующие современную HR-сферу. Однако вместе с возможностями приходят и серьезные вызовы. Успешная адаптация к новым реалиям потребует от HR-специалистов не только понимания трендов, но и умения эффективно решать возникающие проблемы. В этой главе мы рассмотрим основные вызовы, с которыми столкнется HR: проблемы с удержанием талантов в условиях высокой конкуренции, увеличение разнообразия и инклюзивности: как

справляться с вызовами, этика и правовые аспекты использования данных о сотрудниках, а также подготовка кадров к изменениям и освоение новых навыков.

Глобализация, цифровизация и ускоренные темпы развития экономики приводят к усилению конкуренции за высококвалифицированных специалистов. Сегодня сотрудники имеют больше возможностей для выбора, и удержать лучших становится все сложнее. Просто предложить хорошую зарплату уже недостаточно.

Вызов: как создать привлекательную рабочую среду, которая будет удерживать сотрудников?

Решение: инвестиции в Employee Experience (EX): создание позитивного и вовлекающего опыта сотрудника на всех этапах его жизненного цикла в компании. Это включает в себя комфортную рабочую обстановку, возможности для развития, признание достижений, а также поддержание баланса между работой и личной жизнью.

Персонализированные программы развития: предложение индивидуальных программ обучения и развития, соответствующих потребностям и карьерным целям каждого сотрудника.

Конкурентное вознаграждение и бенефиты: предложение не только конкурентной заработной платы, но и привлекательного пакета льгот, включающего медицинское страхование, пенсионные отчисления, программы wellness, и другие преимущества.

Развитие корпоративной культуры, основанной на ценностях: создание атмосферы доверия, уважения и поддержки, где каждый сотрудник чувствует себя ценным и значимым.

Регулярная обратная связь и открытая коммуникация: обеспечение сотрудников возможностью регулярно получать обратную связь о своей работе, а также свободно высказывать свое мнение и предложения.

Современные компании также все больше стремятся к созданию разнообразной и инклюзивной рабочей среды, где каждый сотрудник, независимо от его происхождения, гендерной идентичности, сексуальной ориентации, возраста или других характеристик, чувствует себя принятым и уважаемым.

Вызов: как эффективно управлять разнообразием и создавать инклюзивную культуру, где каждый сотрудник имеет равные возможности для развития и карьерного роста?

Решение: внедрение политик и практик, направленных на обеспечение равенства – обеспечение равного доступа к возможностям трудоустройства, обучения, продвижения по службе и другим ресурсам компании для всех сотрудников.

Проведение тренингов и семинаров по вопросам DE&I: повышение осведомленности сотрудников о важности разнообразия и инклюзивности, а также обучение их навыкам эффективного взаимодействия с людьми из разных культур и с разным опытом.

Создание групп поддержки и аффинити-групп: предоставление сотрудникам возможности объединяться по интересам или принадлежности к определенной группе, чтобы поддерживать друг друга и обмениваться опытом.

Обеспечение инклюзивного лидерства: развитие у руководителей навыков, необходимых для эффективного управления разнообразными командами и создания инклюзивной рабочей среды.

Регулярный мониторинг и анализ данных о DE&I: отслеживание прогресса в достижении целей по разнообразию и инклюзивности, а также выявление областей, требующих улучшения.

Не стоит забывать, что в эпоху цифровизации HR-специалисты имеют доступ к огромному объему данных о сотрудниках. Однако сбор, хранение и использование этих данных должны осуществляться с соблюдением этических норм и правовых требований.

Вызов: как обеспечить защиту данных сотрудников и соблюдать этические принципы при использовании HR-аналитики и других технологий?

Решение: соблюдение законодательства о защите персональных данных – ознакомление с требованиями GDPR («General Data Protection Regulation») и других применимых законов и нормативных актов.

Прозрачность и информирование сотрудников: предоставление сотрудникам информации о том, какие данные о них собираются, как они используются, и как они могут получить доступ к своим данным и исправить их.

Минимизация сбора данных: сбор только тех данных, которые действительно необходимы для достижения конкретных целей.

Безопасное хранение данных: использование надежных систем хранения данных и обеспечение их защиты от несанкционированного доступа.

Ограничение доступа к данным: предоставление доступа к данным только тем сотрудникам, которым это необходимо для выполнения их должностных обязанностей.

Разработка этического кодекса использования данных: установление четких принципов и правил использования данных о сотрудниках, которые соответствуют ценностям компании и уважают права сотрудников.

Инновации и технологии в HR

Искусственный интеллект (ИИ) трансформирует подбор персонала, автоматизируя процессы и повышая эффективность.

- Автоматизация рутинных задач: скрининг резюме (ИИ анализирует резюме по критериям, экономя время HR-специалистов), чат-боты (отвечают на вопросы, назначают собеседования, снижают нагрузку на HR-специалистов), оценка навыков (онлайн-тесты и геймификация, оценивают «hard» и «soft skills»).

- Повышение объективности: ИИ минимизирует дискриминацию, создавая справедливый отбор.
- Улучшение качества подбора: анализ данных (выявляет успешных кандидатов на основе опыта и навыков), прогнозирование успеха (ИИ оценивает адаптацию и удержание в компании), рекомендации (предлагает подходящих кандидатов из различных источников).

Рекомендации для HR-специалистов

В условиях динамично меняющегося рынка труда и быстрого технологического развития HR-специалистам необходим новый набор навыков и подходов. Вот основные направления, на которые стоит обратить внимание.

Разработка стратегий, учитывающих трансформации рынка труда.

Постоянный мониторинг тенденций: HR-специалистам необходимо регулярно анализировать данные о состоянии рынка труда, изменениях в структуре занятости, новых профессиях и компетенциях. Это включает в себя изучение отчетов о занятости, анализ статистики, отслеживание новых тенденций и, конечно, активное общение с экспертами.

- Анализ текущего состояния компании: важно проводить комплексную оценку текущего состояния кадрового состава компании, включая анализ имеющихся навыков, потенциальных потребностей в новых компетенциях и готовности сотрудников к переменам. Это требует проведения опросов, оценки навыков, анализа данных о производительности и текучести кадров.
- Разработка гибких стратегий: на основе полученных данных необходимо разрабатывать стратегии, учитывающие различные сценарии развития. Эти стратегии должны включать программы переквалификации. Необходимо отслеживать изменения в производительности, уровне удовлетворенности сотрудников, затратах на обучение и текучести кадров, чтобы своевременно корректировать подходы и адаптировать их к меняющимся условиям.

Постоянное повышение профессиональной квалификации и освоение технологий.

Освоение новых технологий: HR-специалистам необходимо быть в курсе новых технологий, применяемых в управлении персоналом. Это включает в себя работу с системами управления персоналом (HRMS), инструментами для анализа больших данных, платформами для онлайн-обучения, а также освоение основ.

Использование возможностей ИИ и машинного обучения: HR-специалисты должны понимать потенциал ИИ и машинного обучения в HR-процессах. Это включает в себя изучение примеров использования ИИ при подборе персонала, оценке производительности и прогнозировании текучести кадров, а также участие в экспериментах и пилотных проектах.

Акцент на развитии корпоративной культуры и поддержании ценностей компании.

- Определение и укрепление ценностей: HR-специалисты играют важную роль в определении ценностей компании и обеспечении соответствия этих ценностей миссии и стратегии бизнеса. Это требует проведения опросов и интервью с сотрудниками, совместной работы с руководством для формирования ценностей, их документирования и обеспечения доступности для всех.
- Интеграция ценностей во все HR-процессы: необходимо интегрировать корпоративные ценности во все HR-процессы, включая подбор персонала, оценку производительности, обучение и систему вознаграждения. Это включает в себя разработку критериев отбора, основанных на ценностях, оценку поведения сотрудников, разработку программ, направленных на укрепление ценностей, а также увязку вознаграждения с достижением результатов и соответствием ценностям.
- Создание вовлеченной рабочей среды: HR-специалисты должны создавать среду, в которой сотрудники чувствуют себя вовлеченными в работу компании, ценными и признанными за свой вклад. Это включает в себя организацию мероприятий, направленных на укрепление командного духа, признание достижений, обеспечение возможностей для роста и развития, а также создание комфортной и безопасной рабочей среды.
- Поддержка многообразия и инклюзивности: создание среды, в которой ценятся различия, является обязательным условием. Это требует разработки политики, направленной на борьбу с дискриминацией, обучения сотрудников принципам многообразия и инклюзивности, создания групп поддержки для различных категорий сотрудников.

Эти рекомендации помогут HR-специалистам эффективно справляться с вызовами будущего и успешно адаптировать свои стратегии к меняющимся условиям.

Заключение

Внешние и внутренние факторы требуют от HR-специалистов быстрой адаптации. Технологии, новые поколения работников и меняющийся рынок труда – это одновременно возможности и вызовы. Поддержание культуры, вовлеченности и инклюзивности также важно.

Успех HR зависит от обучения и гибкости, аналитического мышления и адаптации к переменам. HR-специалисты и руководители не должны бояться инноваций, а напротив, должны способствовать этому процессу путем инвестиций в обучение работников, приоритета мотиваций сотрудников и создание атмосферы доверия внутри коллектива.

Список литературы

1. Иванцевич Дж. М. Управление человеческими ресурсами / Дж. М. Иванцевич, А. А. Лобанов. – М. : Вильямс, 2021. – 672 с.
2. Каплан С. HR 2030: Как искусственный интеллект изменит управление персоналом / С. Каплан // Управление персоналом. – 2023. – № 5. – С. 34–41.
3. Петров А. В. Цифровизация HR: вызовы и перспективы / А. В. Петров // Кадровик. – 2022. – № 8. – С. 12–19.
4. Смирнова Е. А. Гибридная работа и новые компетенции HR-специалистов / Е. А. Смирнова // HR-практика. – 2023. – № 3. – С. 45–52.
5. Deloitte. 2024 Global Human Capital Trends [Электронный ресурс]. – URL: https://www2.deloitte.com/global-human-capital-trends (дата обращения: 12.03.2025).

Чекашкина Ю.О.
студент,
uliacekaskina@gmail.com
Научный руководитель: ***Шарян Э.Г.,***
к.э.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
sharyan-emma@mail.ru

ВОСПРИЯТИЕ ПРОДУКТА ЧЕРЕЗ ЛИЧНЫЙ БРЕНД

Аннотация. Автор в данной статье рассмотрел определение понятия «личный бренд», выделил, каким образом личный бренд влияет на восприятие продукта, рассмотрел теоретические подходы к влиянию личного бренда, а также этапы развития теории личного бренда, особо выделив статью Тома Питерса, который значительно повлиял в развитии теории личного бренда.

Ключевые слова: бренд; личный бренд; продукт; восприятие; целевая аудитория.

Chekashkina Yu.O.
Student,
uliacekaskina@gmail.com
Scientific Adviser: ***Sharyan E.G.,***
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
sharyan-emma@mail.ru

PRODUCT PERCEPTION THROUGH PERSONAL BRAND

Abstract. In this article, the author examined the definition of the concept of «personal brand», highlighted how a personal brand influences the perception of a product, considered theoretical approaches to the influence of a personal brand, as well as the stages of development of the

theory of a personal brand, especially highlighting the article by Tom Peters, who significantly influenced the development of the theory of a personal brand.

Keywords: brand; personal brand; product; perception; target audience.

Современный потребитель всё чаще делает выбор, опираясь не только на функциональные характеристики продукта, но и на эмоции, доверие и положительные ассоциации. Именно поэтому выстраивание личного бренда является одним из способов для налаживания эмоциональной связи потребителя с продуктом.

Что такое личный бренд?

Личный бренд − это уникальный образ, который ассоциируется с конкретным человеком. Он включает в себя репутацию, ценности, навыки, и помогает создать узнаваемость, доверие и авторитет в профессиональной или общественной сфере. [1]

Личный бренд влияет на восприятие продукта через: [2]

а) Переноса доверия

Когда человек доверяет эксперту, он автоматически начинает воспринимать и продукт, который тот продвигает, как надёжный.

Например, блогер-нутрициолог рекомендует витамины − аудитория воспринимает их как качественные благодаря доверию к эксперту.

б) Эмоциональной привязки

Продукт ассоциируется с личной историей и стилем жизни.

в) Создания уникального позиционирования

Личность придаёт продукту уникальность, которую невозможно скопировать.

Рассмотрим теоретические подходы к влиянию личного бренда: [2]

а) Теория ассоциативного восприятия (Brand Association Theory)

Потребители воспринимают бренды через ассоциации. Если личный бренд связан с профессионализмом, энергией или заботой − эти черты переносятся и на продукт.

б) Эффект ореола (Halo Effect)

Положительное впечатление о человеке переносится на всё, с чем он связан. Даже продукт среднего качества может восприниматься лучше, если его продвигает человек с сильным и положительным имиджем.

в) Социальное доказательство (Social Proof)

Когда известная личность пользуется продуктом, это воспринимается как подтверждение его качества. Это особенно работает в социальных сетях.

Рассмотрим также этапы развития теории личного бренда: [3]

1. До появления термина «личный бренд» идея самопрезентации и создания репутации существовала в различных формах:

– в XIX веке: промышленная революция и развитие СМИ (газеты, радио) позволили людям активно формировать общественное мнение.

– XX веке: политики, актеры и бизнесмены использовали медиа для создания имиджа. Например, Уолт Дисней или Коко Шанель стали узнаваемыми личностями благодаря своему уникальному стилю и ценностям.

Однако в этот период личный бренд не рассматривался как системная концепция.

2. 1997 год: Статья Тома Питерса «The Brand Called You»

Статья Тома Питерса, опубликованная в журнале Fast Company в 1997 году, стала поворотным моментом в развитии теории личного бренда. Питерс предложил революционную идею: каждый человек должен рассматривать себя как бренд.

Основные идеи статьи Тома Питерса:

- «Вы − бренд»: Питерс утверждал, что независимо от профессии, каждый человек должен активно управлять своей репутацией и образом.
- Уникальность: Он подчеркивал, что успех зависит от способности выделяться среди других.
- Маркетинг себя: Питерс предложил применять принципы маркетинга к собственной личности. А так же призывал постоянно улучшать свои навыки и адаптироваться к изменениям.

Статья стала манифестом для профессионалов, которые начали осознавать важность личного бренда в условиях растущей конкуренции.

3. 2000-е годы: развитие интернета и социальных сетей

С появлением интернета и социальных сетей (Facebook, LinkedIn, Twitter) личный бренд стал доступен для масс. Ключевые изменения:

– Доступность инструментов: Люди получили возможность самостоятельно продвигать себя через блоги, социальные сети и онлайн-портфолио.
- Глобальная аудитория: Интернет позволил выходить за пределы локального рынка и взаимодействовать с людьми по всему миру, а также создание новых профессий.

4. 2010-е годы: появление инфлюенсеров, блогеров и экспертов, которые строят карьеру на основе личного бренда.

5. 2020-е годы: личный бренд становится неотъемлемой частью профессиональной и личной жизни, где, онлайн-присутствие стало частью личной и профессиональной жизни.

Не стоит забывать, как бы эта теория не была удобна и успешна, существуют риски и ограничения:

- Участие в скандалах и информационных конфликтах лица бренда негативно влияют на продажи.
- Завышенные ожидания могут вызвать разочарование не только в продукте, но и в личности.
- Продукт может потерять ценность без лица, его продвигающего.

Вывод: теория личного бренда возникла как ответ на изменения в обществе, экономике и технологиях. Её фундаментальная база включает в себя принципы маркетинга, психологии и социологии. Сегодня личный бренд −

это не просто тренд, а необходимость для тех, кто хочет добиться успеха в профессиональной или общественной жизни

Список литературы

1. Пригаева М.И., Шарян Э.Г. Разработка коммуникационной стратегии бренда компании. В сборнике: Управление устойчивым инновационным развитием России в условиях цифровой трансформации. Материалы XV Международной научно-практической конференции памяти заслуженного деятеля науки РФ В.И. Кравцовой. Москва, 2024. С. 421-423.

2. Чех, К. К. Управление коммуникациями бренда в цифровой среде / К. К. Чех, И. Ю. Каримова // Роль экономического образования и науки в выполнении национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года: Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 30 ноября 2020 года. – Москва: МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ, 2020. – С. 130-134.

3. Шуваева, Е. К. Выбор каналов коммуникаций бренда в цифровом медиапространстве / Е. К. Шуваева, И. Ю. Каримова // Роль экономического образования и науки в выполнении национальных целей развития Российской Федерации на период до 2030 года: Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 30 ноября 2020 года. – Москва: МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ, 2020. – С. 135-138.

Симонян А.А.
студент,
arpine.simonyan898@bk.ru
Научный руководитель: ***Игнатьева О.В.***
к.ю.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва
oignatyeva@mail.ru

КУЛЬТУРА ОТКАЗА ОТ ПЕРЕРАБОТКИ: КАК БОРОТЬСЯ С ВЫГОРАНИЕМ И СОХРАНЯТЬ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Аннотация. В статье рассматривается проблема переработок и их влияние на профессиональное выгорание и продуктивность сотрудников. Анализируются основные причины переработок, включая высокую нагрузку, нехватку персонала и социальное давление, а также их последствия для здоровья и рабочей эффективности. На примере компании МТС показано, как формирование культуры отказа от переработок помогает сохранить баланс между работой и личной жизнью. Предложены инновационные решения, такие как AI-коучи и геймификация баланса, направленные на снижение стресса и повышение мотивации.

Ключевые слова: переработки; профессиональное выгорание; продуктивность; баланс работы и личной жизни; AI-коучи; геймификация баланса.

Simonyan.A.A.
Student,

arpine.simonyan898@bk.ru
Scientific Advisor: ***Ignatyeva O.V.***
Candidate of Law Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University
Russia Moscow
oignatyeva@mail.ru

NON-RECYCLING CULTURE: HOW TO FIGHT BURNOUT AND STAY PRODUCTIVE

Abstract. The article examines the problem of overwork and its impact on professional burnout and employee productivity. The main causes of overwork, including high workload, staff shortages, and social pressure, as well as their effects on health and work efficiency, are analyzed. Using the example of MTS, it is shown how the formation of a culture of non-overworking helps to maintain a balance between work and personal life. Innovative solutions such as AI coaching and balance gamification are proposed, aimed at reducing stress and increasing motivation.

Keywords: overwork; professional burnout; productivity; work-life balance; AI coaches; gamification of balance.

В современном мире, где скорость и конкуренция диктуют свои правила, многие сотрудники сталкиваются с необходимостью работать сверхурочно, чтобы успевать за растущими требованиями. Стремление успеть больше, соответствовать высоким ожиданиям руководства и не отставать от коллег часто приводит к тому, что люди жертвуют своим личным временем, здоровьем и эмоциональным благополучием. Они задерживаются на работе, отказываются от полноценного отдыха и постоянно находятся в состоянии напряжения. Однако такие переработки не только снижают качество жизни, но и становятся одной из главных причин профессионального выгорания − состояния, которое негативно влияет как на самих сотрудников, так и на эффективность бизнеса. Именно поэтому формирование культуры отказа от переработок становится не просто актуальной задачей, а необходимостью для создания здоровой и устойчивой рабочей среды.

Однако достичь такого состояния становится все сложнее в условиях, где переработка превращается в норму. Чтобы понять, как бороться с этой проблемой, важно разобраться в ее корнях. Почему сотрудники вынуждены работать сверхурочно? Какие факторы заставляют их жертвовать личным временем и здоровьем? Рассмотрим основные причины, по которым переработка превратилась в распространенное явление среди сотрудников, особенно в последние годы, а также обратимся к актуальным данным, отражающим ситуацию в России.

Одной из главных причин является высокая рабочая нагрузка и нереалистичные сроки. Сотрудники часто оказываются в ситуации, когда объем задач просто не укладывается в стандартный рабочий день, и им приходится задерживаться, чтобы успеть выполнить всё, что от них требуется.

Но это лишь верхушка айсберга. Еще одной серьезной проблемой становится «кадровый голод». Когда в компании не хватает рук, нагрузка ложится на плечи тех, кто остался, и они вынуждены брать на себя дополнительные обязанности. Это не только увеличивает их рабочий день, но и создает ощущение постоянной перегруженности.

Кроме того, нельзя не учитывать корпоративную культуру, которая порой поощряет переработки. В некоторых организациях работать сверхурочно − это почти что норма, а иногда даже признак преданности делу. Такая установка создает нездоровое давление: сотрудники начинают чувствовать, что, если они не задерживаются на работе, их могут посчитать недостаточно вовлеченными.

Но и это еще не всё. В условиях экономической нестабильности многие сотрудники испытывают страх потерять работу. Этот страх заставляет их работать сверхурочно, чтобы доказать свою ценность и незаменимость. Добавьте сюда перфекционизм и неумение говорить «нет» − и вот уже человек тратит на задачи гораздо больше времени, чем это действительно необходимо.

Технологии, которые должны были облегчить нашу жизнь, тоже вносят свою лепту. Постоянная доступность через мессенджеры и корпоративные платформы стирает границы между работой и личной жизнью. Мы получаем уведомления в любое время суток, и это создает ощущение, что мы всегда на связи, всегда в работе. Цифровая перегрузка из-за бесконечного потока задач и сообщений только усугубляет ситуацию.

И, конечно, нельзя забывать о социальном давлении. Когда коллеги задерживаются на работе, трудно не почувствовать себя обязанным сделать то же самое. Сравнение с другими и страх отстать заставляют сотрудников следовать их примеру, даже если это идет в ущерб их собственному здоровью и благополучию.

Все эти факторы вместе создают среду, где переработка становится нормой. К сожалению, такая ситуация не только снижает продуктивность, но и серьезно влияет на физическое и эмоциональное состояние сотрудников.

Но насколько масштабна эта проблема в России? Чтобы понять реальную картину, обратимся к статистике. Исследование, проведенное Русской Школой Управления и сервисом по поиску работы «Зарплата.ру», показало, что 62% россиян испытывают стресс из-за переработок. Эти цифры говорят сами за себя: переработки стали не просто временной трудностью, а настоящей эпидемией, которая затрагивает большинство работающих людей. За этими цифрами скрываются конкретные причины, которые заставляют людей жертвовать своим временем, здоровьем и личной жизнью (рис. 1)/



Рис. 1. Причины переработок россиян

Главной причиной переработок россияне называют высокую нагрузку и нехватку персонала (55%). При этом значительная часть опрошенных отмечает сложности с личным тайм-менеджментом (38%) и стремление увеличить доход (34%). Лишь небольшой процент респондентов (3%) связывает переработки с форс-мажорными обстоятельствами.

Рано или поздно наступает момент, когда организм и психика начинают кричать о помощи, посылая сигналы тревоги. Это состояние называют выгоранием. Оно подкрадывается незаметно, как тихий, но разрушительный процесс, который постепенно лишает сил и радости жизни. Что же такое выгорание, как его вовремя распознать и почему так важно не закрывать глаза на первые симптомы? Давайте разберемся вместе.

Выгоранием является ответ организма на длительный стресс, который проявляется через множество симптомов, включая ухудшение профессиональных навыков. Когда человек выгорает, в его организме повышается уровень кортизола, гормона стресса, а выработка гормонов радости снижается. Эти изменения не только влияют на физическое состояние, но и сильно искажают восприятие себя. Человек начинает чувствовать себя словно в ловушке. Он ощущает беспомощность и бесполезность, пытается выполнять задачи лучше, но получается только хуже. Сначала это обычная усталость, но, если вовремя не прислушаться к себе и не остановиться, это состояние может перерасти в нечто более серьезное. Со временем усталость рискует превратиться не только в выгорание, но и в клиническую депрессию.

Часто симптомы выгорания ошибочно воспринимают как обычную усталость. Люди надеются, что отдых в выходные, короткий отпуск или даже радость от дорогой покупки помогут справиться с плохим самочувствием. И если речь идет о простом переутомлении, то этого действительно может быть достаточно. Хороший сон, смена обстановки и человек снова

чувствует себя полным сил, готовым к новым трудовым подвигам. Однако если дело дошло до выгорания, ни день, ни неделя отдыха не принесут облегчения. Для тех, кто столкнулся с выгоранием, отдых не становится источником радости или удовлетворения. Они не могут переключиться, отвлечься от мыслей о работе, и тревога продолжает преследовать их даже в свободное время. В результате, вернувшись к делам после перерыва, они снова оказываются в подавленном состоянии, словно и не отдыхали вовсе.

Еще одно распространенное заблуждение связано с тем, что люди часто принимают выгорание за лень. Они думают, что работа дается им тяжело, а дома они просто лежат, потому что не хватает дисциплины. «Нужно просто взять себя в руки и перестать лениться», − убеждают они себя. Но на самом деле проблема не в отсутствии силы воли, а в том, что сил может просто не остаться. Выгорание не лень, а истощение, и усилием воли из этого состояния не выбраться.

Отличить выгорание от усталости или лени можно по устойчивым изменениям в поведении, физическом состоянии, эмоциях и мыслях. Эти изменения не исчезают после отдыха. Даже если на какое-то время становится легче, симптомы возвращаются, и человек снова оказывается в том же состоянии. Важно вовремя распознать эти признаки и понять, что проблема требует более глубокого подхода, чем просто отдых или самокритика.

Признаки эмоционального выгорания

- Эмоциональное истощение: проявляется в том, что человек начинает стремиться к одиночеству, избегая общения с коллегами и близкими. Появляются чувства зависти, злости и раздражения, которые часто выливаются в обвинения других. Человек начинает уходить от ответственности, перекладывая ее на окружающих, и теряет интерес к тому, что раньше приносило радость.
- Умственное истощение: выражается в полном безразличии к работе. Каждый поход на работу превращается в пытку, а сама деятельность вызывает отвращение. Человек становится вспыльчивым, его легко вывести из себя, и он постоянно испытывает недовольство − как собой, так и окружающими. Профессионализм, который раньше был гордостью, начинает угасать, а задачи, которые раньше решались легко, теперь кажутся непосильными.
- Физическое истощение: дает о себе знать через хроническую усталость, которая не проходит даже после отдыха. Появляются частые головные боли, слабость в мышцах, снижается иммунитет, что приводит к частым простудам и другим заболеваниям. Нарушается работа пищеварительной системы, а в более серьезных случаях могут развиваться соматические заболевания, связанные с длительным стрессом.

Россияне поделились, как переработки сказываются на их жизни (рис. 2). Для 62% опрошенных чрезмерная нагрузка оборачивается проблемами со здоровьем, вызванными стрессом и хронической усталостью. Более по-

ловины респондентов (57%) признались, что из-за переработок им приходится жертвовать хобби и отдыхом. У каждого четвертого (26%) страдают отношения с близкими, что создает напряжение в семье и среди друзей.

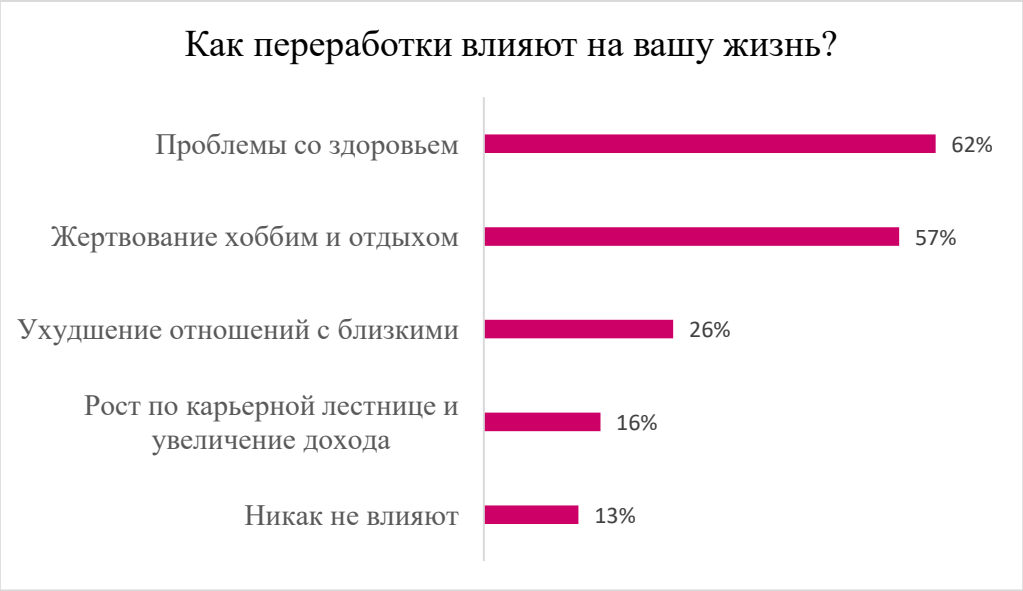


Рис. 2. Влияние переработок на жизнь россиян

Тем не менее, не все видят в переработках только негатив. 16% участников опроса считают их эффективным способом продвинуться по карьерной лестнице и увеличить доход. Еще 13% уверены, что переработки никак не влияют на их жизнь, воспринимая их как нечто привычное и неизбежное.

Компания МТС уделяет большое внимание поддержанию баланса между работой и личной жизнью своих сотрудников, создавая комфортные условия для их профессиональной и личной реализации. Для этого компания предлагает широкий спектр инструментов и возможностей, которые помогают сотрудникам эффективно распределять своё время и ресурсы. Среди них можно выделить:

1. Гибкий график и удалённая работа: МТС предоставляет сотрудникам возможность работать на частичной занятости, полностью удалённо или по смешанному графику, совмещая работу из дома с посещением офиса. Около 25% сотрудников уже используют такой формат, что позволяет им гибко управлять своим временем, эффективно сочетать рабочие обязанности с личными делами и поддерживать баланс между профессиональной и личной жизнью.

2. Программы wellness и поддержки ментального здоровья: МТС активно внедряет программы, направленные на поддержку физического и ментального здоровья сотрудников. В рамках этих инициатив сотрудники получают доступ к психологической помощи, могут участвовать в тренингах по управлению стрессом и тайм-менеджменту, а также посе-

щать wellness-мероприятия, такие как йога, медитация и спортивные активности. Особое внимание уделяется проекту »Будь здоров с МТС», который позволяет сотрудникам проходить комплексные лабораторные, инструментальные и функциональные обследования. Это способствует раннему выявлению и предотвращению заболеваний, а также формирует культуру заботы о здоровье.

3. Четкие границы рабочего времени: Компания поощряет сотрудников завершать рабочий день вовремя и избегать переработок. Для этого внедрены автоматические напоминания о завершении рабочего дня, которые помогают сотрудникам вовремя «переключаться» на личные дела. Кроме того, в компании действуют ограничения на отправку рабочих сообщений в нерабочее время, что позволяет сотрудникам полностью отключаться от рабочих задач и восстанавливать силы.

4. Обучение и развитие: МТС активно вкладывает ресурсы в профессиональное развитие своих сотрудников, предлагая разнообразные обучающие программы. Эти инициативы направлены на повышение эффективности работы в рамках стандартного рабочего дня, что помогает снизить потребность в переработках. Среди ключевых направлений можно выделить курсы по тайм-менеджменту, методики повышения продуктивности и управлению проектами, которые позволяют сотрудникам лучше организовывать своё время и задачи.

Результаты такого подхода

- Высокая продуктивность: Сотрудники МТС работают эффективно, потому что они хорошо отдыхают и мотивированы.
- Низкая текучесть кадров: Люди остаются в компании надолго, потому что чувствуют заботу и уважение.
- Удовлетворенность сотрудников: Работа в МТС ассоциируется с балансом и комфортом, что делает ее привлекательной для талантливых специалистов.

Культура МТС наглядно демонстрирует, что отказ от переработок не только возможно, но и выгодно для бизнеса. Их подход вдохновляет и показывает, как можно создать среду, где сотрудники чувствуют себя ценными и защищенными. Однако каждая компания уникальна, и для борьбы с переработками можно использовать не только проверенные методы, но и внедрять новые.

Виртуальные коучи по балансу − это инновационные AI-платформы, которые помогают сотрудникам справляться с переработками, стрессом и выгоранием. Используя данные о поведении и привычках пользователей, такие платформы предлагают персонализированные рекомендации:

- Управление стрессом: Техники дыхания, mindfulness-практики, короткие медитации.
- Тайм-менеджмент: Оптимизация расписания, приоритизация задач, напоминания о перерывах.

- Восстановление энергии: Советы по активному отдыху, режиму сна и физической активности.

Эти платформы доступны 24/7 через мобильные приложения или корпоративные системы, предоставляя поддержку в режиме реального времени. Они помогают сотрудникам сохранять баланс между работой и личной жизнью, а компаниям − снижать уровень выгорания и повышать продуктивность.

Чтобы снизить уровень переработок, можно внедрить геймификацию. Геймификация баланса − это подход, который превращает заботу о балансе между работой и личной жизнью в увлекательный и мотивирующий процесс. С помощью игровых элементов сотрудники получают баллы за здоровые привычки, которые затем можно обменять на бонусы. Давайте разберём, как это работает и почему это так эффективно.

Она строится на простом принципе: забота о себе должна быть не только полезной, но и интересной. Давайте представим, как это может работать в обычной рабочей среде. Сотрудники получают баллы за задания, которые помогают им сохранять баланс. Задания могут быть разными по периодичности: ежедневными, еженедельными и ежемесячными. Это позволяет сотрудникам постепенно формировать здоровые привычки, начиная с небольших шагов и постепенно переходя к более масштабным целям.

Ежедневные задания

- Завершить рабочий день вовремя: +10 баллов
- Сделать перерыв каждые 1,5 часа: +5 баллов
- Отключить уведомления после работы: +5 баллов

Еженедельные задания

- Посетить wellness-мероприятие: +15 баллов
- Провести «час тишины» (без встреч и сообщений): +10 баллов

Ежемесячные задания

- Использовать все дни отпуска: +20 баллов за каждый день.
- Пройти курс по управлению стрессом: +30 баллов

Представьте, что сотрудник набирает баллы за выполнение этих заданий. В конце месяца он может обменять их на бонусы, например:

- 100 баллов: Подарочная карта в любимое кафе.
- 200 баллов: Дополнительный выходной день.
- 500 баллов: Дополнительный день к отпуску.

Внедрение геймификации баланса может иметь свои минусы. Например, сотрудники могут воспринимать систему как чрезмерный контроль, что вызовет дискомфорт. Также есть риск, что люди будут выполнять задания только ради баллов, а не для реального улучшения своего состояния. Кроме того, сама система может стать дополнительной нагрузкой, если задания воспринимаются как обязательные. Ещё одной проблемой может стать неравномерная вовлечённость: некоторые сотрудники активно участвуют, а другие игнорируют систему, что создаёт дисбаланс в коллективе и снижает общую эффективность подхода.

Чтобы избежать этих проблем, важно сделать акцент на добровольности участия и объяснять, как задания помогают улучшить качество жизни. Гибкость в выборе заданий и регулярная обратная связь от сотрудников помогут сделать систему более комфортной и эффективной.

Формирование культуры отказа от переработок – это не просто забота о благополучии сотрудников, но и важный шаг к созданию устойчивой и эффективной рабочей среды. Когда компания ценит здоровье и баланс своих сотрудников, она создаёт условия, в которых люди чувствуют себя защищенными и мотивированными. Только в такой атмосфере сотрудники могут полностью раскрыть свой потенциал, а компании достичь долгосрочного успеха. Культура, где переработки не поощряются, а баланс между работой и личной жизнью становится нормой, способствует не только повышению продуктивности, но и укреплению лояльности сотрудников. В конечном итоге, забота о людях является инвестицией в будущее компании, которая окупается стабильным ростом и устойчивым развитием.

Список литературы

1. Здоровье и безопасность – Забота о сотрудниках. URL: https://esg-report2022.mts.ru/ru/care-employees/health-safety (дата обращения: 7.03.2025)

2. Коптякова, С. В. Управление рабочей нагрузкой и поддержание баланса между работой и личной жизнью: ключевые обязанности руководителя / С. В. Коптякова, Е. И. Шестова // Современная модель управления: проблемы и перспективы : материалы VIII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Магнитогорск, 28–29 октября 2024 года. – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2024. – С. 66-70.

3. Лангман, И. А. Сверхурочная работа как фактор, нарушающий баланс между профессиональной и личной жизнью сотрудников / И. А. Лангман // Молодые исследователи – современной России : сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 02 декабря 2024 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2024. – С. 79-83. – EDN HDHOUA.

4. Переработки в России: стресс, усталость и падение продуктивности. URL: https://uprav.ru/blog/stress-pererabotki/ (дата обращения: 7.03.2025)

5. Эмоциональное выгорание: способы восстановления и профилактические меры. URL: https://www.b17.ru/article/76081/ (дата обращения: 6.03.2025)

Косова Д.Ю.
студент,
1dreamerfear@gmail.com
*Научный руководитель**: Бескоровайная С.А.***
к.э.н., доцент
Московский политехнический университет
Россия, Москва

ИННОВАЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВА

Аннотация. В данной работе анализируется значение инновационной деятельности как средства для обеспечения стабильного прогресса страны. Объектами изучения являются технологические, общественные и хозяйственные нововведения, а также их влияние на реализацию Задач устойчивого развития. В отличие от специализированных исследований, предлагается всестороннее рассмотрение факторов, обуславливающих интеграцию инноваций, в том числе политические, общественные и хозяйственные условия. Сопоставительный анализ мировых практик демонстрирует приспособляемость эффективных методик.

Ключевые слова: инновации; устойчивое развитие; экономика; общество; экология; государственная политика; цели устойчивого развития.

Kosova D.Yu.
Student,
1dreamerfear@gmail.com
*Scientific Advisor**: Beskorovaynaya S.A.***
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Moscow Polytechnic University
Russia, Moscow

INNOVATION AS A TOOL FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE STATE

Abstract. This paper analyzes the importance of innovation as a means to ensure the stable progress of the country. The objects of study are technological, social and economic innovations, as well as their impact on the implementation of Sustainable development Goals. In contrast to specialized studies, a comprehensive consideration of the factors contributing to the integration of innovations, including political, social and economic conditions, is proposed. A comparative analysis of global practices demonstrates the adaptability of effective techniques.

Keywords: innovation; sustainable development; economy; society; ecology; public policy; sustainable development goals.

Введение.

В мире, где климатические изменения, истощение природных богатств и неравенство в обществе представляют собой серьезные вызовы, устойчивое развитие выходит на первый план как ключевая цель для современного общества. Инновации, выступая как мощный стимул для экономического роста и социального прогресса, играют значительную роль в реализации

этой концепции. В этой статье мы проанализируем, как инновационные решения могут быть применены в различных сферах для формирования более надежной перспективы развития, а также рассмотрим примеры уже существующих успешных проектов.

Устойчивое развитие: концепция гармоничного сосуществования.

Стабильное развитие, ориентированное на устойчивость, предполагает создание условий для благополучия нынешнего поколения, не в ущерб возможностям будущих. В его основе лежат три взаимосвязанных принципа: социальный, экономический и экологический. Достижение устойчивого развития предполагает объединение данных направлений и использование уникальных решений для преодоления сложных и неожиданных вызовов. [1]

Роль инноваций в устойчивом развитии.

1. Технологические инновации.

Технологические инновации являются одним из наиболее значимых инструментов в продвижении концепции устойчивого развития. Они могут быть направлены на такие действия как:

- Декарбонизация (Снижение углеродного следа): Ключевым инструментом в этом процессе выступают чистые технологии, например, возобновляемые источники энергии, которые помогают снизить выбросы вредных веществ и снизить уязвимость к истощению ископаемых топлив.
- Устойчивое сельское хозяйство: Инновации в агрономии, такие как прецизионное земледелие (принцип гибкого управления технологиями выращивания сельскохозяйственных культур и ресурсами хозяйств), генетически модифицированные организмы (ГМО) и вертикальное земледелие, способны сделать сельское хозяйство более устойчивым, одновременно сокращая вред, наносимый окружающей среде.
- Управление отходами: Новые технологии переработки и утилизации отходов, такие как биопереработка и замкнутые циклы производства, помогают сократить количество отходов и перерабатывать материалы.

2. Социальные инновации.

Инновации в социальной сфере преследуют цель устранения общественных проблем и повышения уровня благосостояния населения. Они включают в себя:

- Образование и обучение: Новые подходы к образованию, например, онлайн-конференции, открытые образовательные ресурсы и программы дополнительного образования, помогают делать знания более доступными и способствуют развитию навыков, необходимых для работы в условиях устойчивого развития.
- Социальное предпринимательство: Предприятия, ставящие целью не только максимизацию доходов, но и вклад в улучшение общества и защиту окружающей среды посредством инновационных подходов к ведению

бизнеса. Способствуют созданию рабочих мест и повышают уровень комфортной жизни в современном обществе.

- Участие граждан: Различные инновационные платформы, которые необходимы для вовлечения граждан в процессы принятия решений, такие как краудсорсинг и электронные петиции, способствуют повышению прозрачности и ответственности власти.

3. Экономические инновации

Экономические инновации помогают создать новые модели бизнеса и стимулировать устойчивый рост. Направления, на которые ориентированы экономические инновации:

- Круговая экономика: Модели бизнеса, основанные на принципах круговой экономики, направлены на максимальное использование ресурсов и минимизацию отходов. Что подразумевает под собой повторное использование, переработку и восстановление материалов.
- «Зеленые финансы»: Инвестиции в устойчивые проекты и технологии, такие как зеленые облигации и фонды, способствуют финансированию инноваций, направленных на решение экологических проблем.
- Устойчивые цепочки поставок: Инновации в управлении цепочками поставок, такие как отслеживание и оценка экологических и социальных рисков, помогают компаниям принимать более ответственные решения и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Политические и экономические механизмы поддержки инноваций.

Государственная политика и экономические механизмы играют решающую роль в формировании благоприятной среды для инновационного развития. Без активного участия государства и продуманной экономической стратегии, инновации останутся лишь потенциальной возможностью, не реализуемой в полной мере. Процветание инноваций тесно связано с благоприятной средой, созданной государством. Эта среда должна мотивировать как проведение глубоких научных изысканий, так и внедрение их результатов в коммерческую практику. [1]

Ключевым элементом государственной поддержки является создание прочной правовой и нормативной базы. Эта база должна надёжно защищать интеллектуальную собственность, предоставляя изобретателям и компаниям уверенность в том, что результаты их работы будут защищены от неправомерного использования. Без такой защиты, инвестиции в инновации становятся рискованными, а мотивация к разработкам снижается. Законодательство должно быть четким, прозрачным и предсказуемым, минимизируя бюрократические барьеры и упрощая процедуру получения патентов и лицензий. Кроме того, важно обеспечить справедливую и эффективную систему разрешения споров, связанных с интеллектуальной собственностью.

Не менее важна и стимулирующая инвестиционная среда. Она должна быть привлекательной как для государственных, так и для частных инвестиций

в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Для этого государство может использовать различные инструменты, направленные на снижение рисков и повышение доходности инвестиций в инновационные проекты.

Так, технопарки и бизнес-инкубаторы играют значительную роль в поддержке инновационной деятельности. Они предоставляют начинающим компаниям доступ к необходимой инфраструктуре, оборудованию, консультационным услугам и финансовой поддержке. Для стартапов инкубаторы служат опорой на ранних стадиях, обеспечивая их офисами, необходимой техникой и консультациями специалистов. В отличие от них, технопарки ориентированы на более зрелые фирмы, предлагая им площади для ведения деятельности и возможности для взаимодействия.

Для привлечения инвестиций в инновационные проекты государство может использовать различные финансовые механизмы. Венчурный капитал, к примеру, является важным источником финансирования для инновационных компаний на ранних стадиях развития. Государство может стимулировать венчурные инвестиции через прямые субсидии, налоговые льготы или гарантии по кредитам. Совместные исследовательские проекты, финансируемые государством и частным сектором, также являются эффективным инструментом поддержки инноваций. Такой подход распределяет риски между участниками проекта и способствует эффективному использованию ресурсов.

Примеры успешных государственных программ поддержки инноваций многочисленны. Одним из распространенных подходов является предоставление грантов на исследования и разработки. Эти гранты предоставляются научным организациям и компаниям на конкурсной основе для реализации инновационных проектов, ориентированных на решение национальных приоритетных задач. Размер грантов может варьироваться в зависимости от масштаба и значимости проекта.

Другим важным инструментом является предоставление налоговых льгот. Снижение налоговых ставок на доходы от НИОКР стимулирует компании к инвестициям в инновации. Это особенно актуально для высокотехнологичных компаний, которые часто несут высокие затраты на исследования и разработки.

Цели устойчивого развития (ЦУР) как катализатор инноваций для развития государства

В русле прогресса страны, Глобальные цели устойчивого развития (ЦУР), утвержденные Организацией Объединенных Наций в 2015 году, превращаются из простого этического принципа в стратегический вектор и важный стимул для инновационной активности. ЦУР представляют собой сложную и взаимосвязанную структуру задач и целей, которые охватывают широкий круг социально-экономических и экологических проблем, стоящих перед современной страной. Нацеленность на реализацию ЦУР моти-

вирует государственные структуры, бизнес и научную среду к поиску и созданию новаторских подходов, ориентированных на решение определенных проблем и повышение результативности работы в различных областях.

Государство, взявшее на себя обязательства по реализации ЦУР, получает чёткие приоритеты для инновационной политики, определяя области, в которых инновации наиболее востребованы и могут оказать наибольшее влияние на развитие. Это, в свою очередь, позволяет целенаправленно инвестировать в научные исследования, разработку новых технологий и поддержку инновационных предприятий, ориентированных на достижение ЦУР. Например, ЦУР 7 (Обеспечение всеобщего доступа к недорогостоящей, надёжной, устойчивой и современной энергии) стимулирует разработку и внедрение инновационных решений в области возобновляемой энергетики, энергоэффективности и интеллектуальных энергосетей, что позволяет государству снизить зависимость от ископаемого топлива, повысить энергетическую безопасность и сократить выбросы парниковых газов. ЦУР 9 (Создание прочной инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям) стимулирует развитие инновационных строительных материалов и технологий, современных транспортных систем и цифровой инфраструктуры, что способствует экономическому росту, повышению конкурентоспособности и улучшению качества жизни населения.

Кроме того, ЦУР способствуют созданию благоприятной экосистемы для инноваций, стимулируя сотрудничество между государственными органами, научными институтами, бизнесом и гражданским обществом. Поддержка инновационных кластеров, создание инновационных фондов, стимулирование государственно-частного партнёрства и разработка образовательных программ, ориентированных на инновации, становятся важными инструментами реализации инновационной политики, направленной на достижение ЦУР.

Таким образом, ЦУР не только определяют цели развития государства, но и являются мощным стимулом для инновационной деятельности, направленной на решение конкретных проблем и повышение эффективности работы государственных органов, предприятий и организаций. Интеграция ЦУР в национальные стратегии развития и инновационную политику позволяет государству более эффективно использовать инновации как инструмент для достижения устойчивого и инклюзивного развития.

Примеры успешных инноваций.

В современном мире, стоящем перед лицом беспрецедентных экологических вызовов, инновации становятся не просто желательным дополнением к стратегиям устойчивого развития, а настоящим катализатором перемен. Многочисленные примеры успешной интеграции инновационных технологий в различные сектора экономики ярко демонстрируют эффективность такого подхода. Рассмотрим подробнее некоторые из наиболее впечатляющих инициатив.

Затрагивая сферу энергетики, нельзя не упомянуть стремительное развитие возобновляемых источников энергии, которое сейчас активно используется в Германии, Восточной Африке и других странах мира. Солнечные фермы представляют собой прямое свидетельство потенциала солнечной энергетики. Данные проекты поражают своими масштабами: тысячи, а иногда и миллионы солнечных панелей, преобразующих солнечный свет в чистую электроэнергию, значительно снижают зависимость от ископаемого топлива и сокращают выбросы парниковых газов. Также нельзя забывать такое направление как ветроэнергетика. Так, Дания показала, что ветровые турбины могут стать основным источником энергии, обеспечивая более 40% потребности в электроэнергии. Тем не менее, важно понимать, что реализация таких проектов требует серьезных инвестиций, крайне продуманной инфраструктуры, а также учета экологических аспектов.

Сфера сельского хозяйства также активно использует инновации для достижения устойчивого развития. Агроэкология, отрицающая традиционные методы, предлагает альтернативные подходы, нацеленные на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Вертикальное земледелие и гидропоника позволяют выращивать сельскохозяйственные культуры в контролируемых условиях, увеличивая урожайность и снижая потребление воды и удобрений. Компания iFarm, специализирующаяся на вертикальном сельском хозяйстве в городах России, является ярким примером успешной реализации этой технологии. Это позволяет сократить транспортные расходы и обеспечить свежими продуктами население крупных мегаполисов.

Наконец, экологически чистый транспорт становится все более актуальным. Активное внедрение электромобилей и общественного транспорта в России служит наглядным примером перехода к безопасной для планеты транспортной системе. Так, электробусы компании Мосгортранс заменяют транспортные средства, работающие на ископаемом топливе, значительно снижая выбросы вредных веществ в атмосферу. Развитие инфраструктуры для зарядки электромобилей является неотъемлемой частью этого процесса. Стоит заметить, что переход к электротранспорту требует решения ряда проблем, таких как производство экологически чистых батарей и развитие заправок для таких транспортных средств. Однако данная тенденция имеет позитивный уклон, а инновации в этой области не стоят на месте, стремительно развиваясь.

Новизна и практическая значимость

В завершение нашего исследования, посвященного взаимосвязи инноваций и устойчивого развития государства, необходимо подчеркнуть критическую роль инновационного процесса в достижении долгосрочной стабильности и процветания. Внедрение инноваций – это не просто путь к экономическому росту, это мощный инструмент, позволяющий эффективно решать сложные социальные и экологические задачи, остро стоящие перед современным обществом.

Наша работа отличается от предыдущих исследований системным подходом к анализу этой сложной взаимозависимости. Мы избежали узкоспециализированного рассмотрения только технических и технологических аспектов инноваций, вместо этого предприняли попытку охватить широкий спектр влияющих факторов, включая социальные, культурные и политические реалии, что позволило нам выйти за рамки традиционных исследований и глубоко проанализировать взаимосвязи между различными сферами жизни общества, раскрывая тонкие нюансы влияния инноваций на различные аспекты развития государства. Такой комплексный, многогранный взгляд, с учетом всех перечисленных факторов, может являться ключом к разработке действительно эффективных стратегий развития.

Статья представляет собой важный источник информации о роли инноваций в устойчивом развитии государства, обладая практической ценностью на нескольких уровнях.

Во-первых, результаты исследования служат основой для формирования эффективной инновационной политики государственными органами. Они детально анализируют факторы, влияющие на внедрение инноваций, что позволяет разработать стратегии, которые будут эффективно работать на благо общества. Во-вторых, разработанные метрики и индикаторы являются полезными инструментами для оценки инновационного потенциала. Они помогают отслеживать эффективность программ и оптимизировать распределение ресурсов, что способствует более рациональному использованию средств.

Кроме того, сравнительный анализ международного опыта позволяет странам адаптировать успешные модели к своим уникальным условиям. Это способствует укреплению внутренних стратегий и развитию международного сотрудничества в области устойчивого развития.

Заключение

В итоге, наше исследование подтверждает гипотезу о том, что инновации являются не просто средством экономического роста, но и важнейшим фактором достижения устойчивого развития. Они способствуют не только экономическому процветанию, но и обеспечивают социальную справедливость и экологическую безопасность, создавая благоприятные условия для всестороннего развития государства. Системный подход, использованный в нашем исследовании, позволяет более точно оценить вклад инноваций в достижение целей устойчивого развития и разработать эффективные стратегии для их дальнейшего внедрения.

Список литературы

1. Князева Мария Александровна. Концепция устойчивого развития // Образовательный портал «Work5». Электронный ресурс: https://www.work5.ru/article/_koncepcija_ustojchivogo_razvitija_principy_i_znachenie_dlja_buduschego (дата обращения: 11.03.2025).

Секция 18
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЯ

Анисимова И.А.
студент,
irinchalmova@gmail.com
Научный руководитель: ***Селюков А.С.***
к.ф.-м.н., доцент
Московский политехнический университет,
Россия, Москва
заведующий отделом научной информации по физике,
ВИНИТИ РАН,
Россия, Москва
selyukov@lebedev.ru

БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МАТЕРИАЛОВ ОТ ФАЛЬСИФИКАЦИИ

Аннотация. Защищенная полиграфия открывает новые горизонты для борьбы с подделками, однако проблема фальсификации остаётся актуальной. В настоящей статье проведен библиометрический анализ применительно к использованию фотонных кристаллов (ФК) для защиты от фальсификации на основе баз данных OpenAlex и lens.org. За последние шесть лет было опубликовано свыше 80 статей по теме применения ФК для защиты материалов, но информации об общих принципах использования ФК в данной отрасли недостаточно. Цель исследования – провести ретроспективный анализ, определив особенности применения ФК и исследовать научную структуру рассматриваемой тематики.

Ключевые слова: фотонные кристаллы; защита от фальсификации; люминесценция.

Anisimova I.A.,
Student,
irinchalmova@gmail.com
Scientific Advisor: ***Selyukov A.S.***
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow
Head of the Department of Scientific Information on Physics,
VINITI RAS,
Russia, Moscow
selyukov@lebedev.ru

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF THE USE OF PHOTONIC CRYSTALS TO PROTECT MATERIALS FROM FALSIFICATION

Abstract. Security printing opens up new horizons for combating counterfeiting, but the problem of falsification remains relevant. This article presents a bibliometric analysis of the use of photonic crystals (PC) for protection against counterfeiting based on the OpenAlex and lens.org databases. Over the past six years, more than 80 articles have been published on the topic of using PC to protect materials, but there is insufficient information on the general principles of using PC in this industry. The purpose of the study is to conduct a retrospective analysis and determine the features of PC application as well as to study the scientific structure of the topic considered.

Keywords: photonic crystals; protection against falsification; luminescence.

Введение

Фотонные кристаллы (ФК) – инновационные материалы с уникальными оптическими свойствами, позволяющими создавать эффекты, подобные природным структурным цветам (например, у хамелеонов), и способные реагировать на различные внешние воздействия (физические, химические, биологические). Исследования фокусируются на одномерных, двумерных и трёхмерных фотонных кристаллах, особенно на неплотно упакованных структурах, применяемых в датчиках, печати, защите от подделок, дисплеях и оптике [10].

Примеры включают трёхслойную структуру из двух высокоупорядоченных фотонных кристаллов с различными полосами пропускания и промежуточного слоя SiO_2, позволяющую создавать сложные цветные узоры [3]; композитный ФК из CdS и обратного опала с углом наблюдения, определяющим цвет и обеспечивающим защиту от подделки; фотонные эластомеры, динамически регулирующие фотолюминесценцию люминофоров за счёт изменения фотонной запрещенной зоны при растяжении [8]; и самодостаточную фотонно-кристаллическую плёнку, изменяющую цвет по всему видимому спектру под воздействием света и температуры [5]. Также холестерические жидкокристаллические эластомеры с дисульфидными связями обеспечивают избирательное отражение циркулярно-поляризованного света и позволяют создавать скрытые изображения [7]. Разработан также гибкий и прочный фотохромный ФК на основе спиропирана [9].

Благодаря возможности перестройки своих оптических свойств и чувствительности к внешним воздействиям, ФК являются перспективным материалом для высокозащищенных антифальсификационных этикеток, интеллектуальных устройств и различных оптических систем. Современные методы производства (термопечать, аддитивное производство) значительно расширяют область применения ФК в защите от подделок, что особенно важно в связи с ростом количества фальсифицированной продукции [6].

Не смотря на существенный достигнутый прогресс в данной области, информации об общих принципах использования ФК для защиты материалов от фальсификации по-прежнему недостаточно. Цель исследования – провести ретроспективный анализ, определив особенности применения ФК, и исследовать научную структуру рассматриваемой тематики.

Методология

Для того, чтобы провести ретроспективный анализ, были отобраны библиометрические данные об исследованиях в области применения фотонных кристаллов для защиты материалов от подделки за последние 6 лет. Исследование состояло из 3 этапов: поиск, систематизация и оценка публикаций.

Поиск

При поиске статей использовалась бесплатная база данных (БД) lens.org. Структура поискового запроса выглядела следующим образом: «фотонные кристаллы» + «защита от фальсификации». После ознакомления с предварительными результатами поиска, были отобраны свежие статьи с наибольшим количеством цитирований, которые анализировались в порядке убывания числа цитирований. Для кластерного анализа использовались данные из БД OpenAlex.

Систематизация

С помощью встроенных фильтров БД lens.org, полученный поток научно-технической литературы был ограничен по временному периоду (с 2019 по 2024 гг.), а также по типу документа «научная статья».

Оценка статей

При оценке перспективных направлений развития учитывалась их актуальность и востребованность на основе показателей цитируемости публикаций. Были отобраны 10 работ, удовлетворяющих вышеперечисленным критериям.

Результаты

Использованный библиометрический метод исследования (рис. 1, табл. 1, 2) позволяет объяснить то, как устроена область исследования – в нашем случае применение фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации. В настоящей статье анализ направлен на выявление: (1) трендов по числу публикаций, (2) журналов, (3) наиболее активных авторов, (4) наиболее активных учреждений, (5) стран в контексте публикаций статей по исследуемой теме [2-11].



Рис. 1. Тренд по числу публикаций в рамках исследуемой тематики

Таблица 1

Топ 10 наиболее востребованных статей, посвященных исследованию применения фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации

Авторы	Название статьи	Год	Количество цитирований
1	*2*	*3*	*4*
Wei Hong, Zhongke Yuan, Xudong Chen	Structural color materials for optical anticounterfeiting	2020	340
Shilin Jin, Renfu Li, Hai Huang, Naizhong Jiang, Jidong Lin, Shaoxiong Wang, Yuanhui Zhen, Xueyuan Chen, Daqin Chen	Compact ultrabroadband light-emitting diodes based on lanthanide-doped lead-free double perovskites	2022	178
Wentao Wang, Yicheng Zhou, Liu Yang, Xupei Yang, Yuyuan Yao, Yao Meng, Bingtao Tang	Stimulus-Responsive Photonic Crystals for Advanced Security	2022	98
Huateng Li, Guowei Zhao, Mengjing Zhu, Jia Guo, Changchun Wang	Robust Large-Sized Photochromic Photonic Crystal Film for Smart Decoration and Anti-Counterfeiting	2022	59
Saddam Hussain, Soo-Young Park	Photonic Cholesteric Liquid-Crystal Elastomers with Reprogrammable Helical Pitch and Handedness	2021	51
Jinying Bao, Zizheng Wang, Chen Shen, Rui Huang, Chenjie Song, Zhaozhong Li, Wei Hu, Ruochen Lan, Lanying Zhang, Huai Yang	Freestanding Helical Nanostructured Chiro-Photonic Crystal Film and Anticounterfeiting Label Enabled by a Cholesterol-Grafted Light-Driven Molecular Motor	2022	45
Yang Hu, Siyi Yu, Boru Wei, Dongpeng Yang, Dekun Ma, Shaoming Huang	Stimulus-responsive nonclose-packed photonic crystals: fabrications and applications	2023	44
Suli Wu, Tengfei Liu, Bingtao Tang, Lu Li, Shufen Zhang	Different Structural Colors or Patterns on the Front and Back Sides of a Multilayer Photonic Structure	2019	40

Окончание табл. 1

1	*2*	*3*	*4*
Xiaodong Chen, Peng Ren, Miaomiao Li, Quanqian Lyu, Lianbin Zhang, Jintao Zhu	Dynamic regulation of photoluminescence based on mechanochromic photonic elastomers	2021	35
Suli Wu, Jinjian Nan, Yue Wu, Zhipeng Meng, Shufen Zhang	Low-Angle-Dependent Anticounterfeiting Label Decoded by Alcohol Tissue Wiping Based on a Multilayer Photonic Crystal Structure	2022	30

Распределение по закону Брэдфорда

Для более точной классификации журналов, публикующих статьи по исследуемой теме (табл. 2), мы обратились к распределению Брэдфорда [1]. На основе количества журналов и числа опубликованных в них статей, была составлена таблица 3.

Таблица 2

Топ ведущих журналов, являющихся платформой для публикации результатов исследования применения фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации

Журнал	Число публикаций	Количество цитирований
ACS applied materials & interfaces	18	431
Science China Materials	6	56
ACS Applied Nano Materials	6	46
Advanced Optical Materials	5	48
Nano Research	5	39
Chemical Engineering Journal	4	72
Light science & applications	3	299
Nature communications	3	66
Advanced Materials Interfaces	3	37
Advanced Photonics Research	3	32
Cellulose	3	32
Small (Weinheim an der Bergstrasse Germany)	2	382
Advanced Functional Materials	2	120
ACS Applied Polymer Materials	2	41
Particle & Particle Systems Characterization	2	36
Journal of colloid and interface science	2	35
Microsystems & nanoengineering	2	33
ACS Applied Optical Materials	2	3
ACS nano	1	4
Advanced Engineering Materials	1	1

Таблица 3

Анализ ведущих журналов согласно методике Брэдфорда

a	b	c	d	e
1	18	1	18	0
2	6	3	30	0,5
2	5	5	40	0,7
1	4	6	44	0,8
5	3	11	59	1,0
7	2	18	73	1,3
2	1	20	75	1,3

Где a – количество журналов, b – число публикаций, c – кумулятивная сумма по столбцу a, d – кумулятивная сумма по произведению столбцов a и b, e – десятичный логарифм по столбцу c.

По столбцам d и e был построен график (рис. 2), где столбец e – ось абсцисс, а d – ось ординат.

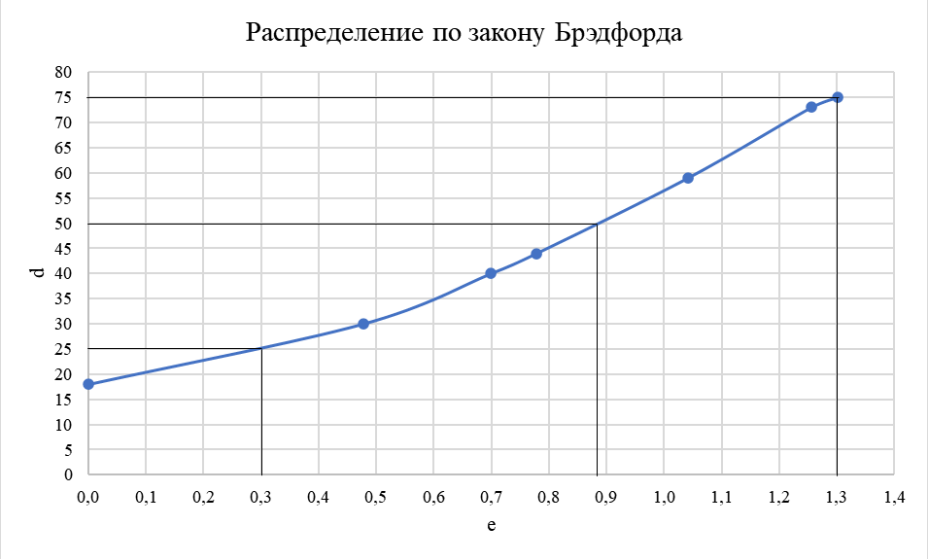


Рис. 2. Распределение журналов по закону Брэдфорда по таблице 3

Согласно Брэдфорду, следующие расчеты при работе с графиком на рис. 2, позволяют разделить журналы на группы по уровню значимости: тематическое ядро, журналы смежных тематик, остальные журналы:

$$\alpha = 10^{r} = 0{,}290$$

$$\beta = 10^{r+s} = 10^{r} * 10^{s} = 0{,}886$$

$$\gamma = 10^{r+2s} = 10^{r} * 10^{2s} = 0{,}301$$

$$r = log_{10}(\alpha) = 10^{r} = -0{,}54$$

$$r + s = log_{10}(\beta) = -0,05.$$

$$r + 2s = log_{10}(\gamma) = 0,11$$

$$s = 0,49.$$

$$2s = 0,65.$$

$$10^s = n = 3,06.$$

$$10^{2s} = n^2 = 4,49.$$

$$\alpha : \beta : \gamma = 1 : n : n^2 = 1 : 3,06 : 4,49.$$

В результате проведенных расчетов получены следующие результаты: тематическое ядро – 1 – ACS applied materials & interfaces; журналы смежных тематик – 4 – Science China Materials, ACS Applied Nano Materials, Advanced Optical Materials и Nano Research; Остальные журналы – 15.

Таким образом, наблюдается соотношение числа журналов в каждой группе, близкое к формуле $1 : n : n^2 \approx 1 : 4 : 15.$, полученной в работе Брэдфорда [1].

Топ 10 авторов, занимающихся исследованием применения фотонных кристаллов для защиты от фальсификации (табл. 4, рис. 3).

Таблица 4

Топ 10 авторов, занимающихся исследованием применения фотонных кристаллов для защиты от фальсификации

Автор	Число публикаций	Количество цитирований
Shufen Zhang	12	209
Dongpeng Yang	10	203
Shaoming Huang	10	203
Suli Wu	7	159
Dekun Ma	6	147
Yue Wu	6	119
Xudong Chen	5	412
Zhipeng Meng	5	108
Huai Yang	5	105
Jianping Ge	5	84



Рис. 3. Приложение к таблице 3

В подтверждение предыдущей таблице приводится кластерный анализ цитирований, составленный в программе VOSviewer на основе базы данных OpenAlex (рис. 4).

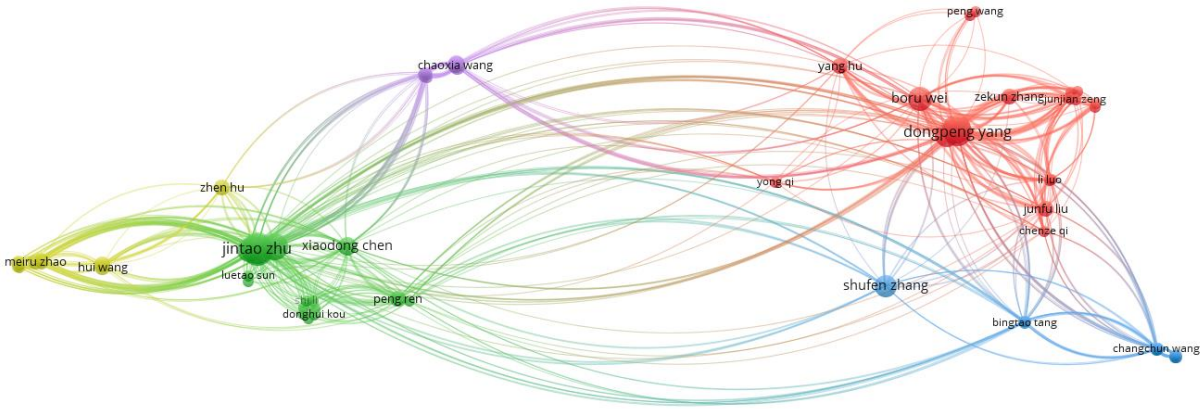


Рис. 4. Кластерный анализ цитирований на основе таблицы 1, осуществленный в программе VOSviewer на основе базы данных OpenAlex

На схеме можно выделить несколько кластеров, «лидерами» которых являются наиболее продуктивные и авторитетные авторы. Различия с таблицей по наиболее востребованным авторам связаны с тем, что база данных OpenAlex несколько отличается от lens.org, тем не менее общая картина остается неизменной. Незнакомые имена, отсутствующие в предыдущей таблице, образуют кластеры по причине создания схемы на основе внешних цитирований (рис. 5).

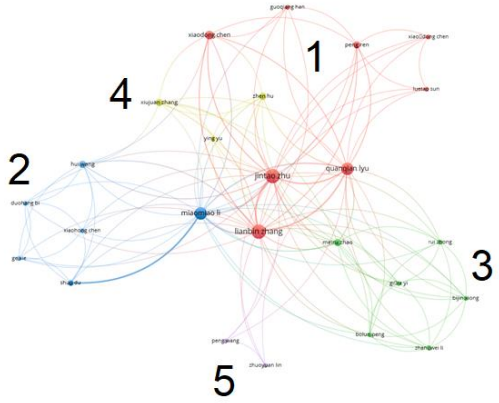


Рис. 5. Кластерный анализ соавторства таблицы 1, осуществленный в программе VOSviewer на основе базы данных OpenAlex

Анализ соавторства (Рис. 5) в рассматриваемой области демонстрирует 5 больших кластеров:

1.Красные (8) – область исследования химии полимеров;

2.Синие (6) – биохимия и медицина;

3.Зелёные (6) – коллоидная химия;

4.Жёлтые (3) – структурное окрашивание и 3D-печать;

5.Фиолетовые (2) – физика (фотоника и оптоэлектроника).

Все ученые, перечисленные на схеме, используют фотонные кристаллы в своих исследованиях.

Пятый (фиолетовый) кластер является наименьшим, по причине того, что представляет более узконаправленную область исследования – защиту от подделки.

Топ стран и учреждений по количеству публикаций, посвященных применению фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации представлен в табл. 5, рис. 6, табл. 6, рис. 7.

Таблица 5

Топ 10 учреждений по количеству публикаций, посвященных применению фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации

Название учреждения	Число публикаций	Количество цитирований
Даляньский технологический университет	13	314
Гуандунский технологический университет	12	249
Государственный университет в Пекине	5	105
Восточно-китайский педагогический университет	5	84
Хуачжунский университет науки и технологий	5	81
Университет Сунь Ятсена	4	412
Фуданьский университет	3	125
Пекинский университет науки и технологий	3	102
Университет науки и технологии в Циндао	3	63
Пекинский университет химических технологий	3	33

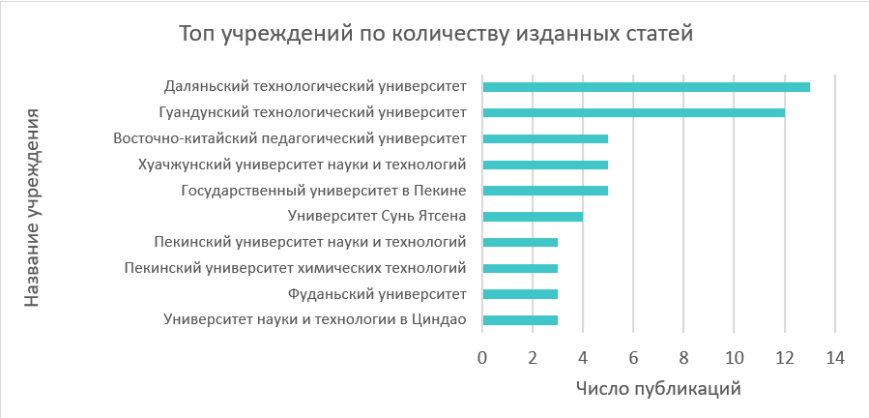


Рис. 6. Приложение к таблице 5

Таблица 6

Топ стран, занимающихся исследованием применения фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации

Страна	Число публикаций
Китай	76
Южная Корея	6
США	6
Австралия	2
Германия	2
Италия	1
Индия	1
Сингапур	1
Нидерланды	1
Россия	1

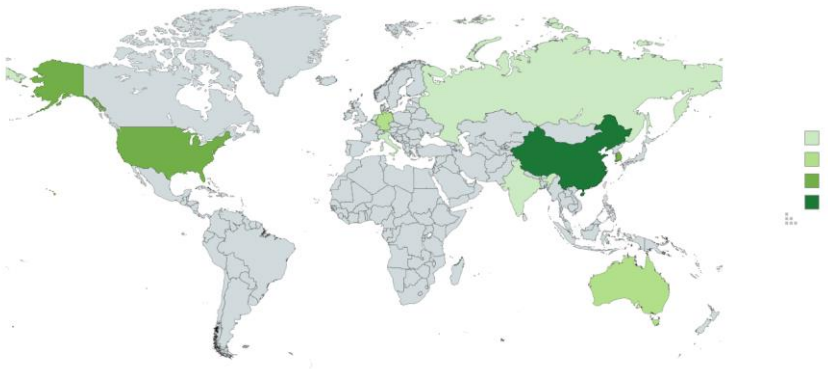


Рис. 7. Иллюстрация таблицы 6

Анализ облака слов

Перед тем как подвести итоги нашего исследования, обратимся к облаку слов по исследуемой теме, с учётом временного периода (2019-2024 гг.). Как

видно из рисунка 8, тема применения фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации актуальна для таких областей исследования, как материаловедение (80), оптоэлектроника (59) и нанотехнологии (52).



Рис. 8. Облако слов по теме «Применение фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации»

Анализ облаков слов по времени

Обращаясь к схеме на рисунке 9, можно сказать, что с каждым годом тема исследования фотонных кристаллов для защиты материалов от фальсификации становилась всё более популярной, постепенно закрепляя свои позиции. И если в 2019 году тема исследования наиболее сильно коррелировала с такими областями знаний, как Материаловедение (5), Фотонные кристаллы (3) и Химический инжиниринг (2), то уже к 2024 году она наиболее прочно закрепила свои позиции не только в материаловедении (22), но и нанотехнологиях (17), а также в оптоэлектронике (20).

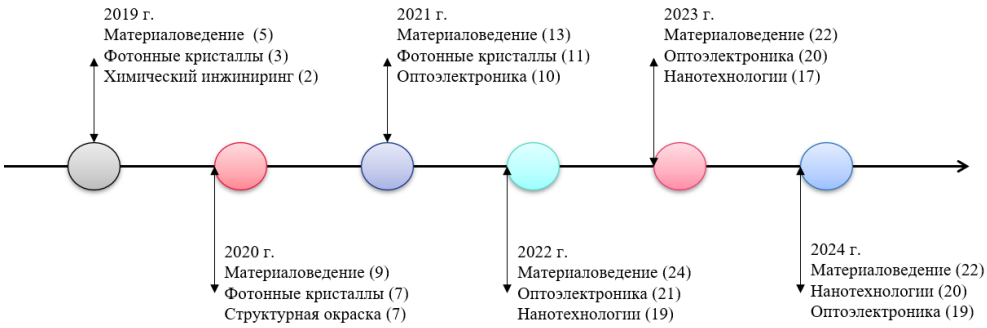


Рис. 9. Анализ облаков слов по времени

Заключение

Исследование публикаций за период 2019-2024 гг. показало, что фотонные кристаллы обладают значительным потенциалом для защиты от подделок. Благодаря разнообразию структур (от 1D до 3D) и способности генери-

ровать сложные, трудно воспроизводимые цветовые эффекты, изменяющиеся под воздействием внешних факторов, фотонные кристаллы являются перспективным материалом для создания высокозащищенных этикеток и интеллектуальных устройств [2-11]. Помимо этого, были проведены кластерные анализы по цитированиям, а также по соавторству, что позволило не только установить более точные географические рамки исследований, но и определить основные направления и исследователей,занимающихся изучением фотонных кристаллов не только в защищенной полиграфии, но и в смежных областях знаний. Кроме того, был проведен анализ с применением закона Брэдфорда относительно ведущих журналов, который выявил 3 группы по уровню значимости, а именно: тематическое ядро (1 журнал), журналы смежных тематик (4 журнала), остальные журналы (15 журналов). На основе полученных результатов, можно сделать следующий вывод: фотонные кристаллы открывают широкие возможности для создания надежной и подлинной продукции, дальнейшее изучение данных структур позволит создать новые инструменты для защиты от фальсификации.

Список литературы

1. Bradford S.C. Classic paper: Sources of information on specific subjects // Collection Management. 1976. Vol. 1. №. 3-4. P. 95-104.
2. Compact ultrabroadband light-emitting diodes based on lanthanide-doped lead-free double perovskites/ S. Jin [et al.] // Light: Science & Applications. 2022. Vol.11. №. 1. P. 52.
3. Different structural colors or patterns on the front and back sides of a multilayer photonic structure/ S. Wu [et al.] // ACS applied materials & interfaces. 2019. Vol. 11. №. 30. P. 27210-27215.
4. Dynamic regulation of photoluminescence based on mechanochromic photonic elastomers / X. Chen [et al.] // Chemical Engineering Journal. 2021. Vol. 426. P.131259.
5. Free-standing Helical Nanostructured Chiro-Photonic Crystal Film and Anticounterfeiting Label Enabled by a Cholesterol-Grafted Light-Driven Molecular Motor / J. Bao [et al.] // Small Methods. 2022. Vol. 6. № 5. P. 2200269.
6. Hong W., Yuan Z., Chen X. Structural color materials for optical anticounterfeiting // Small. 2020. Vol. 16. №. 16. P. 1907626.
7. Hussain S., Park S. Photonic cholesteric liquid-crystal elastomers with reprogrammable helical pitch and handedness // ACS applied materials & interfaces. 2021. Vol. 13. №. 49. P. 59275-59287.
8. Low-angle-dependent anticounterfeiting label decoded by alcohol tissue wiping based on a multilayer photonic crystal structure / S. Wu [et al.] // ACS Applied Materials & Interfaces. 2022. Vol. 14.№. 23. P. 27048-27055.
9. Robust large-sized photochromic photonic crystal film for smart decoration and anticounterfeiting / H. Li [et al.] // ACS Applied Materials & Interfaces. 2022. Vol. 14. №. 12. P. 14618-14629.
10. Stimulus-responsive nonclose-packed photonic crystals: fabrications and applications / Y. Hu [et al.] // Materials Horizons. 2023. Vol. 10. №. 10. P. 3895-3928.
11. Stimulus-responsive photonic crystals for advanced security / W. Wang [et al.] // Advanced Functional Materials. 2022. Vol. 32. №. 40. P. 2204744.

Бахус А.В., Ярыгин М.А.
студенты
Научный руководитель: ***Казанцев С. Ю.***
д.ф-м.н., профессор,
Московский технический университет связи и информатики,
Россия, Москва

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГОДЫХ УСЛОВИЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АТМОСФЕРНОГО КВАНТОВОГО КАНАЛА

Аннотация. Представлены результаты физического моделирования влияния атмосферных возмущений на характеристики квантового канала связи при квантовом распределении ключа в атмосферной оптической линии связи. Предложены оригинальные экспериментальные методики для оценки изменений характеристик квантового канала передачи данных в открытой атмосфере. Исследована динамика изменения параметров квантовой системы связи – процента квантовых битовых ошибок и скорости распределения просеянного квантового ключа.

Ключевые слова: квантовое распределение ключей; атмосферный канал связи; процент квантовых битовых ошибок; скорость распределения квантового ключа; турбулентность.

Bahus A.V., Yarygin M.A.
Students
Scientific Advisor: ***Kazantsev S.Yu.***
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
Moscow Technical University of Communications and Informatics,
Russia, Moscow

MODELING OF THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON THE CHARACTERISTICS OF AN ATMOSPHERIC QUANTUM CHANNEL

Abstract. The paper presents the results of physical modeling of the influence of atmospheric disturbances on the characteristics of a quantum communication channel with quantum key distribution in an atmospheric optical communication line. The results of testing experimental methods for assessing changes in the characteristics of a quantum data transmission channel in the open atmosphere are presented. The dynamics of changes in the quantum system parameters – quantum bit error rate (QBER) and generated quantum key length – are studied.

Keywords: quantum key distribution; atmospheric channel; QBER; quantum key length; tturbulences.

На сегодняшний день большое внимание привлекают беспроводные системы связи в оптическом диапазоне. Для ряда практических приложений оказывается выгодным вместо волоконно-оптических линий связи использовать атмосферные оптические линии связи (АОЛС). Также вместе с этим интересна и перспективна возможность реализации технологии квантового распределения ключей (КРК) интегрированной в системы АОЛС [8]. В

условиях свободной атмосферы турбулентности существенно влияют на характеристики передаваемого сигнала, вызывая искажение волнового фронта лазерного пучка и потери мощности [1, 4]. В связи с этим актуальной является задача создания лабораторного стенда, на котором возможно реализовать устойчивый квантовый канал связи и воздействовать на оптическую трассу различными возмущениями, которые в перспективе можно будет контролировать датчиком волнового фронта и компенсировать с помощью адаптивной оптики [4].

Таким образом, целью данной статьи являлась разработка лабораторного стенда, позволяющего моделировать различные погодные условия и изучать их влияние на систему квантового распределения ключа. Для проведения этих исследований по изучению влияния разнообразных атмосферных возмущений на характеристики квантового канала связи за основу был взят стенд, представленный в работе [6, 8] и состоящий из блоков КРК EMQOS 1.0, реализующих двухпроходную автокомпенсационную схему Plug&Play для квантового криптографического протокола BB84 с фазовым кодированием [6].

Данный стенд был дополнен короткой экспериментальной атмосферной трассой, созданной между двумя оптическими коллиматорами, разнесенными на расстояние 0,4 м, которые подсоединили к блокам КРК «Боб» и «Алиса» оптическими волокнами, длиной по 30 м. Тем самым был организован квантовый канал в виде гибридной системы связи. В итоге стенд включил следующие блоки: два оптических коллиматора C40FC-C Thorlabs, стандартное одномодовое волокно (SMF-28) для соединения блоков EMQOS 1.0. В качестве источников оптических возмущений использовались: парафиновая свеча и небулайзер JSL-W302.

На рисунке 1 схематически показан беспроводной квантовый канал, обеспечивающий соединение блоков КРК от установки EMQOS 1.0 и источники оптических возмущений, необходимые для имитации атмосферного влияния.

На подготовительном этапе проводилась настройка оптических коллиматоров под длину волны лазерного излучения 1546,7 нм на расстоянии друг от друга в 0,4 м для обеспечения стабильного уровня коэффициента передачи по мощности в беспроводном сегменте системы связи. На атмосферной трассе фиксировались потери мощности излучения не более 3,6 дБ. Излучение подавалось с блока КРК «Боб» через атмосферный канал к блоку КРК «Алиса» и возвращалось обратно к «Бобу». Таким образом, источник одиночных фотонов и приемник находились в блоке «Боб». Блоки КРК были подключены к оптическим коллиматорам по одномодовому волокну.

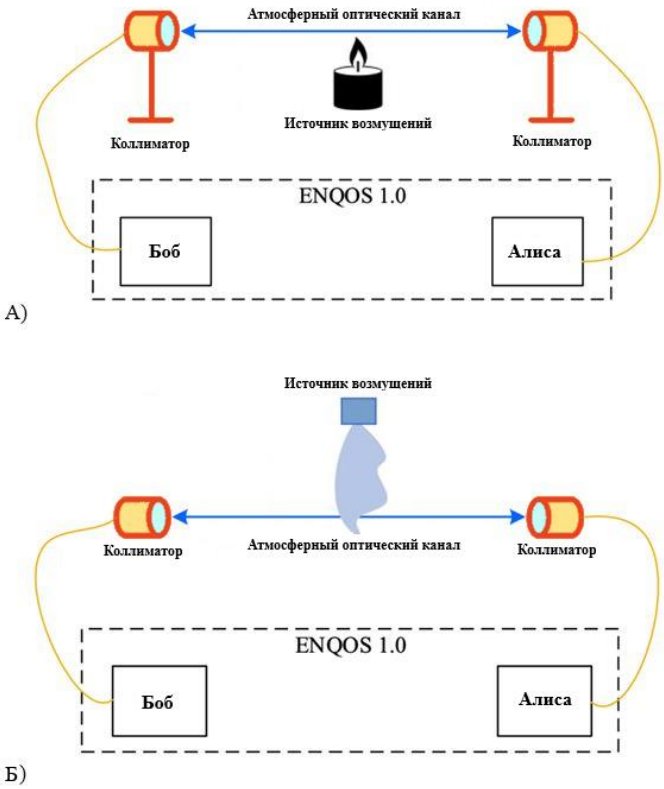


Рис. 1. Схемы экспериментов при введении тепловых возмущений (А), при введении возмущений в виде аэрозолей (Б)

Для имитации атмосферной турбулентности в свободном пространстве близкой к реальным условиям использовались различные источники возмущений. Сначала проверялась передача квантового ключа по атмосферному каналу без возмущений при отсутствии искусственно введённых турбулентностей (см. рис. 2.А). Средняя скорость генерации ключа и коэффициент квантовых битовых ошибок составляли: 558 бит/сек и 2,77%, соответственно.

Далее в атмосферный канал вносились оптические неоднородности в виде локальных тепловых возмущений от горящей парафиновой свечи. На рисунке 2.Б представлен результат изменения скорости генерации просеянного квантового ключа и QBER при внесении тепловых возмущений в середину атмосферной трассы с течением времени. Пунктирной горизонтальной линией отображается уровень QBER, равный 11%, не превышение которого является теоретически доказанным гарантом безопасности передачи квантовых ключей в реализованном криптографическом протоколе системы КРК [8]. Средняя скорость генерации ключа и коэффициент квантовых битовых ошибок составлял: 64 бит/сек и 42,65%, соответственно.

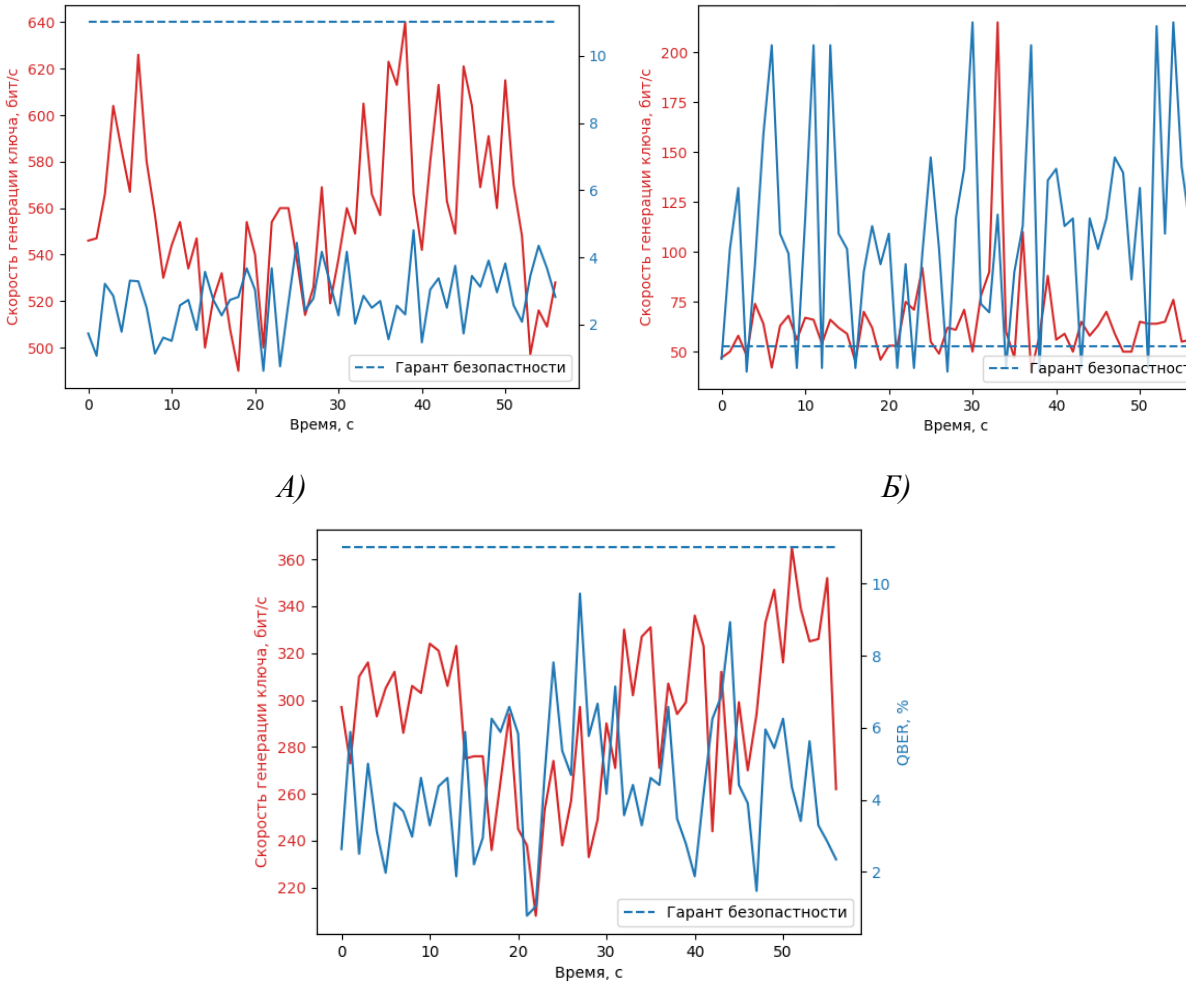
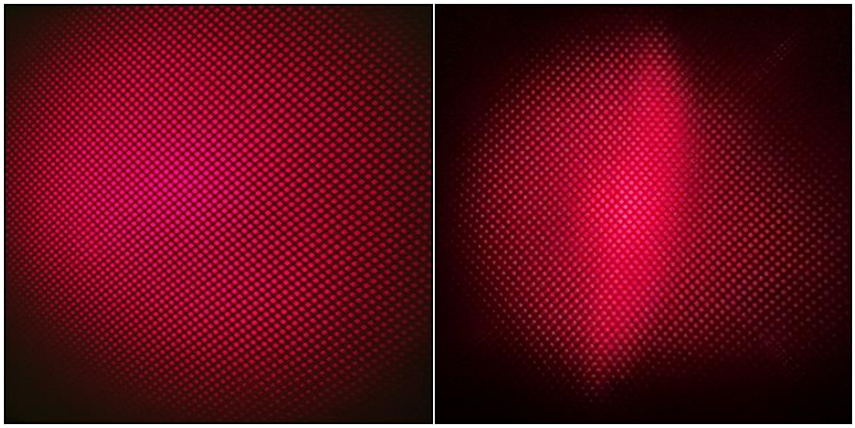


Рис. 2. Зависимость длины просеянного ключа и процент квантовых битовых ошибок от времени при отсутствии возмущений (А), при внесении тепловых возмущений (Б) на середину атмосферной трассы, при воздействии аэрозолем (В)

После изучались характеристики квантового канала при внесении в атмосферный сегмент экспериментальной схемы с источником водного аэрозоля [2]. Небулайзер, распыляющий частицы воды размером 0,5 – 5 мкм, с зоной воздействия в 30-33 см устанавливался поперек передающего оптического коллиматора на расстоянии 20 см от его корпуса. На рисунке 2.В показано изменение характеристик квантового канала во времени, когда оптическая трасса проходила через поток водного аэрозоля, создаваемого с помощью небулайзера [3]. Средняя скорость генерации ключа и коэффициент квантовых битовых ошибок составлял: 290 бит/сек и 4,42%, соответственно.Таким образом, экспериментальные методики для оценки изменения характеристик квантового атмосферного канала связи были протестированы. В ходе тестирования было выявлено, что наибольшее воздействие на QBER и скорость выработки просеянного ключа есть у парафиновой

свечи, имитирующей тепловые возмущения в атмосферной среде. Воздействие от водного аэрозоля на оптической трассе на передачу квантового ключа оказалось не такое значительное, но это вызвано в первую очередь малым размером области, где присутствовал аэрозоль, кроме этого, в дальнейшем следует осуществлять контроль размера аэрозольных частиц и их концентрации на трассе.

Для точного инструментального контроля оптических возмущений, создаваемых на атмосферной трассе, в дальнейшем планируется использовать установку «Тальбот» , которая представляет собой датчик волнового фронта на основе эффекта Тальбота [7, 10]. Лазерный пучок с плоским волновым фронтом, проходя через периодическую решетку на определённом расстоянии после нее формирует на экране интерферрограмму с периодическим расположением максимумов интенсивности, как показано на рисунке 3.А. При внесении оптических возмущений на оптической трассе интерферрограмма изменяется, как показано на рисунке 3.Б, что позволяет контролировать и визуализировать изменения оптической плотности на атмосферной трассе. Смещение локальных максимумов интерферрограммы сигнализирует об искажениях волнового фронта лазерного пучка и связаны с изменением оптической плотности среды на оптической трассе, данные смещения возможно уже численно охарактеризовать и контролировать. Таким образом, появляется инструментальный метод контроля любых оптических возмущений, которые создаются на экспериментальном стенде. В последствии, также планируется использовать данный метод для реализации компенсационного устройства [1], который поможет уже бороться с атмосферными возмущениями на оптической трассе с интегрированным квантовым каналом.



а) *б)*

Рис. 3. Пример фотографии тальбограммы невозмущенного лазерного пучка (а) и тальбограммы лазерного пучка, прошедшего оптическое возмущение (б)

Список литературы

1. Адаптивная система для коррекции аберраций лазерного излучения в атмосферных оптических линиях связи / В.В. Топоровский [и др.] // Лазерно-информационные технологии 2024: Труды XXXII международной научной конференции. М., 2024. С. 128-129.
2. Влияние атмосферного аэрозоля на работу оптической беспроводной линии связи/ Д.А. Клепиков [и др.] // Новые технологии. Наука, техника, педагогика = New Technologies. Science, Engineering, Pedagogics. 2024. С. 460-465.
3. Влияние атмосферных помех на Мощность передаваемого сигнала / А.К. Наниджанян [и др.] // Инженерные технологии: традиции, инновации, векторы развития. 2024. С. 76-77.
4. Возможность построения модульной системы квантового распределения ключей в атмосфере/ А.А. Боев [и др.] // Письма в Журнал технической физики. 2022. Т. 48. №. 15. С. 15.
5. Метрологическая система для измерения характеристик детектора одиночных фотонов/ Ж. Рабенандрасана [и др.] // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. 2023. Т. 14. № 3. С. 41-47.
6. Модульная установка квантового распределения ключей в свободной атмосфере / С.Ю. Казанцев [и др.] // Наука, техника, педагогика в высшей школе. 2023. С. 205-211.
7. Программный анализ изображений датчика волнового фронта на основе эффекта Тальбота / К.М. Касимов [и др.] // Новые технологии. Наука, техника, педагогика = New Technologies. Science, Engineering, Pedagogics. 2024. С. 452-459.
8. Advances in space quantum communications/ J.S. Sidhu [et al.] // IET Quantum Communication. 2021. Vol. 2. №. 4. P. 182-217.
9. Development of a metrological system for measuring the characteristics of single photon detectors based on an educational platform EMQOS 1.0/ J. Rabenandrasana [et al.] // Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications. 2023. Vol. 6. № 1. P. 380-383.
10. Wavefront control of wide aperture laser beams for quantum key distribution problems in free space/ J. Rabenandrasana [et al.] // 2023 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF). 2023. P. 1-8.

Ванина С.А., Чиченина С.Г.
студенты,
vaninasofya2005@gmail.com, *sophiachichenina@gmail.com*
Научный руководитель: ***Балабан Е.И.***
к.ф.-м.н., доцент,
Коломенский институт (филиал) Московского политехнического университета,
Россия, Коломна
balabanvmif@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ЭКСТРЕМУМА ФУНКЦИИ

Аннотация. В статье рассматривается применение численных методов для решения задачи оптимизации. Были рассмотрены метод половинного деления и метод золотого сечения, их теоретические аспекты, а также произведено сравнение методов путем программной реализации на языке программирования C++. Были представлены результаты обоих методов и анализ их эффективности.

Ключевые слова: численная методы; унимодальная функция; метод бисекции; метод золотого сечения; экстремум функции; C++; сравнение методов.

Vanina S.A., Chichenina S.G.
Students,
vaninasofya2005@gmail.com, sophiachichenina@gmail.com
Scientific Adviser: ***Balaban E.I.***
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,
Kolomna Institute (branch) of Moscow Polytechnic University,
Russia, Kolomna
balabanvmif@gmail.com

ALICATION OF NUMARICAL METHODS TO FIND THE EXTREMUM OF A FUNCTION

Abstact. The article discusses the application of numerical methods to solve the optimization problem. The half division method and the golden ratio method, their theoretical aspects were considered, and the methods were compared by software implementation in the C++ programming language. The results of both methods and an analysis of their effectiveness were presented.

Keywords: numerical methods; unimodal function; bisection method; golden ratio method; extremum function; C++; comparison of methods.

Численные методы (вычислительные методы, методы вычислений) – раздел вычислительной математики, изучающий приближенные способы решения типовых математических задач, которые либо не решаются, либо трудно решаются точными, аналитическими методами [2, с. 7]. Одной из таких задач, для решения которой требуются вычислительные методы, является задача оптимизации по нахождению точек экстремума унимодальных

функций. В данной статье будет рассмотрено сравнение двух численных методов поиска экстремума функции: метод половинного деления и золотого сечения, на примере нахождения минимума унимодальной функции. Помимо теоретического сравнения, будет проведена проверка результатов, полученных программным путём.

Функция f(x) может иметь несколько экстремумов (минимумов или максимумов), поэтому задача поиска экстремумов сводится к их локализации и уточнению значений x и f(x) в точке экстремума.

Метод половинного деления (или же метод бисекции) – это метод поиска экстремума функции, в котором интервал поиска [a, b] после каждой итерации уменьшается в два раза. Основные формулы, используемые в методе бисекции:

$$x_1 = \frac{b + a + \delta}{2}. , \quad (1)$$

$$x_2 = \frac{b - a + \delta}{2}, \quad (2)$$

где δ – малое число, означающее окрестность точки функции [1, с. 24]**.**

Посмотрим реализацию данного метода на языке C++ (рис. 1).

```
int bisection_method(float a, float b, float e, float& min_x) {
        int steps = 0;
        float c, d1, x1, x2, y1, y2;
        do {
        steps++;
        c = (a + b) / 2;
        d1 = 0.2 * (b – a);
        x1 = c – d1;
        x2 = c + d1;
        y1 = f(x1);
        y2 = f(x2);
        if (y1 < y2) b = x2;
        else if (y1 > y2) a = x1;
        else { a = x1; b = x2; }
        } while (b – a >= e);
        min_x = (a + b) / 2;
        return steps;
}
```

Рис. 1. Программная реализация метода бисекции

Метод золотого сечения – это метод поиска экстремума функции, в котором интервал поиска [a, b] после каждой итерации уменьшается пропорционально на «золотое число» $\varphi = \frac{\left(\sqrt{5}-1\right)}{2} \approx 0{,}618$ по формулам:

$$x_1 = a + \left(1-\varphi\right)\left(b-a\right), \tag{3}$$

$$x_2 = a + \varphi\left(b-a\right), \tag{4}$$

Стоит отметить, что данный метод является предельным случаем метода Фибоначчи – одного из алгоритмов оптимизации, который заключается в последовательном делении интервала неопределённости на число, равное сумме двух предыдущих. При этом преимущество метода золотого сечения заключается в том, что для него не требуется заранее знать количество вычислений функции. Ниже представлена реализация метода золотого сечения также на языке C++ (рис. 2).

```
int golden_section_search(float a, float b, float e, float&
min_x) {
        const float phi = (sqrt(5) – 1) / 2;
        int steps = 0;
        float x1 = b – phi * (b – a);
        float x2 = a + phi * (b – a);
        float f1 = f(x1), f2 = f(x2);
        while ((b – a) > e) {
        steps++;
        if (f1 < f2) {
        b = x2;
        x2 = x1;
        f2 = f1;
        x1 = b – phi * (b – a);
        f1 = f(x1);
        }
        else {
        a = x1;
        x1 = x2;
        f1 = f2;
        x2 = a + phi * (b – a);
        f2 = f(x2);
        }
        }
        min_x = (a + b) / 2;
        return steps;
}
```

Рис. 2. Программная реализация метода золотого сечения

Написанная программа принимает на вход функцию, границы отрезка, точность ε и проверяет функцию на унимодальность, после чего выводит таблицу с результатами, полученными двумя методами. Пользователь может сразу увидеть необходимое количество шагов, требуемое для достижения заданной точности, значение минимума функции со значением функции в этой точке и время работы обоих методов, измеряемое в миллисекундах. При желании он так же может получить более развернутые шаги вычислений методов бисекции и золотого сечения – программа это позволяет.

Для того, чтобы сравнить рассмотренные выше методы, были выбраны три унимодальные функции. Проверка на унимодальность в программе проводилась с помощью специально написанной функции (рис. 3).

```
bool is_unimodal(float a, float b, int n_samples = 1000) {
        float step = (b – a) / n_samples;
        float prev = f(a);
        int direction_changes = 0;
        bool increasing = false;
        bool first = true;
        for (int i = 1; i <= n_samples; ++i) {
        float x = a + i * step;
        if (x > b) x = b;
        float current = f(x);
        if (current > prev && !first) {
        if (!increasing) {
        direction_changes++;
        increasing = true;
        }
        }
        else if (current < prev && !first) {
        if (increasing) {
        direction_changes++;
        increasing = false;
        }
        }
        prev = current;
        first = false;
        if (direction_changes > 1) return false;
        }
        return true;
}
```

Рис. 3. Программная реализация проверки функции на унимодальность

Первой функцией был логарифм с квадратичным смещением, представленный в виде

$f(x) = \ln(x+1) + \frac{(x-2)^2}{10}$. Проверка проводилась на интервале [0; 4] с заданной точностью ε = 0,001. Вторая функция представляла собой обратную параболу

$f(x) = \frac{-1}{1+(x-3)^2}$, которая была исследована на интервале [0; 5] с точностью ε = 0,001. И третьей функцией была тригонометрическая функция с шумом вида f(x)=cos(x)+ 0,01·sin(10x), рассмотренная на интервале [0,1 ; π] с такой же точностью, как и предыдущие функции.

В результате работы программы были получены следующие результаты (табл. 1, 2).

Таблица 1

Результаты поиска минимума функций методом бисекции

№ функции	Параметры			
	Шаги	Минимум x	Значение f(x)	Время выполнения, мс
1	24	0,00038316	0,40039942	0,0013
2	24	3,00015593	-1	0,005
3	23	3,06773329	-1,00400615	0,002

Таблица 2

Результаты поиска минимума функций методом золотого сечения

№ функции	Параметры			
	Шаги	Минимум x	Значение f(x)	Время выполнения, мс
1	18	0,00034614	0,40036088	0,003
2	18	3,00023437	-1	0,003
3	17	3,06765199	-1,00400615	0,002

Теперь проанализируем полученные результаты. Для всех трех функций метод золотого сечения выдает ответ за меньшее количество шагов, в отличие от метода половинного деления. Если посчитать различие в шагах у этих методов (на примере для первой функции: 100% – (18 · 100% / 24) = 100% – 75% = 25%), то получим, что для метода золотого сечения требуется в среднем на 25% меньше шагов, для достижения требуемого результата.

Значения точки минимума практически совпадают и различаются друг от друга с малой погрешностью (для функции 1 погрешность в методах составляет: 0,00038316–0,00034614 = 0,00003702). Аналогично получаются и значения самих функций в найденных точках минимума: погрешность также близка к 0.

Метод золотого сечения требует меньше времени для достижения такого же результата, как и в методе бисекции.

В результате работы, проведенной в данной статье, можно сделать следующий вывод об эффективности двух представленных в ней методов: метода половинного деления (или же метода бисекции) и метода золотого сечения. Метод золотого сечения является более эффективным, что было как упомянуто в теории, так и подтверждено на практике. Оба метода являются точными и выдают приблизительно одинаковый результат, при этом метод золотого сечения требует меньше времени на выполнение, в отличие от метода половинного деления. Результаты также могут варьироваться в зависимости от рассматриваемых функций.

Список литературы

1. Гончаров В.А. Методы оптимизации. М.: Юрайт; 2014. 191 с.
2. Зенков А.В. Численные методы. М.: Юрайт, 2017. 122 с.

Зайцева С.П.
студент,
lollitasolfa@gmail.com
Научный руководитель: ***Гараев Т.К.***
к.т.н., доцент
Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ,
Россия, Казань
Garaev77@mail.ru

МНЕМОНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В УСВОЕНИИ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ

Аннотация. Выполнен обзор применяемых мнемонических методов, применяемых для упрощения решения задач в высшей математике. Анализируется их эффективность, ограничения и влияние на формирование математического мышления. Рассматриваются мнемонические приемы, используемые для запоминания формул/теорем, а также стратегии, позволяющие быстро находить решения задач. Рассмотрены преимущества и недостатки мнемонических методов, апробированных в образовательном процессе, а также их потенциальные риски при недостаточно глубоком изучении предмета.

Ключевые слова: мнемонические методы; высшая математика; интуитивное мышление; математическое образование.

Zaitseva S.P.
Student,
lollitasolfa@gmail.com
Scientific Advisor: ***Garaev T.K.***
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev – KAI,
Russia, Kazan
Garaev77@mail.ru

MNEMONIC METHODS IN HIGHER MATHEMATICS

Abstract. A review of mnemonic methods used to simplify problem solving in higher mathematics is provided. Their effectiveness, limitations, and impact on the development of mathematical thinking are analyzed. Various mnemonic techniques used to memorize formulas are considered, as well as strategies that allow one to quickly find solutions to problems. The importance of these methods in the educational process is emphasized, as well as their potential risks if the subject is not studied in sufficient depth.

Keywords: mnemonic methods; higher mathematics; intuitive thinking; mathematical education.

Высшая математика является одной из наиболее сложных дисциплин для изучения в Российских вузах. Федеральный государственный образовательный стандарт РФ требует помимо запоминания многочисленных формул умения анализировать, применять различные методы, применять их при решении задач и выстраивать доказательства полученных решений.

Исследование восприятия обучающимися в КНИТУ-КАИ им А.Н. Туполева методического материала по высшей математике [1] показало, что традиционные способы изучения эффективны только в том случае, если обучающиеся имеют высокие математические компетенции с высокой мотивацией. В ином случае, приходится применять дополнительные стимулирующие методы в изучении высшей математики. В усвоении высшей математики эффективными оказываются и другие методы [2 – 4], в том числе мнемонические методы, позволяющие значительно облегчить процесс изучения.

Мнемонические методы представляют собой специальные приемы, направленные на улучшение запоминания математической информации, основаны на использовании ассоциаций, аналогий, рифм, акронимов и графических образов, что позволяет превратить сложные для изучения формулы в запоминающиеся структуры. Например, многие обучающиеся сталкиваются с трудностями при запоминании производных тригонометрических формул. В этом случае, помогает простая мнемоническая фраза: «Синус – хороший, косинус – злой», которая подсказывает, что производная синуса

имеет положительный знак, а производная косинуса – отрицательный. Подобный прием не только облегчает запоминание, но и делает процесс обучения менее сложным.

Другой важной группой мнемонических методов являются визуальные приемы, помогающие представить математические понятия в графическом виде. Один из таких методов – правило Саррюса, используемое при вычислении определителя матрицы третьего порядка. Его суть заключается в дополнении первых двух столбцов матрицы справа [5], что позволяет легче проследить все произведения и избежать ошибок в расчетах. Еще один пример – геометрическая интерпретация производной: если представить график функции, то производная в каждой точке показывает угол наклона касательной [6]. Этот образ делает геометрический смысл производной функции одной переменной интуитивно понятным, так как она оказывается связана со скоростью изменения функции.

Аналогии также играют важную роль в запоминании сложных математических правил. Например, в изучении сходимости и расходимости числовых и функциональных рядов. Понимание достаточных условий сходимости и расходимости может быть сложной для запоминания, но мнемонический метод помогает упростить этот процесс, предоставляя интуитивные аналогии. Предлагаемый мнемонический метод заключается в упрощенном запоминании теоремы в виду визуального представления двух воздушных шаров. Один (меньший) воздушный шар находится внутри другого (большего) воздушного шара. Визуально можно представить, что если больший шар будет сдуваться, то и меньшему, находящимся внутри тоже придётся сжаться. В обратном случае, когда меньший шарик будет раздуваться, то и большему придется расширяться под действием внутренней силы внутреннего шара. Данный способ апробирован в учебном процессе КНИТУ-КАИ им. А.Н Туполева при изучении высшей математики. Он помогает упрощенно запомнить и применять, при решении задач, (теорему) достаточного признака сходимости знакопостоянных числовых рядов. Ассоциация с теоремой – если больший ряд сходится, то и меньший ряд будет сходиться, и если меньший ряд расходится, то больший будет расходиться, проведена с воздушными шарами. Такой способ позволяет обучающимся быстро запомнить теорему облегчая восприятие строгих математических рассуждений.

Несмотря на очевидные преимущества мнемонические методы так же имеются недостатки. Мнемонические методы могут приводить к поверхностному пониманию материала. Обучающийся, запомнивший мнемоническую фразу, но не разобравшийся в ее математическом смысле, может допустить ошибки при решении задач. Мнемонические методы не всегда универсальны. Мнемоническая техника, удобная в одном разделе математики, может оказаться бесполезной в другом. Мнемонические методы, эвристические приемы, хотя и помогают находить решения, не могут заменить математических доказательств, в виду чего обучающиеся не в должной мере бу-

дут владеть «математическим языком». Применение мнемонических методов эффективно для проверки гипотез и быстрого нахождения ответа, но окончательное решение всегда должно быть подтверждено вычислениями и математическими формулировками.

Мнемонические методы остаются важным инструментом в обучающем процессе. Применение мнемонических методов, позволяет обучающимся усваивать материал, быстрее запоминать сложные формулы и развивать математическую интуицию. Важно находить баланс между такими приемами и классическими методами обучения. Полезно комбинировать мнемонику с математическими доказательствами, проверять полученные мнемоническими методами результаты вычислениями и использовать визуальные и интерактивные элементы для лучшего понимания материала.

Мнемонические методы делают процесс изучения высшей математики более доступным и увлекательным, что стимулирует обучающихся к изучению сложных материалов и повышает мотивацию. Мнемонические и методы помогают обучающимся преодолеть стресс в образовательном процессе перед сложным для пониманий формул, находить упрошенные способы решения задач и глубже понимать закономерности, лежащие в основе математических концепций. При правильном использовании методы становятся мощным инструментом для развития математического мышления и эффективного усвоения учебного материала для обучающихся с невысокими математическими компетенциями. Особо эффективны данные методы при обучении иностранных граждан [7].

Список литературы

1. Басюк, В.А., Гараев Т.К. Эффективность искусственного интеллекта в высшей математике // Вестник НЦБЖД. 2024. № 3(61). С. 128-132.
2. Высшая математика элементы линейной алгебры /Т.К. Гараев [и др.]. Казань, 2022. 112 с.
3. Гараев Т.К., Новик Н.С. Искусственный интеллект в высшем образовании глазами студентов // Мир образования – образование в мире. 2023. № 3(91). С. 221-229.
4. Гараев Т.К., Юртунбаев Д. Применение инновационных технологий в обучающем процессе // Молодежь и современные информационные технологии: Сб. трудов XIX Междунар. научн.-практ. конф.студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 2022. С. 105-106.
5. Гельфанд И.М. Лекции по высшей математике. М.: Физматлит, 2019.320 с.
6. Гизитдинова Е.А., Гараев Т.К., Исследование восприятия методического материала по высшей математике // Методы и технологии обучения в вузе в условиях цифровой трансформации образования : Сб. ст. Всерос. (с междунар. участием) науч.-метод. конф., Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2023. С. 692-695.
7. Дорофеева С.И. Содержание курса «Высшая математика» в технических университетах // Современные технологии в науке и образовании: Сб. трудов IV Междунар. науч.-техн. форума. Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т им. В.Ф.Уткина, 2021. С. 73-75.
8. Обучение в КАИ туркменских студентов/ Е.В. Муравьева [и др.] // Вестник НЦБЖД. 2024.№ 2(60). С. 52-57.
9. Поляков А.В. Методы интуитивного мышления в математике. М.: Наука, 2022. 450 с.

10. Stewart J.C. Early Transcendentals.USA:Cengage Learning, 2021.pp.958.

Новиков А.В.
студент
Научный руководитель: ***Кадымов В.А.***
д.ф.-м..н., профессор
РТУ МИРЭА,
Россия, Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ РАСЧЕТА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ СПИРАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ВРАЩЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются методы расчёта и визуализации намотки гирлянды заданной длины на поверхности вращения различной сложности, а также расчет координат каждого светодиода на гирлянде. Полученные результаты визуализируются.

Ключевые слова: спираль Архимеда; поверхность вращения; интерполирование; численные методы; визуализация.

Novikov A.V.
Student
Scientific Advisor: ***Kadymov V.A.***
Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,
RTU MIREA
Russia, Moscow

NUMERICAL METHODS APPLICATION FOR CALCULATION AND VISUALIZATION OF SPIRAL TRAJECTORIES ON SURFACES OF ROTATION

Abstract. The article discusses methods for calculating and visualizing the winding of a garland of a given length on revolution surfaces of varying complexity, as well as calculating the coordinates of each LED on the garland. The obtained results are visualized.

Keywords: Archimedean spiral; surface of revolution; interpolation; numerical methods; visualization.

Постановка задачи

Требуется разработать метод расчёта траектории спиральной намотки гирлянды заданной длины с равным шагом на поверхность вращения сложной формы, заданной функцией радиуса r(z) и нахождения координат светодиодов, расположенных на гирлянде через равные промежутки.

Решение

Зададим поверхность вращения, вдоль которой будет рассчитываться спираль. Используем 2 параметра: z – координата вдоль оси z и φ – угол поворота. Получим следующую поверхность:

$$S(z,\ \varphi) = \left(r(z)\cos(\varphi), r(z)\sin(\varphi), z\right), \quad (1)$$

где r(z) – функция радиуса, описывающая профиль поверхности в зависимости от z.

Для намотки гирлянды с равномерным шагом спирали вдоль оси z целесообразно использовать спираль с постоянной плотностью витков, где угол поворота пропорционален высоте. Это обеспечивает фиксированное расстояние между проекциями соседних витков на ось z.

Свяжем угол φ и высоту z через коэффициент плотности витков φ = kz, где k − константа, определяющая вертикальный шаг спирали. Тогда параметрическое задание спирали вокруг поверхности вращения принимает вид:

$$A(z) = \left(r(z)\cos(kz), r(z)\sin(kz), z\right) \quad (2)$$

Отметим, что для одного полного оборота (Δφ = 2π) приращение высоты составляет Δz=2π/k, что и является расстоянием между проекциями соседних витков на ось z.

Найдем значение k для конкретной поверхности и фиксированной длины спирали $L_{заданное}$. Длина спирали L вычисляется как интеграл длины дуги кривой в трёхмерном пространстве:

$$L = \int_{z_{min}}^{z_{max}} \sqrt{\left(\frac{dx}{dz}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dz}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dz}\right)^2}\, dz \quad (3)$$

Подставим производные:

$$\frac{dx}{dz} = \frac{d}{dz}\left[r(z)\cos(kz)\right] = r'(z)\cos(kz) - kr(z)\sin(kz),$$

$$\frac{dy}{dz} = \frac{d}{dz}\left[r(z)\sin(kz)\right] = r'(z)\sin(kz) + kr(z)\cos(kz),$$

$$\frac{dz}{dz} = 1.$$

Вычислим подынтегральное выражение:

$$\left(\frac{dx}{dz}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dz}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dz}\right)^2 = \left[r'(z)\cos(kz) - r(z)\sin(kz)\right]^2 + .$$

$$\left[r'(z)\sin(kz)+r(z)\cos(kz)\right]^2+1=$$

$$\left(r'(z)\right)^2\cos^2(kz)-2r'(z)r(z)\cos(kz)\sin(kz)+k^2r^2(z)\sin^2(kz)+$$

$$\left(r'(z)\right)^2\sin^2(kz)+2r'(z)r(z)\cos(kz)\sin(kz)+k^2r^2(z)\cos^2(kz)+1=$$

$$\left(r'(z)\right)^2+k^2r^2(z)+1$$

Тогда:

$$L(k)=\int_{z_{min}}^{z_{max}}\sqrt{\left(r'(z)\right)^2+k^2r^2(z)+1}\,dz \tag{4}$$

Для получения искомого k возьмем интеграл (5) и найдем решение уравнения

$$L(k)-L_{заданное}=0 \tag{5}$$

численно методом бисекции.

После нахождения k требуется найти координаты светодиодов на спирали. Известна длина гирлянды $L_{заданное}$ и количество светодиодов N. Тогда расстояние вдоль спирали от начала до i-го светодиода:

$$s_i=\frac{L_{заданное}}{N}i \tag{6}$$

Для каждого расстояния s_i найдем соответствующее значение параметра z_i ($z_{min} \le z_i \le z_{max}$):

$$s_i=\frac{L_{заданное}}{N}i=\int_{z_{min}}^{z_i}\sqrt{\left(r'(z)\right)^2+k^2r^2(z)+1}\,dz, \tag{7}$$

решая полученное уравнение относительно z_i.

Подставив z_i вместо z в уравнение спирали (3), получим координаты соответствующего светодиода.

Ниже представим примеры моделирования намотки гирлянды на 2 поверхности – конус и поверхность вращения, построенную на основе фотографии фигурного дерева.

Моделирование намотки гирлянды на конус

Для конуса функция радиуса r(z) выглядит следующим образом:

$$r(z)=R\left(1-\frac{z}{H}\right), z\in[0,H], \tag{8}$$

где *R* – радиус основания конуса, H – высота конуса.

Вычислим производную:

$$r'(z)=\frac{d}{dz}\left[R\left(1-\frac{z}{H}\right)\right]=-\frac{R}{H} \tag{9}$$

Подставим в интеграл (5):

$$L(k)=\int_0^H\sqrt{\frac{R^2}{H^2}+k^2R^2\left(1-\frac{z}{H}\right)^2+1}\,dz \tag{10}$$

Обозначим:

$$u=1-\frac{z}{H},dz=-Hdu,z=0\Rightarrow u=1,z=H\Rightarrow u=0$$

Получим:

$$L(k)=\int_1^0\sqrt{\frac{R^2}{H^2}+k^2R^2u^2+1}(-H)du=H\int_0^1\sqrt{\frac{R^2}{H^2}+k^2R^2u^2+1}\,du=$$

$$H\int_0^1\sqrt{k^2R^2u^2+\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)}\,du=H\int_0^1\sqrt{k^2R^2(u^2+\frac{\frac{R^2}{H^2}+1}{k^2R^2})}du$$

$$=HkR\int_0^1\sqrt{u^2+\frac{\frac{R^2}{H^2}+1}{k^2R^2}}\,du$$

$$=\left|a^2=\frac{\frac{R^2}{H^2}+1}{k^2R^2}\right|=HkR\int_0^1\sqrt{u^2+a^2}\,du$$

$$=HkR\left[\frac{u}{2}\sqrt{u^2+a^2}+\frac{a^2}{2}\ln\left(u+\sqrt{u^2+a^2}\right)\right]_0^1=$$

$$HkR\left[\frac{1}{2}\sqrt{1+a^2}+\frac{a^2}{2}\ln\left(1+\sqrt{1+a^2}\right)-\frac{a^2}{2}\ln(a)\right]=$$

$$HkR\left[\frac{1}{2}\sqrt{1+\frac{\frac{R^2}{H^2}+1}{k^2R^2}}+\frac{\frac{R^2}{H^2}+1}{2k^2R^2}\ln\left(1+\sqrt{1+\frac{\frac{R^2}{H^2}+1}{k^2R^2}}\right)-\frac{\frac{R^2}{H^2}+1}{2k^2R^2}\ln\left(\frac{1}{kR}\sqrt{\frac{R^2}{H^2}+1}\right)\right]=$$

$$\frac{1}{2}HkR\left[\sqrt{1+\frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)}+\frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)\ln\left(\frac{kR+\sqrt{k^2R^2+\frac{R^2}{H^2}+1}}{\sqrt{\frac{R^2}{H^2}+1}}\right)\right]. \quad (11)$$

Положим R = 1, H = 3 и $L_{заданное}$ = 30. Численно найдем решение уравнения (5) для полученной зависимости L(k) и получим значение k = 19.768.

Затем из выражения (7) найдем значения параметра z_i для каждого из N светодиодов:

$$s_i=\frac{L_{заданное}}{N}i=\int_{z_{min}}^{z_i}\sqrt{\left(r'(z)\right)^2+k^2r^2(z)+1}\,dz. \quad (12)$$

Подставим пределы интегрирования с учетом замены и найденное ранее выражение для поиска длины спирали и получим:

$$s_i=i=H\int_{1-\frac{z_i}{H}}^{1}\sqrt{\frac{R^2}{H^2}+k^2R^2u^2+1}\,du=$$

$$HkR\left[\begin{array}{c}\frac{1}{2}\sqrt{1+a^2}+\frac{a^2}{2}\ln\left(1+\sqrt{1+a^2}\right)-\frac{1}{2}\left(1-\frac{z_i}{H}\right)\sqrt{\left(1-\frac{z_i}{H}\right)^2+a^2}-\\ \frac{a^2}{2}\ln\left(\left(1-\frac{z_i}{H}\right)+\sqrt{\left(1-\frac{z_i}{H}\right)^2+a^2}\right)\end{array}\right]=$$

$$\frac{1}{2}HkR\left[\begin{array}{c}\sqrt{1+\frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)}+\frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)\ln\left(1+\sqrt{1+\frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)}\right)-\\ \left(1-\frac{z_i}{H}\right)\sqrt{\left(1-\frac{z_i}{H}\right)^2+\frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)}-\\ \frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)\ln\left(\left(1-\frac{z_i}{H}\right)+\sqrt{\left(1-\frac{z_i}{H}\right)^2+\frac{1}{k^2R^2}\left(\frac{R^2}{H^2}+1\right)}\right)\end{array}\right] \quad (13)$$

Подставим ранее заданные константы, найденный коэффициент плотности намотки и количество светодиодов N = 30. Для каждого i (0 <= i <= 29) решим уравнение (7) относительно z_i методом бисекции и получим набор параметров, задающих расположение светодиодов на спирали. Визуализируем полученный результат (рис. 1).

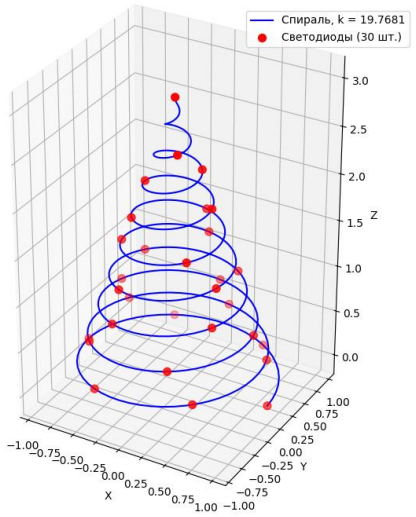


Рис. 1. Визуализация намотки гирлянды на конус

Моделирование намотки гирлянды на поверхность вращения произвольной формы

Ниже представим универсальный метод для расчета гирлянды вокруг любой поверхности вращения. Для этого будем задавать функцию радиуса r(z) не аналитически, а интерполируя некоторое количество таблично заданных точек методом кубической сплайн-интерполяции.

Наложим фотографию фигурного дерева на координатную плоскость так, чтобы ось дерева совпадала с осью z. Отметим несколько точек вдоль контура дерева (рис. 2).

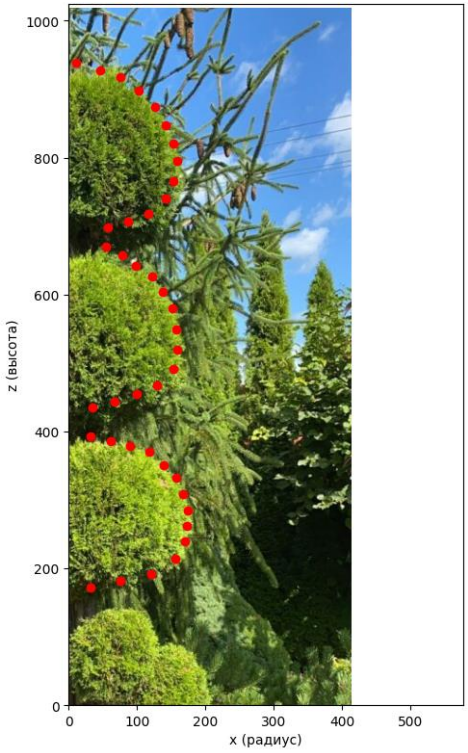


Рис. 2. Точки вдоль контура дерева

Эти точки представляют собой пары координат (x_i, z_i), где z_i – высота, а x_i – радиус в данной точке. Выполним интерполяцию по заданным точкам и получим функцию радиуса r(z) на области определения [z_{min}, z_{max}]. Полная длина спирали L находится численно с использованием трапециевидного правила:

$$L(k)=\int_{z_{min}}^{z_{max}}\sqrt{\left(r'(z)\right)^2+k^2r^2(z)+1}\,dz,$$

где $r'(z)$ определяется численно методом конечных разностей на основе интерполированной функции r(z).

Для заданной длины гирлянды найдем соответствующий параметр k методом бисекции. Для каждого светодиода находим соответствующее значение параметра z_i по формуле (7) аналогично с помощью численного метода трапеций. Подставив значения z_i в формулу спирали (3) найдем координаты каждого светодиода. Визуализация полученной спирали и график интерполированной функции r(z) изображены на рисунке 3.

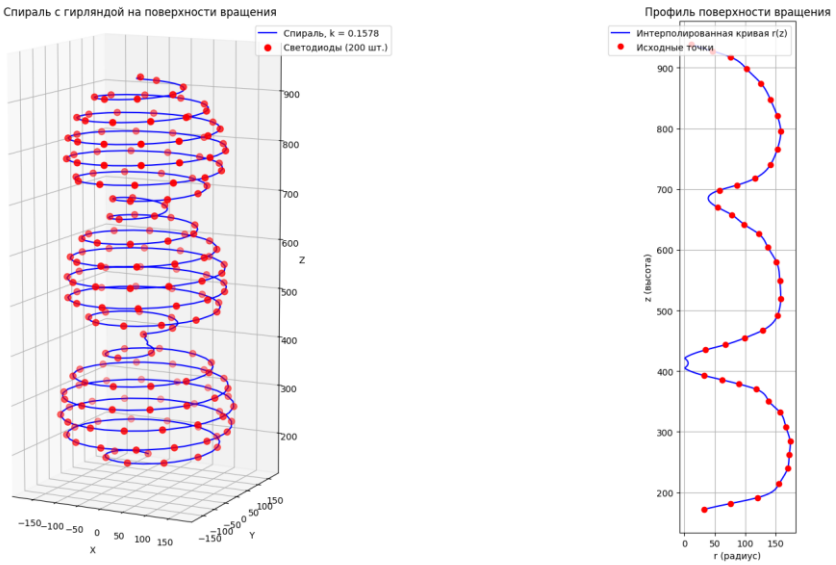


Рис. 3. Результат моделирования

В заключение отметим, что разработанный метод позволяет эффективно решать задачу размещения гирлянды заданной длины с равномерным распределением светодиодов на произвольной поверхности вращения. Интерполирование функции радиуса r(z) на основе таблично заданных точек обеспечивает универсальность подхода, позволяя моделировать поверхности любой формы, включая сложные контуры деревьев или декоративных объектов.

Список литературы

1. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. 632с.

2. Шафаревич А.И. Классическая дифференциальная геометрия. URL: https://teach-in.ru/file/methodical/pdf/differential-geometry-shafarevich-M.pdf (дата обращения: 11.03.2025).
3. SciPy Documentation. URL: https://docs.scipy.org/doc/scipy/ (дата обращения: 13.03.2025).

Пупшев Д.С., Шерозия Н.Г., Хайлатыпова Р.Р.
студенты,
pupsevd@gmail.com
Научный руководитель: ***Пшонкин Д.Е.***
к.ф-м.н., старший преподаватель
Московский политехнический университет,
Россия, Москва

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКА НА ПЛАСТИЧЕСКУЮ ДЕФОРМАЦИЮ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ В ПРОЦЕССЕ ПОЛЗУЧЕСТИ

Аннотация. В статье рассмотрено экспериментальное воздействие ультразвуковых колебаний на пластическую деформацию алюминиевых сплавов в процессе ползучести. Экспериментально обнаружено, что для образцов, деформированных при одновременном воздействии ультразвука пластическая деформации в тестах на ползучесть, увеличивается на 20% по сравнению с образцами-свидетелями. Данная работа дополняет уже имеющиеся материалы и исследования о влиянии ультразвуковых колебаний на пластическую деформацию, что дает возможность расширить применение данной технологии в промышленности.

Ключевые слова: ультразвук; пластическая деформация; алюминиевые сплавы; ползучесть; релаксация; механические свойства.

Pupshev D.S., Sheroziya N.G., Khailatypova R.R.
Students,
pupsevd@gmail.com
Scientific Advisor: ***Pshonkin D.E.***
Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Lecturer
Moscow Polytechnic University,
Russia, Moscow

EFFECT OF ULTRASONIC OSCILLATIONS ON PLASTIC DEFORMATION OF ALUMINUM ALLOYS DURING CREEP

Abstract. The article considers the experimental effect of ultrasonic vibrations on plastic deformation of aluminum alloys during creep. It was experimentally found that for samples deformed under the simultaneous action of ultrasound, plastic deformation in creep tests increases by 20% compared to witness samples. This work complements the existing materials

and studies on the influence of ultrasonic vibrations on plastic deformation, which makes it possible to expand the application of this technology in industry.

Keywords: ultrasound; plastic deformation; aluminum alloys; creep; relaxation; mechanical properties.

Введение

Влияние ультразвука на механические свойства металлов и, в частности, на алюминиевые сплавы изучается продолжительное время [2]. С практической точки зрения обработка ультразвуком позволяет влиять на микроструктуру, что сказывается на пластификации материала в процессе его последующей механической обработки, например штамповки. Известны различные акустические методы исследования металлов, такие как акустическая эмиссия [3], возникающая при нагружении и разрушении материалов, амплитудная зависимость внутреннего трения [4], акустический метод неразрушающего контроля, связанный с рассеянием акустических волн на структурных дефектах и т.д [5]. С другой стороны, отдельный исследовательский и практический интерес представляет применение ультразвука для модификации дефектной структуры металлов и сплавов.

В промышленности алюминиевые сплавы являются крайне востребованным материалом, поскольку обладают сбалансированными физико-механическими свойствами: коррозийной стойкостью, низкой плотностью и хорошо поддаются обработке давлением [6]. Однако при очень высоких температурах и продолжительных нагрузках эти материалы подвергаются ползучести, которая может плохо отразиться на эксплуатационных характеристиках. Известно, что различные внешние воздействия на металлы и сплавы могут значительно повлиять на пластическую деформацию в процессе ползучести (термообработка, внешнее магнитное поле, радиационное облучение и т.д.). Ультразвуковые колебания в зависимости от параметров имеют свойство замедлять или ускорять процесс деформации. Такое специфическое свойство воздействовать на подсистему структурных дефектов активно используется в оптимизации методов механической обработки материалов для транспортной отрасли и авиации. Использование ультразвуковой обработки снижает энергозатраты, повышает ресурс изделий в процессе ползучести, а также повышает экологичность [1]. Совместно использование ультразвуковой обработки с аддитивными технологиями открывает возможности для контроля свойств и параметров материала во время 3D-печати.

Поэтому в данной статье рассматривается экспериментальное воздействие ультразвука на ползучесть алюминиевого сплава АМг6. Полученные данные связывают влияние ультразвукового воздействия на динамику и скорость возникающей пластической деформации образцов в процессе ползучести.

Экспериментальные методы

Для проведения тестов на ползучесть при одноосном растяжении использовалась рычажная машина WP-600 Creep Testing Machine, в которой производился контроль постоянства нагрузки, а также плавности нагружения и разгружения (рис. 1).



Рис. 1. Рычажная машина WP-600 Creep Testing Machine

Пластическая деформация измерялась стрелочным индикатором и фиксировалась камерой с частотой записи 60 кадров в секунду. В опытах задаваемая нагрузка варьировалась от 100 до 180 Н.

Ультразвук создавался с помощью генератора PHYWE Digital Function в фиксированном режиме: амплитуда колебаний напряжения составляла 20В, а частота 40 кГц (рис. 2).



Рис. 2. Генератор PHYWE Digital Function

Образцы для экспериментов получены из сплава Al-Mg-Si-Fe (АМг6) (магний: 2–3%, кремний: 0.5–1%, железо: 0.7–1.2%), вырезанные по шаблону из полосы толщиной 2 мм и соответствуют стандартам для испытаний на ползучесть. Характерные размеры образца представлены на чертеже (рис. 3).

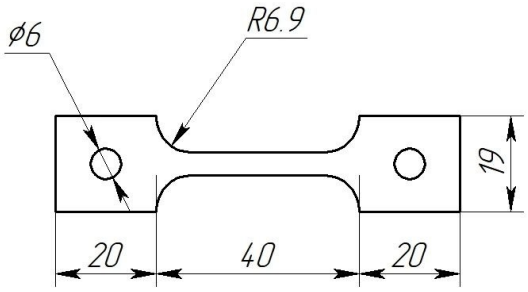


Рис. 3. Чертеж образца

При обработке экспериментальных данных доверительный интервал (95%) был рассчитан с использованием t-критерия Стьюдента на основе выборочного среднего, стандартной ошибки и t-распределения, соответствующего заданному уровню значимости. Данный подход позволил статистически обосновать точность оценки параметров и проверить значимость различий между сравниваемыми группами с учётом объема выборки.

Результаты и обсуждения

Известно, что ползучесть проявляется в виде длительной пластической деформации под действием постоянной нагрузки и температуре и включает три основные стадии: 1) нестационарная стадия, для которой характерно затухание скорости пластической деформации; 2) стационарная стадия, на которой материал течет с постоянной скоростью; 3) критическая стадия, на которой происходит взрывной рост скорости деформации и разрушение (рис. 4).

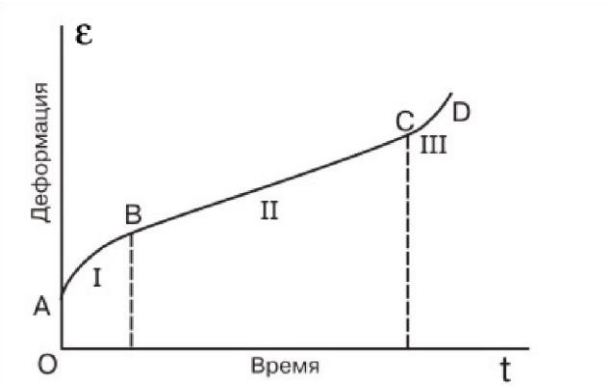


Рис. 4. Стадии ползучести

В работе рассматриваются первые 2 стадии, т.к. третья стадия ползучести связана с высокой скоростью деформации, сложными процессами дефектообразования и ростом трещин. Поскольку на стационарной стадии скорость ползучести аппроксимируется линейной функцией, то для удобства обработки эмпирических данных вклад от влияния ультразвука анализировался преимущественно на ней.

В результате проведенных опытов обнаружено, что образцы, деформированные при одновременном воздействии ультразвука частотой 40 кГц и амплитудой сигнала 20В демонстрируют повышенную пластичность по сравнению с образцами-свидетелями. Рост пластической деформации наблюдается на всем диапазоне нагрузок при ступенчатом нагружении образцов. На графике видно, что ультразвуковое воздействие увеличивает пластическую деформацию алюминиевых сплавов в условиях ползучести до 20% (рис. 5).

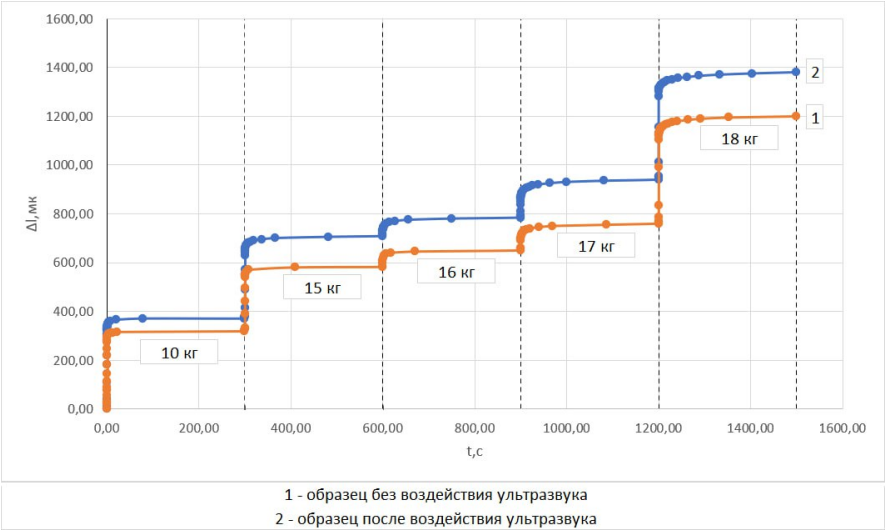


Рис. 5. Зависимость пластической деформации от времени

Также было обнаружено, что ультразвуковая обработка влияет на скорость пластической деформации на стационарной стадии (рис. 6). Ультразвук увеличивает скорость ползучесть на 13,7 % по сравнению с образцами-свидетелями.

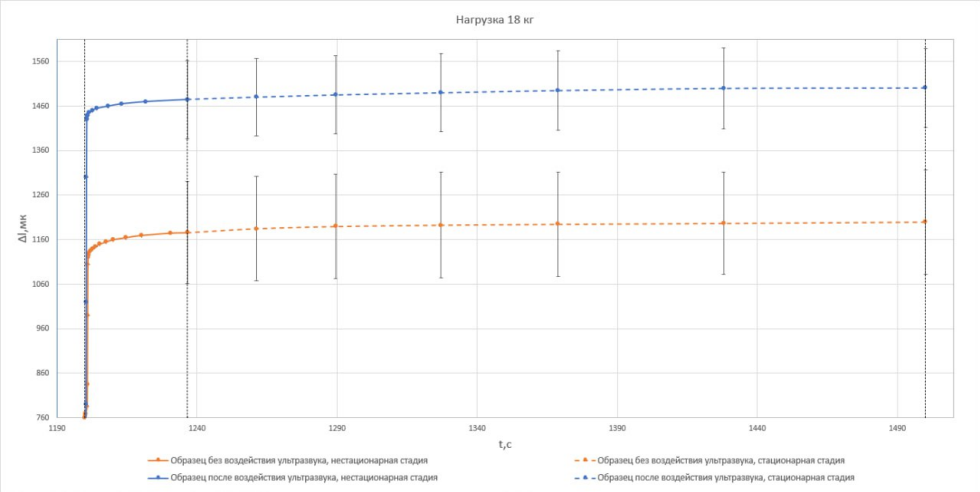


Рис. 6. Ползучесть на стационарной стадии

Полученные экспериментальные данные сведены в таблицу (таблица). Влияние ультразвука на прирост пластической деформации и скорости пол-

зучести вероятнее всего связан с динамикой дефектов структуры. Акустические волны способствуют преодолению потенциальных барьеров на которых закрепляются дислокации. За счет дополнительной активации ультразвуком дислокации открепляются от стопоров различной природы (границы зерен, включения, примеси и т.д.), за счет чего наблюдается эффект разупрочнения. Таким образом, ультразвуковая обработка активирует структурные комплексы, в которых происходит преодоление дислокаций потенциальных барьеров за счет совместного действия (ультразвук+механические напряжения), что сказывается на увеличении подвижности дислокаций за счет изменения микроструктуры материала. Это способствует росту пластических деформаций и увеличении скорости ползучести.

Таблица

Значение скорости

Нагрузка 18 кг						
	№	Растяжение, Δl [мкм]	Время, t [с]	№	Растяжение, Δl [мкм]	Время, t [с]
Ультразвук	1	1475	1250	1	1501	1500
	2	1395		2	1420	
	3	1355		3	1380	
Обычный	1	1176	1250	1	1200	1500
	2	1068		2	1090	
	3	1020		3	1040	
	№	Растяжение в секунду, Δl/t [мкм/с]		Ср. Скорость, [мкм/с]		
Ультразвук	1	0,104		0,101		
	2	0,1				
	3	0,1				
Обычный	1	0,096		0,088		
	2	0,088				
	3	0,08				

Заключение

Ультразвуковое воздействие повышает способность алюминиевых сплавов к пластической деформации в условиях ползучести до 20%.

Статистическая обработка результатов подтверждает значимость результатов и наличие эффекта.

Скорость изменения пластической деформации у образца под воздействием ультразвука выше на 13,7 %, чем у образцов-свидетелей.

Полученные данные показывают, что ультразвук в определенных условиях может усиливать пластическую деформацию, что дает возможности для управления формоизменением материалов в процессах штамповки, создания «умных» сплавов с контролируемой деформацией и оптимизации параметров

обработки в зависимости от требуемых свойств. Для того, чтобы продолжить развивать данное направление, необходимо провести дополнительные исследования. Они помогут определить оптимальные параметры ультразвуковой обработки для разных типов сплавов и условий эксплуатации.

Список литературы

1. Азимов О.А., Саттарова Ш.Г., Хамдамов Ш.Д. Использование ультразвуковой обработки при переработке минерального сырья // Электронный ресурс: CyberLeninka. 2025. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-ultrazvukovoy-obrabotki-pri-pererabotke-mineralnogo-syrya (дата обращения: 07.03.2025).
2. Дикун А.О., Ровин С.Л., Хрущёв Е.В. Влияние ультразвуковой обработки расплава в процессе кристаллизации на структуру деформируемых алюминиевых сплавов // Электронный ресурс: Научный цифровой архив БНТУ. 2025. URL:https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/132199/118-120.pdf (дата обращения: 06.03.2025).
3. Махутов Н.А. Акустическая эмиссия в проблемах диагностики и мониторинга при обосновании прочности, ресурса и безопасности // Сборник докладов АПМАЭ-2024. 2024. URL:https://apmae.ru/materials/ (дата обращения: 03.03.2025).
4. Назаров В.Е., Колпаков А.Б. Эффекты амплитудно-зависимого внутреннего трения в низкочастотном стержневом резонаторе из отожженной поликристаллической меди//Журнал технической физики. 2025. т.95. №3. с.45-52. URL: https://www.mathnet.ru/links/b50dfcacf2d08f11c59ae8ab0b7b64c9/jtf4932.pdf (дата обращения: 05.03.2025).
5. Применение нейросетевых алгоритмов при разработке акустических методов контроля прочности бетона/ А.Е. Желткович [и др.] // Вестник БГТУ. 2024. №4. с. 112-118. URL:https://journal.bstu.by/index.php/bstu_herald/article/view/1055 (дата обращения: 06.03.2025).
6. Современные технологии обработки металлов давлением / Е.И. Разуваев [и др.] // Электронный ресурс: CyberLeninka. 2025. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnologii-obrabotki-metallov-davleniem (дата обращения: 03.03.2025).

Сайдулаева М.А.
студент,
mariiasaidulaeva@mail.ru
Научный руководитель: ***Васильева Н.О.***
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Россия, Санкт-Петербург

СПОСОБ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ТРЕТЬЕЙ СТЕПЕНИ С ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ

Аннотация. Статья посвящена новому способу решения алгебраических уравнений третьей степени. С помощью данного способа появляется возможность нахождения корней с максимально высокой точностью.

Ключевые слова: алгебра; математический анализ; уравнения; нахождение корней; третья степень.

Saidulaeva M.A.
Student,
mariiasaidulaeva@mail.ru
Scientific Advisor: ***Vasilyeva N.O.***
Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University
Russia, Saint Petersburg

METHOD FOR SOLVING THIRD-DEGREE EQUATIONS WITH REAL COEFFICIENTS

Abstract. The article presents innovative method for solving third-degree algebraic equations. This approach enables the determination of roots with exceptionally high precision.

Keywords: algebra; mathematical analysis; equations; root-finding; third-degree equations.

Математика − одна из самых точных наук, и кажется, что за столетия её развития человечество должно было научиться решать любые уравнения. Однако даже кубические уравнения до сих пор не всегда поддаются точному аналитическому решению в удобной форме.

В настоящее время уравнения третьей степени решаются через группировку и разложение на множители [1] или с применением теорем Безу и Кардано [3]. Такие методы либо просто не позволяют решить определенные виды уравнений третьей степени, либо являются слишком громоздкими, из-за чего решение становится долгим.

Метод Ньютона, также известный как метод касательных, является одним из наиболее популярных численных методов нахождения корней уравнений, включая кубические [2]. Однако при всей своей простоте и эффективности во многих случаях, этот метод демонстрирует ряд существенных недостатков применительно к уравнениям третьей степени.

Одной из ключевых проблем метода Ньютона является его крайняя чувствительность к выбору начального приближения. Для кубических уравнений, которые могут иметь до трех вещественных корней, неудачно выбранное начальное значение может привести к сходимости к другому корню, чем ожидалось, или попаданию в бесконечный цикл колебаний между точками.

Далее будет приведена универсальная схема решения уравнений (табл. 1), которая позволит найти корни уравнений третьей степени с любыми действительными коэффициентами.

Исходное уравнение имеет следующий вид:

$$a_3 \cdot x^3 + a_2 \cdot x^2 + a_1 \cdot x + a_0 = 0\,. \qquad (1)$$

Таблица 1

Схема для расчета решения алгебраических уравнений с действительными коэффициентами

Номер вычисления	Значение x в формуле	Формулы для решения алгебраических уравнений степени «n» с действительными коэффициентами, причем $n = 3$	Результаты вычислений
1	$x = 0$	$x_1 = (-a_0) \wedge (1/n)$	x_1
2	$x = x_1$	$x_2 = \left(-\left(a_{n-1} \cdot x_1^{n-1} + a_{n-2} \cdot x_1^{n-2} + \ldots + a_0\right)\right) \wedge (1/n)$	x_2
3	$x = x_2$	$x_3 = \left(-\left(a_{n-1} \cdot x_2^{n-1} + a_{n-2} \cdot x_2^{n-2} + \ldots + a_0\right)\right) \wedge (1/n)$	x_3
…	….....	……	……
m	$x = x_{m-1}$	$x_m = \left(-\left(a_{n-1} \cdot x_{m-1}^{n-1} + a_{n-2} \cdot x_{m-1}^{n-2} + \ldots + a_0\right)\right) \wedge (1/n)$	$\boldsymbol{x_m}$
m+1	$x = x_m$	$x_{m+1} = \left(-\left(a_{n-1} \cdot x_m^{n-1} + a_{n-2} \cdot x_m^{n-2} + \ldots + a_0\right)\right) \wedge (1/n)$ Если $\boldsymbol{x_m} = \boldsymbol{x_{m+1}}$,то это и есть корень уравнения	$\boldsymbol{x_{m+1}}$

После определения корня x_1 величины корней x_2 и x_3 определяются с помощью теоремы Безу, приведению его к уравнению второй степени.

Ниже представлены результаты расчётов и проверок корней уравнения, найденных по схеме, приведенной в таблице 1.

$$\boldsymbol{x}^3 + 3 \times \boldsymbol{x}^2 + 2 \times \boldsymbol{x} + 1 = 0 x_1 = -2,324717957244750 \quad (2)$$

Проверка:

$$x_1^3 + 3 \cdot x_1^2 + 2 \cdot x_1 + 1 = 0,000000000000000$$

$$\boldsymbol{x}^3 - 3 \times \boldsymbol{x}^2 + 1 = 0 x_1 = 2,879385241571820 \quad (3)$$

Проверка:

$$x_1^3 - 3 \cdot x_1^2 + 1 = 0,000000000000000$$

$$\boldsymbol{x}^3 - 2 \times \boldsymbol{x} + 1 = 0 x_1 = 0,618033988749895 \quad (4)$$

Проверка:

$$x_1^3 - 2 \cdot x_1 + 1 = 0,000000000000000$$

Рассмотрим более подробный пример решения уравнения.

Дано уравнение:

$$3\boldsymbol{x}^3 + 2\boldsymbol{x}^2 + \boldsymbol{x} + 1 = 0 \quad (5)$$

Из уравнения (5) выражаем x:

$$x = \left(-\left(\left(\frac{2}{3} \cdot x^2 \right) + \frac{x}{3} + \frac{1}{3} \right) \right)^{(1/3)}$$

Полагая, что в правой части уравнения $x = 0$, считаем x_1:

$$x_1 = -\frac{1}{3}^{\frac{1}{3}} = 0,693361274350635$$

Далее производим расчеты с помощью таблицы в Excel (табл. 2).

Таблица 2

Расчеты с помощью таблицы в Excel

$x_2 =$ -0,750496153518046	$x_{20} =$ -0,783894292499579
$x_3 =$ -0,771196356055895	$x_{21} =$ -0,783894293228445
$x_4 =$ -0,779019017171864	$x_{22} =$ -0,783894293509897
$x_5 =$ -0,782015795746535	$x_{23} =$ -0,783894293618580
$x_6 =$ -0,783169515054093	$x_{24} =$ -0,783894293660549
$x_7 =$ -0,783614509433874	$x_{25} =$ -0,783894293676755
$x_8 =$ -0,783786267993488	$x_{26} =$ -0,783894293683013
$x_9 =$ -0,783852581401220	$x_{27} =$ -0,783894293685429
$x_{10} =$ -0,783878186722445	$x_{28} =$ -0,783894293686362
$x_{11} =$. -0,783888074002506	$x_{29} =$ -0,783894293686723
$x_{12} =$ -0,783891891952944	$x_{30} =$ -0,783894293686862
$x_{13} =$ -0,783893366254688	$x_{31} =$ 0,783894293686916
$x_{14} =$ -0,783893935557714	$x_{32} =$ -0,783894293686936
$x_{15} =$ -0,783894155394821	$x_{33} =$ -0,783894293686944
$x_{16} =$ -0,783894240285236	$x_{34} =$ -0,783894293686947
$x_{17} =$ -0,783894273065797	$\boldsymbol{x_{35}} =$ **-0,783894293686949**
$x_{18} =$ -0,783894285724060	$\boldsymbol{x_{36}} =$ **-0,783894293686949**
$x_{19} =$ -0,783894290612068	
$x_{35} = x_{36}$, это и есть корень уравнения	

Проверка:

$$3*\left(-0,783894293686949\right)^3 + 2*\left(-0,783894293686949\right)^2 + \left(-0,783894293686949\right) + 1 = 0$$

Таким образом, с помощью программы Excel каждое уравнение было посчитано в среднем за минуту, а проверка показала, что корни найдены верно.

Список литературы

1. Алимов А.Ш., Калягин Ю.М. Алгебра и начала анализа. М.: Просвещение, 2016. С. 80-90.
2. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики.М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 2022. С. 153–160.
3. Курош А.Г. Курс высшей алгебры. М.: Лань, 2013. С. 172-186.

Якобсон Б.Б., Шилинский Н.А., Потапов А.А.
студенты,
jbb@seedos.ru
Научные руководители: ***Журавлева Л.А.***
д.т.н., доцент
Сычев С.М.
учебный мастер
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
Россия, Москва

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИИ В АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ: ОПТИМИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ И МОЩНОСТИ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ БИОПЛЕНОК

Аннотация. В статье рассматриваются физические принципы ультразвуковой кавитации в агрессивных средах с целью определения оптимальных параметров частоты и мощности для эффективного разрушения биопленок. Проведен анализ современных исследований, выделены ключевые достижения и существующие пробелы в изучении влияния параметров ультразвука на динамику кавитационных пузырьков. На основе экспериментальных данных и численного моделирования сформулированы рекомендации по дальнейшему совершенствованию методов разрушения биопленок в различных агрессивных средах.

Ключевые слова: ультразвуковая кавитация; дренаж; коллектор.

Yakobson B.B., Shilinsky N.A., Potapov A.A.
Students,
jbb@seedos.ru
Scientific Advisors: ***Zhuravleva L.A.***
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
Sychev S.M.
The training master,
RSAU-MTAA
Russia, Moscow

PHYSICAL PRINCIPLES OF ULTRASONIC CAVITATION IN AGGRESSIVE MEDIA: OPTIMIZATION OF FREQUENCY AND POWER FOR BIOFILM DESTRUCTION

Abstract. This article explores the physical principles of ultrasonic cavitation in aggressive media with the aim of identifying optimal frequency and power parameters for effective biofilm destruction. A review of contemporary studies is conducted, highlighting key achievements and existing gaps in understanding the influence of ultrasonic parameters on cavitation bubble dynamics. Based on experimental data and numerical modeling, recommendations are formulated for further improving methods of biofilm destruction in various aggressive environments.

Keywords: ultrasonic;cavitation; drainage, collector.

Разрушение биопленок представляет собой актуальную проблему во многих сферах жизни человека, встречаясь, как в медицине, так и в промышленности, где их наличие негативно сказывается на технологических процессах и качестве продукции. Ультразвуковая кавитация, как метод воздействия, демонстрирует высокую эффективность за счет формирования и схлопывания микропузырьков, способных локально генерировать экстремальные температуры и давления. Однако при применении в агрессивных средах, характеризующихся химически активными компонентами, динамика кавитационных процессов может существенно изменяться. Поэтому оптимизация частоты и мощности ультразвукового излучения становится необходимым условием для повышения эффективности разрушения биопленок. Ультразвуковое воздействие обеспечивает значительное ускорение различных технологических процессов, реализуемых в дисперсных системах с жидкой фазой (диспергирование, эмульгирование, экстрагирование, растворение, очистка и др.).

Современные исследования в области ультразвуковой кавитации охватывают как теоретические модели формирования и схлопывания пузырьков, так и экспериментальные исследования, направленные на оптимизацию режимов воздействия. Так, работы [1] и [3] показали, что оптимальные частотные диапазоны для кавитационных процессов зависят от свойств среды и геометрии облучаемой поверхности. Кроме того, ряд исследований [6] отметил, что увеличение мощности излучения не всегда приводит к линейному росту эффективности разрушения биопленок, что обусловлено сложными нелинейными эффектами в динамике пузырьков. При этом остаются не до конца изученными вопросы влияния агрессивных химических компонентов на стабильность и интенсивность кавитации, что и является основным пробелом современной науки (рис.).

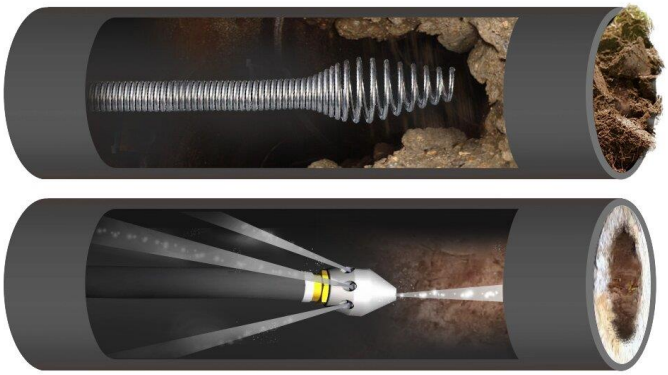


Рис. Классические методы очистки биопленок в агрессивных средах АПК

Для проведения исследований в данной области предлагается использовать следующие подходы:

Экспериментальные методы:

- Применение ультразвуковых генераторов с возможностью варьирования частоты (20–500 кГц) и мощности в широком диапазоне;
- Использование агрессивных сред (кислотных, щелочных, солевых растворов) с контролируемыми параметрами pH и ионной силой;
- Визуализация динамики кавитационных пузырьков с помощью высокоскоростной видеосъемки и лазерной доплеровской анемометрии;
- Анализ морфологии и структурных изменений биопленок до и после ультразвукового воздействия с использованием сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

Численное моделирование:

- Разработка модели динамики кавитации с учетом влияния химической агрессивности среды;
- Проведение CFD-расчетов для анализа распределения акустического давления и параметров пузырьковой динамики.

Такая комбинация экспериментальных и численных методов позволяет получить комплексное представление о процессах, протекающих при ультразвуковом воздействии на биопленки в агрессивных средах.

Проведенные исследования показали, что оптимизация частоты и мощности ультразвукового излучения имеет критическое значение для повышения эффективности разрушения биопленок:

Зависимость эффективности от частоты:

Наблюдалось, что при использовании диапазона частот 40–120 кГц происходит наиболее эффективное формирование кавитационных пузырьков, способствующее их схлопыванию с высокой энергией. Этот результат коррелирует с данными [1], где подобные диапазоны частот способствовали оптимальному энергетическому воздействию.

Влияние мощности излучения:

Экспериментальные данные выявили нелинейную зависимость между мощностью и эффективностью разрушения биопленок. Превышение оптимальных значений мощности приводит к возникновению переизбытка пузырьков, что может снизить целенаправленное разрушающее воздействие [2,3]. Оптимальная мощность определяется с учетом физико-химических свойств среды.

Влияние агрессивных компонентов среды:

В агрессивных средах наблюдается изменение динамики пузырьков за счет взаимодействия с химически активными компонентами, что требует дополнительной калибровки параметров ультразвукового воздействия для достижения заданного эффекта.

Сопоставление полученных результатов с ранее опубликованными данными позволяет утверждать, что эффективность ультразвуковой кавитации в разрушении биопленок определяется комплексным взаимодействием между акустическими параметрами, характеристиками среды и структурой самой биопленки. Различия в оптимальных значениях частоты и мощности объясняются изменениями вязкости, плотности и химической активности среды, что согласуется с выводами исследований [1,3,6]. Дальнейшие исследования должны быть направлены на уточнение влияния конкретных агрессивных компонентов и разработку адаптивных систем управления ультразвуковыми параметрами в реальном времени.

Список литературы

1. Абрамович И.А., Ситницкая Э.А., Кораблев И.Г. Уберечь коллекторы от газовой коррозии // Городское хозяйство Украины. 1984. № 2. С. 9–12.
2. Моделирование процесса формирования кавитационной области в вязких жидкостях для определения оптимального обрабатываемого технологического объема и режимов воздействия / В.Н. Хмелев [и др.] // Вестник высших учебных заведений Черноземья. 2010. № 4 (22). С. 58–62.
3. О необходимости совершенствования строительных норм и правил / Г.Я. Дрозд [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. 2002. № 1. С. 18–20.
4. Повышение эффективности ультразвуковой кавитационной обработки вязких и дисперсных сред / В.Н. Хмелев [и др.]. Бийск: Центр ультразвуковых технологий. 2011. 102 с.
5. Повышение эффективности ультразвуковой кавитационной обработки вязких и дисперсных жидких сред / В.Н. Хмелев [и др.] // Ползуновский вестник. 2010. № 3. С. 321–325.
6. Розенталь Н.К. Коррозия и защита бетонных и железобетонных конструкций сооружений очистки сточных вод // Бетон и железобетон. Оборудование, материалы, технология. 2011. № 1. С. 96–103.
7. Физические основы ультразвуковой технологии/под ред. Л.Д. Розенберга.М.: Наука, 1969. 689 с.
8. Chemical and biological technologies for hydrogen sulphide emission control in sewer systems: A review / L. Zhang [et al.] // Water Research. 2008. № 42. P. 1–12.

Никифоров Н.Н.
студент,
Филиал МГУ им. М.В.Ломоносова в г. Сарове,
Россия, Саров

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТОВ УСИЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ

Аннотация. В статье выполнено моделирование методом частицы в ячейке (PIC-метод) эффектов усиления локальных электрических полей на поверхности серебряной наночастицы (НЧ) крестовидной формы, обусловленных генерацией плазмонного резонанса. Результаты показали, что происходит возникновение «горячих точек» вблизи вершин и в зазоре между пластинами нанокреста, где происходит существенное усиление поля. Обнаружено, что настройка параметров НЧ и падающего излучения существенно влияет на величину усиления. Были найдены оптимальные области значений параметров, при которых достигается наибольшее усиление поля.

Ключевые слова: PIC-метод; плазмонный резонанс; «горячие точки».

Nikiforov N.N.
Student,
Lomonosov Moscow State University in Sarov
Russia, Sarov

MODELLING AMPLIFICATION EFFECTS OF LOCAL ELECTROMAGNETIC FIELDS ON NANOSTRUCTURED SURFACES

Abstract. In this article, the Particle-in-Cell (PIC) was used to simulate the effects of amplification of local electric fields on the surface of a cross-shaped silver nanoparticle caused by the generation of plasmon resonance. The results showed that «hot spots» appear near the vertices and in the gap between the nanocross plates, where a significant enhancement of the field occurs. It was found that tuning the parameters of the nanoparticle and the incident radiation significantly affects the magnitude of the gain. The optimal ranges of parameter values were found for which the greatest field enhancement is achieved.

Keywords: PIC method; plasmon resonance; hot spots.

Плазмонные НЧ благородных металлов, обладающие уникальными оптическими свойствами, представляют особый научный интерес, в том числе в области нанобиотехнологии (геномика, доставка лекарственных средств, биосенсорика и т.д.) и биомедицины [3]. Чрезвычайно большое усиление электромагнитного поля, обусловленное плазмонным резонансом (ПР), играет ключевую роль в усилении комбинационного рассеяния (КР) исследуемых молекул, адсорбированных в областях с высокой рассеивающей способностью, в так называемых «горячих точках» (hot spots – англ.). Такой метод с использованием металлических НЧ получил название гигантской спектроскопии КР света (ГКР или SERS (англ.) – усиленное поверхностью

комбинационное рассеяние) [5]. Интенсивность сигнала КР пропорциональна квадрату индуцированного дипольного момента, который в свою очередь пропорционален напряженности падающего электромагнитного поля. Вследствие этого, коэффициент усиления интенсивности SERS сигнала равен отношению локального электрического поля к падающему электрическому полю, то есть коэффициенту усиления поля, в 4 степени [4]. Таким образом, SERS спектроскопия выступает мощным аналитическим инструментом для точного и воспроизводимого анализа структуры молекул, поскольку позволяет добиваться усиления величины сигнала на несколько порядков путем модификации поверхности для получения так называемых SERS-активных подложек, на которых располагается исследуемый образец.

Существующие в настоящее время различные методики синтеза позволяют получить металлические НЧ различных форм и размеров. Исследования показали, что наноструктуры, имеющие сложное строение, демонстрируют более уникальные оптические свойства, чем частицы простой формы [2]. Это обусловлено наиболее сложным спектром резонанса для таких структур ввиду зависимости величины и частоты ПР от направления излучения и взаимного расположения частиц.

Таким образом, меняя параметры НЧ, в том числе геометрию, можно добиться наибольшего усиления локальных электромагнитных полей вблизи ее поверхности.

Однако при изучении процессов облучения материалов аналитические методы не дают полноценной информации о распределении электромагнитного поля, в силу сложности процессов, протекающих при взаимодействии лазерного излучения с веществом. Поэтому для изучения эффекта усиления локальных электромагнитных полей вблизи поверхности наноструктур широко применяются численные методы. Одним из таких методов является моделирование методом частицы в ячейке (Particle-in-Cell, PIC – англ.).

В настоящей работе применялась двухмерная плоская версия (X-Z) полностью релятивистского электродинамического PIC-кода KARAT, основным преимуществом которого является возможность полноценного изучения широкого круга сложных лазерно-плазменных процессов на персональных компьютерах с ограниченной вычислительной мощностью [6]. В частности, вычислительная программа позволяет получить данные о распределении электромагнитного поля в расчетной области.

Постановка задачи

Объектом исследования в данной работе была выбрана серебряная НЧ в форме «креста».

Исследуемые НЧ были смоделированы в виде серебряных наноструктур крестовидной формы, представляющих собой скрещенные под некоторым углом пластины длиной 390 нм и толщиной d от 10 до 120 нм. То, что моделирование производится в плоской геометрии (X, Z), означает, что в

расчетной области отображается сечение объекта с Y = *const*. Для описания электромагнитных свойств НЧ была использована модель Друде с параметрами для серебра (плазменная частота – 8.8 эВ, константа затухания – 0.02 эВ) [7].

Расчетная область (рис. 1, слева) представляла собой квадрат в плоскости XZ с размером 400 нм по каждой оси. Лазерное излучение с плоской поляризацией (E_x, B_y) и длиной волны λ = 300-2000 нм запускалось с левой границы расчетной области в положительном направлении оси *z*. Схема геометрии расчетной модели, изображенная справа на рис. 1, содержит параметры (угол между пластинами нанокреста Θ, их толщина *d* и длина волны λ падающего излучения), которые могут быть настроены оптимальным образом для получения наибольшего усиления поля.

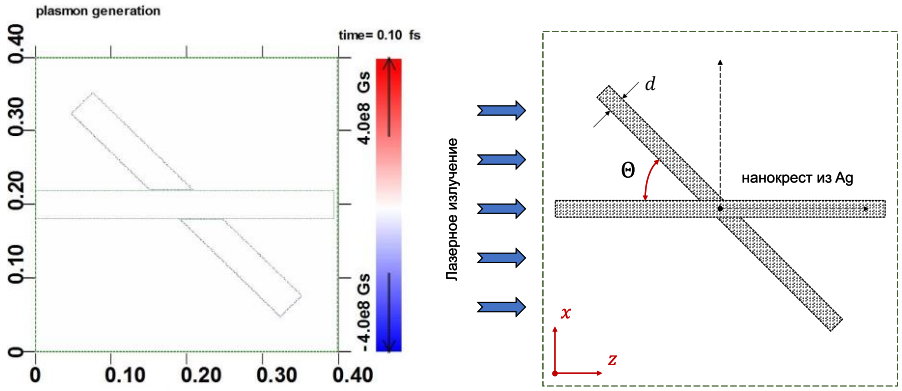


Рис. 1. Расчетная область в программе KARAT и геометрия плазмонного нанокреста (угол между пластинами составляет 45° и толщина d = 40 нм)

В результате численного моделирования программа выдает информацию о распределении электрического поля в расчетной области в виде таблицы. Каждое число в таблице – это значение напряженности электрического поля в соответствующей точке расчетной области.

Обработка результатов расчета

В результате расчетов программа выдает данные в виде файлов с таблицами значений напряженности электрического поля в точках расчетной области. Однако исходный вид и значительный объем получаемых данных не позволяли осуществить их непосредственную обработку. В связи с этим, был выработан эффективный алгоритм с использованием кода Python и пакета MATLAB, который позволил многократно снизить время обработки данных (с нескольких часов до 2-3 мин.). Алгоритм обработки данных выглядел следующим образом:

1. Вывод программой KARAT результатов расчета в виде файлов формата dat. (первичные файлы) с информацией о распределении электрического поля в расчетной области в каждый момент времени.

2. Обработка первичных файлов с помощью скрипта Python с использованием библиотеки pandas (рис. 2): происходит удаление явно нефизических значений и нечисловых данных.

```
N_massive = 600
N_files = 21

skip_intro = [0, 1, 2]
skip_1 = list(range(N_massive - 1))
skip_2 = list(range(N_massive - 1))
for i in range(N_massive - 1):
    skip_1[i] = (i + 1)*(N_massive / 10) + 2*i + 3
    skip_2[i] = skip_1[i] + 1
skip_1.extend(skip_2)
skip_intro.extend(skip_1)
skip_intro.sort()

for i in range(N_files):
    index_file = i + 1
    print('begin', index_file)
    if (index_file < 10):
        input_name = 'abs(E)-  ' + str(index_file) + '.dat'
    else:
        input_name = 'abs(E)- ' + str(index_file) + '.dat'
    df = pd.read_table(input_name, header=None, sep='\s+', skiprows=skip_intro)
    os.remove(input_name)

    filepath = '/Users/nik.nikiforoff2015gmail.com/MATLAB_Octave/KARAT/'
    output_name = filepath + 'data_' + str(index_file) + '.dat'
    df.to_csv(output_name, index=False, header=False, sep=' ')
    print('end', index_file)
```

Рис. 2. Фрагмент примера программы в коде Python (производится обработка 21 файла при числе узлов 600)

4. Обработка полученных файлов с помощью пакета MATLAB (рис. 3): генерируются удобные для непосредственного чтения и анализа итоговые файлы с нормированными значениями электрического поля в точках расчетной области в каждый момент времени, причем в качестве условной единицы поля была принята напряженность падающего излучения. Для уменьшения погрешностей, связанных с работой KARAT, значения усреднялись по всем имеющимся файлам, поэтому итоговым результатом обработки является единственный файл с усредненными и нормированными значениями электрического поля.

```
global N_massive N_files

N_massive = 800; N_files = 15; N_index = N_massive - 1; N_columns = N_massive;
result = zeros(N_massive);
rows = (N_massive - 1) * floor(N_massive / 10);
add = zeros(rows, 10);
max_e = 0.; i_max = 0; j_max = 0; name_input = '';

for (i = 1:N_files)
    if (i < 9)
        name_input = 'data_  ' + string(i + 1) + '.dat';
    else
        name_input = 'data_ ' + string(i + 1) + '.dat';
    end
    data = dlmread(name_input, ' ');
    add = add + data;
end
add = add / N_files;
for (i = 1:N_index)
    for (j = 1:N_columns)
        index = N_massive * (i - 1) + j;
        old_j = mod(index, 10);
        if (old_j == 0)
            old_j = 10;
            old_i = floor(index / 10);
        else
            old_i = floor(index / 10) + 1;
        end
        result(i, j) = add(old_i, old_j);
        if (result(i, j) > max_e)
            max_e = result(i, j);
            i_max = i;
            j_max = j;
        end
        fprintf('%d\n', index);
    end
end

fprintf('%f - row = %d - col = %d\n', max_e, i_max, j_max);
dlmwrite('result.dat', result, ' ');
```

Рис. 3. Фрагмент примера кода программы в MATLAB (производится обработка 15 файлов при числе узлов 800 расчетной области)

4. Визуализация обработанных данных о распределении электрического поля в программе OriginPro с помощью контурных 2D-графиков.

Оптимизация расчетной сетки

Следующий вопрос связан с тем, что в начале расчета KARAT, основанная на вычислении уравнений Максвелла конечно-разностным методом, генерирует расчетную сетку с заданным количеством узлов по обоим направлениям. Чем больше количество узлов, тем точнее получаемые результаты с одной стороны, а с другой – длительнее проходят вычисления. В связи с этим, перед моделированием эффектов ПР необходимо изучить сходимость коэффициентов усиления электрического поля по числу узлов расчетной области.

На рис. 4 представлена зависимость максимального коэффициента усиления локального поля (E/E_0) от числа узлов сетки N вдоль одной оси (угол между пластинами нанокреста $\Theta = 45°$, толщина $d = 40$ нм и длина волны $\lambda = 500$ нм падающего излучения), где E_0 – напряженность электрического поля падающего излучения.

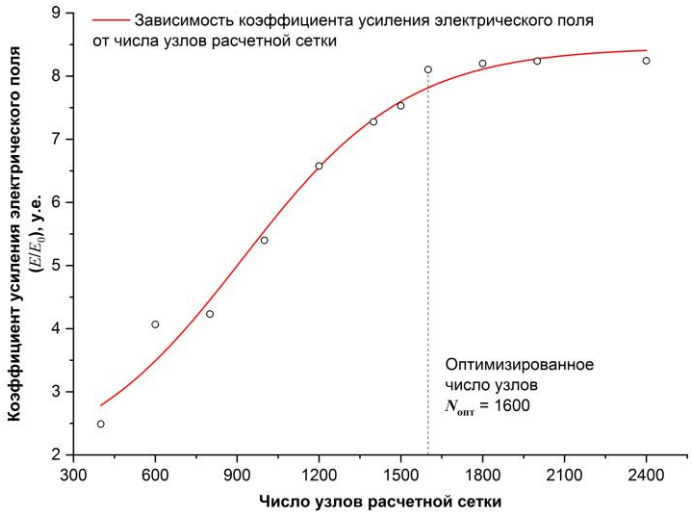


Рис. 4. Зависимость коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) от числа узлов расчетной сетки

По графику видно, что в случае сетки с чрезмерно большим шагом расчетный коэффициент усиления оказывается заниженным. При $N_{опт} = 1600$ растущая величина E/E_0 стабилизируется. Причина такого поведения связана с так называемым эффектом «лестничного приближения», возникающим при генерации поверхностей между соседними средами, геометрически не согласованных с расчетной сеткой. По распределениям (рис. 5) также видно, что при малом N график получается сильно размытым.

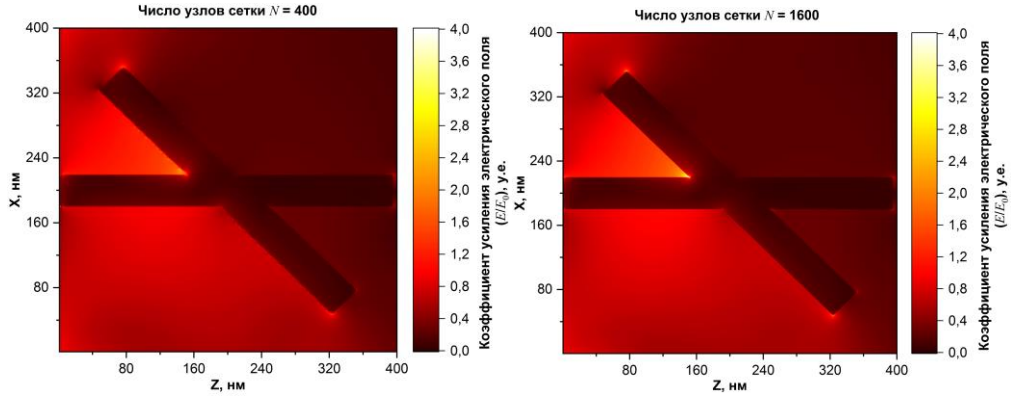


Рис. 5. Распределения коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) в расчетной области при числе N = 400 и 1600 узлов

Следовательно, при количестве узлов не менее 1600 по обеим осям результаты расчета практически не зависят от шага расчетной сетки. Дальнейшее увеличение N с $N_{опт}$ = 1600 узлов будет означать только значительные затраты памяти вычислительного устройства и большое время расчета с получением схожего результата. Поэтому в исследованиях ниже расчетная область представляет собой квадрат со стороной 400 нм и с шагом сетки $\Delta x = \Delta z = 0.25$ нм.

Результаты моделирования

Перед оптимизацией параметров нанокреста и лазерного облучения необходимо проанализировать временную зависимость коэффициента усиления электрического поля в области «горячих точек».

На рис. 6 изображены точки мониторинга расчетной области и снятые в них временные зависимости коэффициента усиления поля (E/E_0).

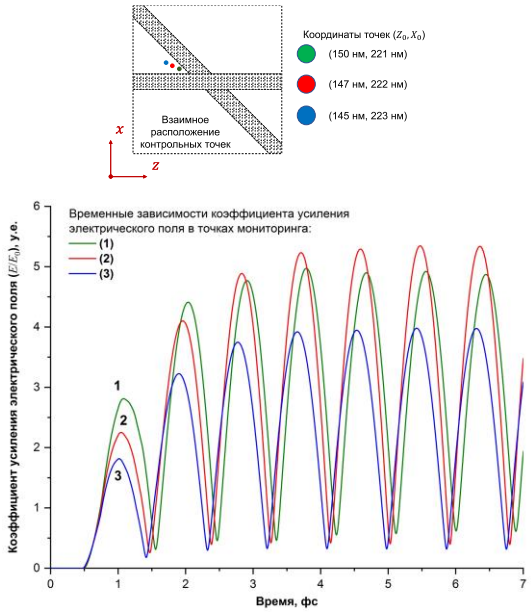


Рис. 6. Временные зависимости коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) в точках мониторинга (угол между пластинами составляет 45° и толщина d = 40 нм, длина волны λ = 535 нм)

Видно, что при выбранной геометрии лазерное излучение начинает взаимодействовать с нанокрестом в момент времени t = 0.5 фс. Начиная с t_0 = 3.5 фс, временные зависимости становятся периодическими вплоть до остановки расчетов.

Таким образом, величина коэффициента усиления в стационарном режиме осциллирует с частотой, равной частоте падающего излучения. Это позволяет наиболее точно находить момент времени, когда достигается наибольшее усиление локального поля.

Далее приводятся полученные зависимости коэффициента усиления электрического поля от длины волны λ облучения, толщины d пластин нанокреста, угла

Θ между ними. Для удобства были введены обозначения наблюдаемых областей «горячих точек» (рис. 7): локализации поля на вершинах, обозначенных A, B, C, D, соответствуют tip-усилению (tip hot spots – англ.), а в зазоре – gap-усилению (gap hot spots – англ.). На вершинах пластины нанокреста, параллельной горизонтальной оси Z, тоже наблюдается tip-усиление, но намного слабее, чем на вершинах A, B, C, D.

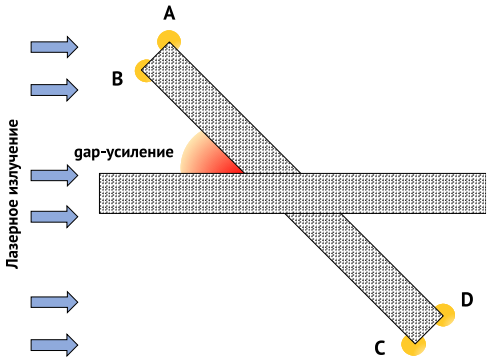


Рис. 7. Наблюдаемые области «горячих точек» различного типа: A, B, C, D – tip-усиление, зазор между пластинами нанокреста – gap-усиление

Расчетная зависимость максимального коэффициента усиления локального электрического поля (E/E_0) от длины волны λ лазерного излучения показана на рис. 8. Коэффициент усиления электрического поля показывает немонотонное поведение в зависимости от длины волны λ. На графике присутствуют два локальных максимума, соответствующих различным плазмонным модам, что следует из распределений электрического поля в расчетной области для λ = 500 и 1600 нм, представленных на рис. 9. Большему коэффициенту усиления отвечает плазмонная мода с электрическим полем, локализующимся в зазоре между пластинами нанокреста (рис. 9, левый), а малому соответствует плазмонная мода с электрическим полем, локализующимся на вершинах A и B (рис. 9, правый). Кроме того, начиная с длины волны λ = 1100 нм, электрическое поле преимущественно локализуется на

вершинах нанокреста, тем самым происходит переход между gap- и tip-усилением.

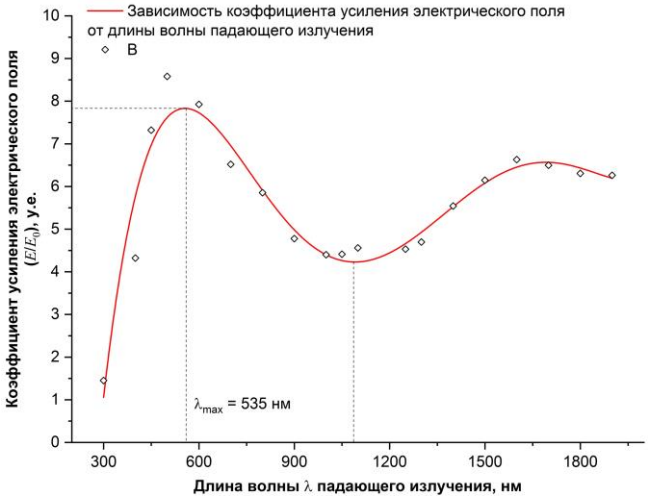


Рис. 8. Зависимость коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) от длины волны λ падающего излучения

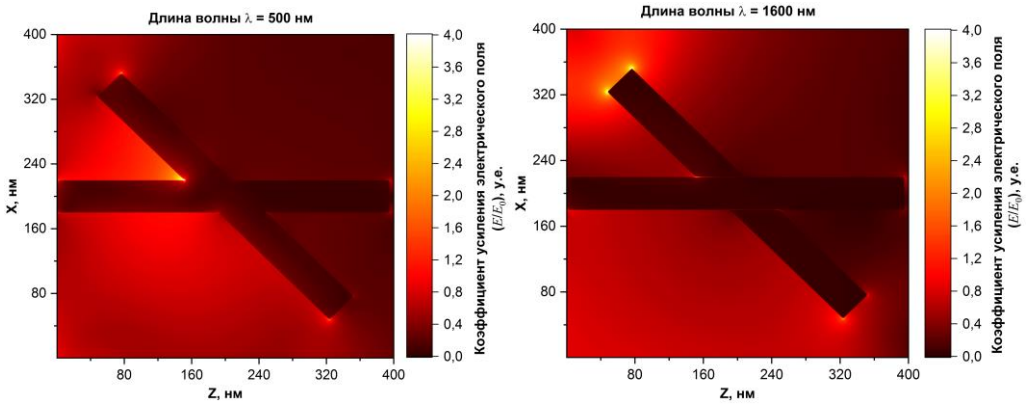


Рис. 9. Распределение коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) вблизи нанокреста при длинах волн падающего излучения λ = 500 и 1600 нм

В исследованиях ниже длина волны облучения оставалась фиксированной и составляла $\lambda = \lambda_{max} = 535$ нм.

На рис. 10 изображена зависимость коэффициента усиления электрического поля в различных областях от угла

Θ между пластинами толщиной $d = 40$ нм. Сильный разброс величины усиления поля в зазоре можно объяснить погрешностями вычислений в программе KARAT, поскольку изменения угла в узком зазоре, то есть при малых значениях Θ, сильно влияют на точность вычислений. Более того, на вершинах нанокреста наблюдается малый разброс величины усиления поля ввиду пространственного фактора.

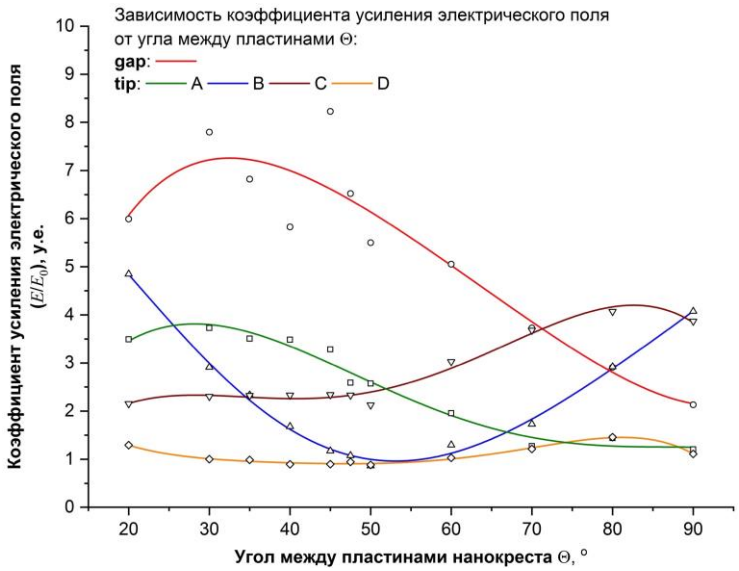


Рис. 10. Зависимость коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) в областях «горячих точек» от угла между пластинами нанокреста Θ

Крайне важно отметить, что в данной работе впервые показан переход при

$\Theta = 70°$ между gap- и tip-усилением, что следует из графиков на рис. 10 и распределений электрического поля, показанных на рис. 11.

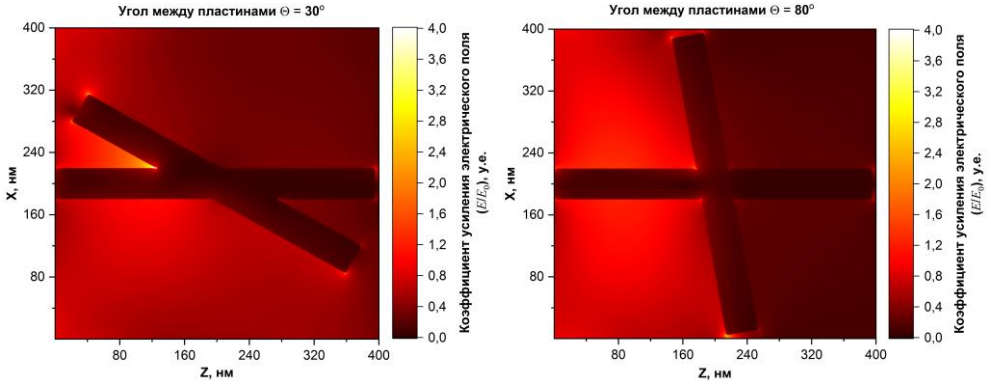


Рис. 11. Распределение коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) вблизи нанокреста при $\Theta = 30°$ *и* $80°$

Расчетная зависимость от толщины *d* коэффициента усиления электрического поля в зазоре между пластинами нанокреста, скрещенных под углом

$\Theta = 45°$, и на его вершинах показана на рис. 12.

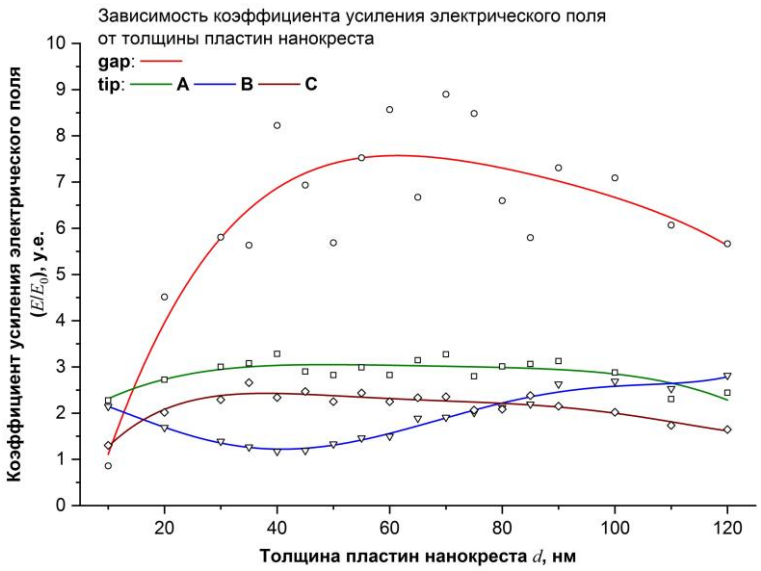


Рис. 12. Зависимость коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) от толщины d пластин нанокреста

В данном случае тоже наблюдается существенный разброс точек gap-усиления из-за погрешностей вычислений в программе KARAT. Как видно, наибольшее усиление поля наблюдается в диапазоне d = 60 – 80 нм.

На рис. 13 приведены карты распределения коэффициента усиления электрического поля вблизи нанокреста при d = 30 и 100 нм. По распределениям видно, что при уменьшении толщины пластин поле интенсивно локализуется на вершинах тонких пластин из-за эффекта острия, что согласуется с приведенной выше зависимостью.

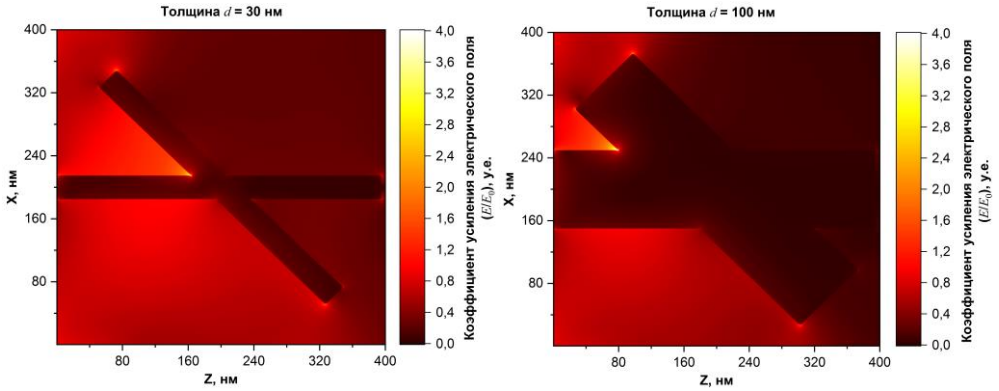


Рис. 13. Распределение коэффициента усиления электрического поля (E/E_0) вблизи нанокреста при d = 30 и 100 нм

Но преимущественно усиление поля в основном происходит в зазоре, то есть gap-усиление доминирует. Кроме того, тонкие пластины пропускают существенную долю падающего излучения (рис. 13, левый), в то время как более толстые его практически полностью отражают (рис. 13, правый).

Заключение

Численное моделирование показало значительное усиление электрических полей в зазоре между пластинами нанокреста и вблизи его вершин (до 13.6 раз). Исследовано влияние длины волны падающего излучения на коэффициент усиления поля в «горячих точках». При длине волны $\lambda = 535$ нм наблюдается наибольшее усиление поля, а при $\lambda = 1100$ нм происходит переход между gap- и tip-усилением.

Получены зависимости коэффициента усиления электрического поля от параметров нанокреста (угол между пластинами, толщина пластин) и найдены оптимальные области их значений, при которых достигается наибольшее усиление локального поля: угол между пластинами $\Theta = 30 – 45°$; толщина пластин нанокреста $d = 60 – 80$ нм.

Список литературы

1. Ag-Nanowire Bundles with Gap Hot Spots Synthesized in Track-Etched Membranes as Effective SERS-Substrates / E.P. Kozhina [et al.] // Appl. Sci. 2021. Vol. 11. P. 1375.
2. Hu J. Gold Nanoparticles with Special Shapes: Controlled Synthesis, Surface-enhanced Raman Scattering, and The Application in Biodetection // Sensors. 2007. Vol. 7. №. 12. P. 3299–3311.
3. Khlebtsov N.G. Optics and Biophotonics of Nanoparticles with a Plasmon Resonance // Quantum Electronics. 2008. Vol. 38. №.6. P. 504–529.
4. Present and Future of Surface-Enhanced Raman Scattering / J. Langer [et al.] // ACS Nano. 2020. Vol. 14. №1. P. 28–117.
5. Surface-Enhanced Raman Spectroscopy (SERS): Progress and Trends / D. Cialla [et al.] // Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2011. Vol. 403. №1. P. 27–54.
6. Tarakanov V.P. Code KARAT in Simulations of Power Microwave Sources Including Cherenkov Plasma Devices, Vircators, Orotron, E-field Sensor, Calorimeter etc // EPJ Web Conf. 2017. Vol. 149. P.1-6.
7. Temperature Dependence of the Optical Properties of Au, Ag and Cu / P. Winsemius [et al.] // Journal of Physics F Metal Physics. 2001. Vol. 6. №8. P. 1583.

Научное электронное издание

СНК-2025

Материалы LXXV международной студенческой научной конференции Московского Политеха

(Москва, 17 марта – 23 апреля 2025 г.)

Разработано с помощью программного обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Издается в авторской редакции

Ответственный за выпуск *А.В. Куркова*
Компьютерная верстка: *Н.Р. Гуськова*

Подписано к использованию 05.09.2025
Объем издания 37,3 Мб. Тираж 50. Заказ № 50/25

Издательство Московского Политеха
107023, Москва, Большая Семёновская, 38
www.mospolytech.ru; e-mail: izdat.mospolytech@yandex.ru