

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Вятский государственный университет»

ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2025)

**Гуманитарные, общественные, физико-математические,
компьютерные, химико-биологические и технические науки**

**Сборник материалов
XXV Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции.
22–30 мая 2025 г.**

**Киров
2025**

*Печатается по рекомендации Научного совета
Вятского государственного университета*

Програмный комитет конференции:

В. Н. Пугач, канд. экон. наук, доц., ректор (председатель оргкомитета); **С. Г. Литвинец**, канд. с.-х. наук, доц., проректор по науке и инновациям (зам. председателя оргкомитета); **А. Н. Чикишева**, канд. экон. наук, начальник Отдела аспирантуры, докторантуры и НИРС (секретарь); **А. Г. Чистяков**, канд. техн. наук, директор Института математики и информационных систем; **Е. А. Мартинсон**, канд. техн. наук, доц., директор Института биологии и биотехнологии; **Д. А. Козулин**, канд. хим. наук, директор Института химии и экологии; **Л. К. Патрушева**, канд. пед. наук, доцент, руководитель центра публикационной активности; **О. А. Рублева**, д-р техн. наук, директор Политехнического института; **О. В. Кошкин**, и. о. директора Института математики и информационных систем; **А. А. Костин**, канд. ист. наук, доц., директор Института гуманитарных и социальных наук; **Г. И. Симонова**, д-р пед. наук, доц., директор Педагогического института; **Н. К. Савельева**, д-р экон. наук, директор Института экономики и менеджмента; **М. С. Ившин**, канд. экон. наук, директор Юридического института.

Редакционная коллегия сборника:

Алешкин А. В., д-р техн. наук, **Байкова О. В.**, д-р филол. наук, **Басманов В. Г.**, канд. техн. наук, **Горбушина А. В.**, канд. психол. наук, **Голенок М. П.**, канд. культурологии, **Домрачев Д. Г.**, канд. юрид. наук, **Каранина Е. В.**, д-р экон. наук, **Круковский В. Е.**, канд. юрид. наук, **Мартинсон Е. А.**, канд. техн. наук, **Маслова А. Г.**, д-р филол. наук, **Машковцев А. А.**, д-р ист. наук, **Новиков А. В.**, канд. техн. наук, **Охапкин С. И.**, канд. техн. наук, **Палешева Н. В.**, канд. экон. наук, **Разова Е. В.**, канд. пед. наук, **Сазанов А. В.**, канд. биол. наук, **Сергеев Д. Г.**, канд. техн. наук, **Суворов Д. М.**, канд. техн. наук, **Федяева А. Ф.**, канд. психол. наук, **Фоминых А. А.**, канд. техн. наук, **Харина Н. Л.**, канд. техн. наук, **Юркин Ю. В.**, канд. техн. наук, **Чаганов А. Б.**, канд. техн. наук, **Щербакова Т. В.**, канд. филол. наук.

О-285 Общество. Наука. Инновации (НПК-2025). Гуманитарные, общественные, физико-математические, компьютерные, химико-биологические и технические науки : сб. материалов XXV Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., 22–30 мая. 2025 г. – Киров : Вятский государственный университет, 2025. – 476 с. – URL: <http://vestnik43.ru/assets/mgr/docs/conferences/npk-2025.pdf>. – ISBN 978-5-98228-287-3. – Текст : электронный.

ББК Ч215.16(082)

Минимальные системные требования

Браузер Internet Explorer и др.;
скорость подключения к сети Интернет 1 мбит/сек и выше;
Acrobat Reader и др.

СОДЕРЖАНИЕ

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

<i>Байкова Александра Васильевна, Бухаров Валерий Михайлович. Референция как ключевой механизм языкового отражения действительности в неискреннем дискурсе</i>	<i>8</i>
<i>Байкова Ольга Владимировна, Злобина Алина Андреевна. Проблема многозначности лексем в современном английском языке</i>	<i>14</i>
<i>Батина Дарья Владимировна, Маслова Анна Геннадьевна. Образы первых древнерусских правителей в «Начальном управлении Олега» Екатерины II.....</i>	<i>20</i>
<i>Войтов Денис Евгеньевич, Бухаров Валерий Михайлович. Мультимодальная аргументация в американских общественно-политических телепередачах.....</i>	<i>26</i>
<i>Гмызина Эльвира Викторовна. Трансформация любительской фотографии в современной медиакультуре</i>	<i>32</i>
<i>Горбушина Анастасия Владимировна, Черных Полина Алексеевна. Способность к принятию осознанных решений студентами: результаты апробации обучающей технологии</i>	<i>38</i>
<i>Домрачев Дмитрий Гарриевич, Галдзицкая Юлия Павловна. О некоторых проблемах применения административных наказаний в отношении иностранных граждан и лиц без гражданства на территории Российской Федерации</i>	<i>46</i>
<i>Кирилловых Андрей Александрович, Домрачев Дмитрий Гарриевич. К вопросу о современных организационно-правовых механизмах регулирования миграционных процессов в Российской Федерации.....</i>	<i>52</i>
<i>Коришунов Вячеслав Леонидович, Каранина Елена Валерьевна. Угрозы информационной безопасности на предприятиях малого бизнеса</i>	<i>57</i>
<i>Крюкова Наталья Федоровна, Байкова Ольга Владимировна, Козьминых Софья Андреевна. Проблема адекватности и эквивалентности перевода текстов современных англоязычных песен на русский язык</i>	<i>61</i>
<i>Маслова Анна Геннадьевна, Шишкина Ксения Евгеньевна. Читательский интерес младших школьников как объект педагогического исследования</i>	<i>66</i>
<i>Останина Ольга Александровна, Иванова Юлия Владимировна. Взаимодействие человека и искусственного интеллекта: гуманизм vs трансгуманизм.....</i>	<i>72</i>
<i>Першин Дмитрий Викторович, Мосунова Людмила Александровна. Представления об информационной культуре в отечественной науке</i>	<i>77</i>
<i>Прядко Светлана Николаевна. Формирование ключевых элементов инфраструктуры наукоемкого рынка: обоснование необходимости и оценка экономической эффективности....</i>	<i>83</i>
<i>Ройс Елизавета Владимировна, Байкова Ольга Владимировна. Новая классификация видов порядка слов: преодоление ограничений традиционных типологий.....</i>	<i>88</i>
<i>Рычкова Ольга Владимировна, Капустин Алексей Александрович. Познавательный потенциал военно-исторической миниатюры</i>	<i>94</i>
<i>Смирнов Павел Сергеевич, Байкова Ольга Владимировна. Специфика синтаксиса в типе речи «Описание» (на материале архивных немецких фронтовых документов)</i>	<i>100</i>
<i>Тимшин Вадим Алексеевич, Федяева Анна Филипповна, Буликашкина Яна Вячеславовна. Анализ эффективности рекламных кейсов для рекламодателей (на примере радиостанции «Киров Град»)</i>	<i>105</i>

<i>Тимишин Вадим Алексеевич, Федяева Анна Филипповна, Шувалова Варвара Александровна. Анализ успешных каналов сбыта бренда уходовой косметики (на примере бренда And Juli)</i>	<i>110</i>
<i>Юсупов Максим Олегович, Оношко Вячеслав Николаевич. Стилистические особенности англоязычного баскетбольного комментария</i>	<i>115</i>

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

<i>Воропаева Дарья Александровна. Методические подходы к идентификации устойчивости региональных экономических систем в условиях динамичной среды</i>	<i>121</i>
<i>Головнин Руслан Сергеевич, Каранина Елена Валерьевна. Факторы экономической эффективности предприятий электросетевого комплекса.....</i>	<i>127</i>
<i>Горячих Светлана Павловна, Барамзина Виктория Александровна. Оценка результатов федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами».....</i>	<i>132</i>
<i>Каранина Елена Валерьевна, Скопин Дмитрий Игоревич. Особенности и риски торговли деривативами на рынке цифровых валют</i>	<i>138</i>
<i>Мосечкин Илья Николаевич, Коновалова Алла Борисовна, Зубарева Сабрина Сергеевна. Значение и содержание мотива преступления как признака состава преступления, предусмотренного ст. 292 УК РФ.....</i>	<i>143</i>
<i>Татарина Майя Николаевна, Стрекаловский Иван Сергеевич. Обучение изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания в общеобразовательной школе</i>	<i>148</i>
<i>Татарина Майя Николаевна, Крывзун Вера Викторовна. Формирование произносительных навыков говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода в начальной школе</i>	<i>154</i>
<i>Токарева Полина Викторовна, Шибанова Ксения Константиновна. Анализ системы и структуры органов исполнительной власти субъектов Дальневосточного федерального округа РФ</i>	<i>160</i>
<i>Халилов Роберт Фанисович. Факторы, определяющие здоровье студентов среднего профессионального образования</i>	<i>165</i>

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

<i>Батенков Кирилл Александрович. Анализ интенсивности ложных ячеек и качества передачи в сетях АТМ</i>	<i>170</i>
<i>Иминова Зарина Бахтияржановна, Харина Наталья Леонидовна. Применение гомоморфного шифрования в системе васкулярной биометрической аутентификации</i>	<i>175</i>
<i>Мельников Артём Денисович, Метелев Александр Петрович. Применение Telegram-бота для удаленного управления серверным оборудованием с использованием протокола IPMI</i>	<i>181</i>
<i>Сергеев Александр Валерьевич, Котельников Евгений Вячеславович. Повышение эффективности оптимизации мультимодальных языковых моделей на основе интерпретации оценок внимания</i>	<i>187</i>
<i>Скопин Егор Сергеевич, Котельников Евгений Вячеславович. Улучшение генерации кода через обучение с подкреплением на основе алгоритма GRPO</i>	<i>193</i>

<i>Титов Кирилл Андреевич, Корчемкина Елизавета Владимировна, Харина Наталья Леонидовна. Разработка программы для автоматического выявления дипфейков</i>	198

ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Барамзин Михаил Николаевич, Литвинец Сергей Геннадьевич. Обоснование выбора агарозного и полиакриламидного носителей для биоплёнки в системе турбидостатной ферментации рамнолипидов</i>	204
<i>Дудина Любовь Геннадьевна, Петрова Елизавета Сергеевна. Отработка метода получения нокаут-мутантов на основе системы рекомбинации λ-Red для <i>Escherichia coli</i> DH5α</i>	209
<i>Душина Елена Эдуардовна, Ротова Юлия Сергеевна. Об особенностях индукции каллусогенеза <i>Fragaria vesca</i> L.....</i>	215
<i>Ершова Мария Александровна, Старкова Екатерина Васильевна. Применение SWOT-анализа для оптимизации управления рисками в испытательной микробиологической лаборатории пищевого производства в соответствии с ISO 17025 и ISO 31000</i>	220
<i>Катаева Анна Евгеньевна, Герасимов Андрей Сергеевич. Платформа ImmTAC для противораковой терапии. Схема получения препарата. Обзор.....</i>	227
<i>Козвонин Валерий Анатольевич, Вотинцева София Андреевна, Товстик Евгения Владимировна, Киреева Александра Ренатовна. Исследование биодоступности флавоноидов в парафармацевтических фитоплёнках методом спектрофотометрии.....</i>	234
<i>Коньшев Илья Владимирович, Бывалов Андрей Анатольевич, Кожевников Сергей Евгеньевич. Роль белков соединительной ткани в адгезии бактерий <i>Yersinia pseudotuberculosis</i>, оцененная методом оптической ловушки....</i>	240
<i>Мартынова Наталья Антоновна, Старкова Екатерина Васильевна. Анализ риска поступления некачественного сырья на мясоперерабатывающее производство</i>	245
<i>Позолотина Надежда Владимировна, Минюрова Мария Дмитриевна. Разработка натуральных консервантов на основе метаболитов пробиотических бактерий.....</i>	250
<i>Полянская Валерия Олеговна, Мистерова Анна-Анастасия Викторовна, Лазарев Роман Викторович, Герасимов Андрей Сергеевич. Создание штамма-продуцента рекомбинантного GM-CSF на основе метилотрофных дрожжей <i>Pichia pastoris</i></i>	255
<i>Постников Николай Константинович, Беспятых Олег Юрьевич, Морозова Марина Алексеевна, Куприенко Валерия Алексеевна. Оценка функциональных резервов и адаптационного потенциала кардиореспираторной системы будущих педагогов</i>	261
<i>Рогожкин Сергей Олегович, Кириллова Ульяна Романовна, Медведева Анна Владимировна, Лазарев Роман Викторович, Дробков Михаил Владимирович, Захаров Андрей Витальевич, Герасимов Андрей Сергеевич. Технологическая платформа получения рекомбинантных конъюгированных пептидных вакцин на основе CRM197</i>	266
<i>Толстоухов Егор Евгеньевич, Белозёров Владислав Сергеевич. Эффективные стратегии очистки лентивирусных векторов для генной терапии и CAR-T: комбинация анионообменной хроматографии и TFF</i>	272
<i>Устинова Полина Николаевна, Белозёров Владислав Сергеевич. Современные вызовы в производстве клеточных препаратов: как дефицит платформ и специалистов тормозит развитие генной терапии</i>	278

<i>Шидловская Анастасия Михайловна, Сюткина Анна Сергеевна. Сравнительный анализ результатов исследования песцового жира-сырца от зверей двух возрастов и цветотипов.....</i>	284

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<i>Ав Иссиака Ибрахим, Юркин Юрий Викторович. Ультрапрессованный земляной блок для устойчивого строительства зданий</i>	289
<i>Апатов Константин Юрьевич, Степанов Алексей Викторович. Модернизация блока коммутации и контроля питания с целью повышения вибрационной прочности</i>	293
<i>Апатов Константин Юрьевич, Ташикинов Александр Николаевич. Установка для испытания магнитных плит шлифовальных станков</i>	298
<i>Бакшаева Наталья Сергеевна, Бельтюков Александр Юрьевич. Актуальность применения BIM-технологии при проектировании электроснабжения объектов</i>	303
<i>Бакшаева Наталья Сергеевна, Грязев Александр Александрович. Применение искусственного интеллекта в управлении цифровыми подстанциями</i>	309
<i>Барбаков Николай Сергеевич, Юркин Юрий Викторович. Виброизоляционные материалы для железнодорожных путей</i>	315
<i>Басманов Владислав Геннадьевич, Дунин Фёдор Николаевич. Разработка схемы защиты от грозových перенапряжений с применением УЗИП</i>	321
<i>Басманов Владислав Геннадьевич, Жаворонков Максим Александрович. Применение неразрушающих методов в системах диагностики кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена</i>	327
<i>Басманов Владислав Геннадьевич, Сунцов Кирилл Алексеевич. Опыт создания программного обеспечения для управления понижающим DC-DC-преобразователем</i>	333
<i>Дерендяева Людмила Витальевна, Протасов Алексей Сергеевич. Использование нейросетей в управлении объектами электроэнергетики</i>	338
<i>Дерендяева Людмила Витальевна, Шихов Иван Андреевич. Разработка и внедрение комплекса мероприятий по оперативным переключениям на подстанции 110/10 кВ с использованием виртуальных технологий для образовательного процесса</i>	343
<i>Изотов Сергей Анатольевич. Исследование стратегии реализации снижения износов в узле скользящего токосъема электрических машин за счет использования в электрощетках антифрикционных цилиндрических вкладышей.....</i>	349
<i>Козловский Артём Владимирович, Литвинов Святослав Викторович. Ориентация по мобильной связи GSM</i>	354
<i>Кузнецова Дарья Александровна, Половникова Елизавета Леонидовна, Трухин Григорий Игоревич, Фуфачева Анна Сергеевна. Строительные материалы как источник опасности при проведении процедуры оценки профессиональных рисков</i>	360
<i>Левашов Александр Павлович, Медведев Олег Юрьевич, Бурдукова Анна Андреевна. Применение принципа Гаусса в обобщенных координатах к исследованию движения робота-манипулятора.....</i>	364
<i>Маринин Евгений Анатольевич, Коришунов Павел Андреевич. Проведение испытаний комплекта электропривода велосипеда</i>	369
<i>Маринин Евгений Анатольевич, Рогова Дарья Владимировна, Шакирова Анастасия Сергеевна. Исследование образования дефектов при лазерной модификации поверхности импульсным твердотельным лазером.....</i>	373

<i>Новиков Алексей Викторович, Хорошнина Елена Николаевна, Ворожцов Константин Сергеевич, Чулков Илья Андреевич. ГЭС на реке Вятке.</i>	
Доводы сторонников и противников	379
<i>Новоселова Ольга Александровна, Ситников Матвей Александрович.</i>	
Умная теплица на Arduino Uno.....	385
<i>Охапкин Сергей Иванович, Мубараков Раиф Фаритович, Юдин Сергей Алексеевич.</i>	
Анализ потребительских качеств систем электропривода	391
<i>Плотников Сергей Александрович, Ошмарин Алексей Александрович.</i>	
Разработка программного обеспечения для определения показателей работы ДВС	399
<i>Плотников Сергей Александрович, Плехов Дмитрий Викторович.</i>	
Изучение влияния предварительного нагрева на двигателе Lombardini LDW 1603.....	407
<i>Прокошев Дмитрий Константинович, Шестаков Александр Вячеславович.</i>	
Моделирование магнитоэлектрического микродвигателя постоянного тока с учетом влияния насыщения и коммутационной реакции якоря.....	413
<i>Скворцов Александр Иванович, Бёрдов Данила Алексеевич. Влияние химического состава и термической обработки на амплитудно-зависимое внутреннее трение сплавов на основе Zn–49%Al, легированных Zr, Mg, Cu</i>	<i>419</i>
<i>Скобелкин Илья Максимович, Суворов Дмитрий Михайлович. Оптимизация температурных графиков регулирования тепловых сетей в системах теплоснабжения с паротурбинными ТЭЦ.....</i>	<i>424</i>
<i>Тюкалов Юрий Яковлевич, Ашихмин Станислав Эдуардович. Анализ напряженно-деформированного состояния стыка сборных железобетонных элементов с использованием композитной арматуры и эпоксидного клея.....</i>	<i>430</i>
<i>Фоминых Антон Анатольевич, Новоселова Ольга Александровна, Харин Алексей Николаевич. Опыт реализации проекта «Инженерные классы».....</i>	<i>434</i>
<i>Фоминых Антон Анатольевич, Шешукова Наталья Викторовна.</i>	
Современные технологии освещения	439
<i>Хорошавин Валерий Степанович, Грудинин Виктор Степанович, Юдин Сергей Алексеевич.</i>	
Быстродействие и энергозатраты в программном движении	444
<i>Хорошнина Елена Николаевна, Ворожцов Константин Сергеевич, Чулков Илья Андреевич.</i>	
Опыт создания макета, демонстрирующего этапы распределения энергии до потребителя ...	449
<i>Хорошнина Елена Николаевна, Скурихин Илья Андреевич, Харин Алексей Денисович, Васютина Наталия Вадимовна, Чукавин Максим Александрович. Создание устройства для подсчета посетителей на ультразвуковых датчиках</i>	<i>455</i>
<i>Чаганов Алексей Борисович, Высоких Ксения Андреевна, Мазуряк Савелий Николаевич.</i>	
Анализ эффективности контроля качества проектной документации	459
<i>Чаганов Алексей Борисович, Москвин Михаил Александрович, Москвин Роман Александрович. Контроль качества материалов, применяющихся при изготовлении бетона классов В20-В35</i>	<i>463</i>
<i>Юркин Юрий Викторович, Серёгин Алхан Иванович. Перспективы использования золотых отходов в геополимерном бетоне.....</i>	<i>467</i>
<i>Юркин Юрий Викторович, Сиков Никита Евгеньевич. Влияние переработки полиэтилентерефталата на изменение характеристик в процессе его вторичного использования</i>	<i>471</i>

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Референция как ключевой механизм языкового отражения действительности в неискреннем дискурсе

Байкова Александра Васильевна, аспирант,
направление подготовки «Языки народов зарубежных стран (германские языки)»,
Вятский государственный университет
Бухаров Валерий Михайлович, д-р филол. наук, профессор,
заведующий кафедрой романо-германской филологии,
Нижегородский государственный лингвистический университет
им. Н. А. Добролюбова

Аннотация. Представленная статья посвящена исследованию особенностей референции в неискреннем дискурсе на материале англоязычных политических текстов. Актуальность работы обусловлена ростом интереса к изучению манипулятивных стратегий в современной коммуникации, где неискренний дискурс становится инструментом достижения политических целей. Цель исследования – выявить характерные черты использования конкретной и абстрактной референции в неискренних высказываниях. Основными методами стали лингвистический анализ текстов, контент-анализ и дискурс-анализ политических выступлений. В результате установлено, что неискренний дискурс характеризуется искажением номинации, добавлением или переключением референтов для манипулирования восприятием аудитории. Полученные данные могут быть применены в практике преподавания английского языка, особенно при обучении приемам речевого воздействия и критическому анализу манипулятивных стратегий в медиа и политике.

Ключевые слова: референция, неискренний дискурс, политический дискурс.

Введение. Современный политический дискурс представляет собой сложный феномен, в котором переплетаются языковые, социальные и когнитивные аспекты коммуникации. Одной из его особенностей является использование неискреннего дискурса – явления, которое становится все более значимым в условиях роста манипулятивных стратегий в публичной коммуникации. Неискренний дискурс представляет собой способ передачи информации, при котором говорящий намеренно искажает факты, умалчивает важные детали или создает ложное представление о реальности с целью достижения определенных целей [4]. В рамках данного явления особую роль играет референция как ключевой механизм языкового отражения действительности. Она становится инструментом манипулирования восприятием аудитории, позволяя говорящему фокусировать внимание на выгодных для него референтах, добавлять новые объекты в коммуникативное пространство или переключать внимание с одного референта на другой [6].

Особую актуальность исследование данной проблемы приобретает в англоязычном политическом дискурсе, где высказывания политических деятелей часто носят стратегически выверенный характер и направлены на формирование определенной картины мира у реципиентов. Объектом исследования является неискренний дискурс в англоязычных политических текстах. Предмет исследования – особенности использования референции (конкретной и абстрактной) в неискреннем дискурсе.

Исследования неискреннего дискурса активно развиваются в современной лингвистике. Так, работы Н. В. Андрюхиной [1], Й. Кубиновой [4] и А. В. Ленец [5] посвящены анализу структуры и функций лжи в коммуникации, а также роли неискренности как концепта. С. Н. Плотникова в своей монографии [6] рассматривает неискренний дискурс с точки зрения когнитивного и структурно-функционального анализа, уделяя внимание таким аспектам, как референция, умолчание и искажение фактов. Однако вопросы, связанные с использованием конкретной и абстрактной референции в неискреннем дискурсе, остаются недостаточно освещенными. Особенности референции в политическом дискурсе анализируются лишь фрагментарно, что подчеркивает необходимость дальнейшего изучения данной темы.

Цель настоящей статьи – проанализировать особенности использования референции в неискреннем политическом дискурсе на примере высказываний американских политиков. Задачи исследования: 1) проанализировать теоретические основы изучения референции в контексте неискреннего дискурса; 2) выделить типы референции (конкретную и абстрактную) и их особенности в неискреннем дискурсе; 3) определить влияние референции на формирование картины мира реципиентов в неискреннем дискурсе.

Методы исследования. В работе используются следующие методы исследования: 1) метод сплошной выборки лингвистического материала; 2) лингвистический анализ текстов; 3) контент-анализ политических текстов при изучении приемов неискреннего дискурса, 4) дискурс-анализ при исследовании контекста употребления референтов. Данные методы применяются комплексно

для всестороннего изучения особенностей использования референции в американском политическом дискурсе.

Результаты исследований, их обсуждение. Под референцией в самом общем смысле в лингвистике понимается «процесс соотнесения языковых выражений того или иного языка с внеязыковой действительностью (объектами реального мира и ситуациями)» [2, с. 332]. Под референтом понимается «материальный или ментальный объект, или явление внешнего мира, к которому отсылает та или иная речевая единица в процессе референции» [2, с. 332]. При порождении неискреннего дискурса происходит фокусирование референта, т. е. неискренний говорящий выбирает для себя объект, на котором сосредотачивает внимание, после чего, этому объекту, т. е. референту, приписываются некоторые свойства и отношения. Необходимо выделить конкретную и абстрактную референцию [1]. При конкретной референции происходит номинация известного реципиенту объекта. Если референт присутствует в ситуации общения, то референция является прямой [3, с. 105]. При использовании абстрактной референции адресант фокусирует внимание на референте, который обозначается абстрактным существительным [3]. В случае использования конкретной референции в неискреннем дискурсе происходит искажение номинации, то есть объект в ситуации общения получает от адресанта неправильное наименование.

Как показывает анализ англоязычных политических текстов, особенности референции в неискреннем дискурсе связаны главным образом с приемом умолчания, так как умалчивая о чем-то человек утаивает информацию и это может ввести собеседника в заблуждение, а введение в заблуждение, в свою очередь представляет собой неискренний дискурс.

В качестве примера рассмотрим ответ Дональда Трампа на вопрос о вмешательстве России выборы в США.

«I think it's ridiculous. I think it's just another excuse. We had a massive landslide victory, as you know, in the Electoral College. I guess the final numbers are now at 306. She's down to a very low number» / «Я думаю, это нелепо. Я думаю, это просто еще одно оправдание.<...> Как вы знаете, мы одержали убедитель-

ную победу на выборах в Коллегию выборщиков. Я полагаю, что окончательные цифры сейчас составляют 306 человек. У нее очень низкий результат». Дональд Трамп строит ложную пропозицию заявляя, что одержал блестящую победу на выборах. Такое представление связано с искажением номинации, когда он использует оценочные прилагательные, такие как «massive» и «landslide», для описания своей победы. Однако, сравнив результаты кандидатов, которые участвовали в выборах, эксперты пришли к мнению, что результат Трампа блестящим назвать нельзя. Искажая номинацию, Трамп пытается изменить восприятие реальности получателями премии. Он стремится создать впечатление, что его победа была более значимой, чем это было на самом деле. Субъективный и оценочный характер заявления затрудняет для получателей немедленную проверку информации, что способствует распространению ложной информации. Целью этой ложной информации, вероятно, является укрепление имиджа Трампа и его предполагаемой легитимности путем преувеличения масштабов его успеха на выборах, что, в дальнейшем, может повлиять на общественное восприятие в пользу Трампа.

На основе анализа англоязычных политических текстов были выявлены следующие ключевые особенности использования референции в неискреннем дискурсе: 1) фокусировка на выгодном для говорящего референте, в частности, политики намеренно выбирают объекты, которые поддерживают их позицию или создают положительный образ; 2) добавление референта, а именно, введение новых объектов в коммуникативное пространство для отвлечения внимания; 3) переключение внимания, то есть, переход от одного референта к другому для смены темы разговора; 4) искажение номинации, а именно, использование оценочных прилагательных и преувеличений для изменения восприятия реципиентами ситуации; 5) тактика умолчания, а именно, умалчивание важной информации становится одним из основных приемов неискренного дискурса, что позволяет политикам избегать прямых ответов, сохраняя видимость честности.

Выводы. Итак, референция в неискреннем дискурсе характеризуется неадекватным представлением референта относительно существующей картины

мира. Говорящий стремится манипулировать восприятием аудитории, представляя референты так, чтобы они соответствовали его целям. Ключевыми особенностями использования референции в неискреннем дискурсе являются: фокусировка на выгодных референтах, добавление новых объектов, переключение внимания, искажение номинации и тактика умолчания. Эти приемы позволяют политикам уклоняться от неудобных вопросов и создавать желаемый образ.

Научная новизна представленного исследования заключается в следующем: 1) анализ референции в контексте неискренного дискурса, а именно, исследование сосредоточено на изучении конкретных и абстрактных референций в англоязычных политических текстах, что ранее недостаточно освещалось в научной литературе; 2) выявление стратегий манипуляции, в частности, впервые систематически рассмотрены приемы манипуляции через референцию, такие как искажение номинации, добавление референтов и тактика умолчания. Теоретическая значимость работы заключается в следующих аспектах: углубление понимания референции как механизма языкового отражения действительности, особенно в контексте неискренного дискурса; развитие методологии анализа, которая может быть использована в дальнейших исследованиях. Практическая значимость исследования определяется тем, что ее результаты могут быть использованы при разработке учебных материалов для студентов, изучающих английский язык, особенно в рамках курсов по политической лингвистике и переводу.

Таким образом, исследование представляет собой значимый вклад в изучение референции в неискреннем дискурсе и имеет широкий спектр практических применений.

Библиографический список

1. Андрюхина Н. В. Особенности референции в неискреннем дискурсе // Международный научно-исследовательский журнал. 2018. № 1 (64). С. 91–94.
2. Коровина И. В. Соотношение понятий «знак» «референт» «денотат» и «концепт» как основных элементов референции // Вестник Нижегородского университета имени Н. И. Лобачевского. 2010. № 4 (1). С. 332–336.
3. Коровина И. В. Явление референции как объективного механизма речепроизводства и речевосприятия // Ученые записки Российского государственного социального университета. 2012. № 4. С. 103–108.

4. Кубинова Й. Речевая интенция «Ложь, обман» в семантическом и коммуникативно-прагматическом аспектах : автореф. ... канд. филол. наук : 10.02.01. М., 2002. 23 с.
5. Ленец А. В. Структура и функции лжи с позиции лингвистики // Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2008. № 7. С. 15–19.
6. Плотникова С. Н. Неискренний дискурс (в когнитивном и структурно-функциональном аспектах). Иркутск : Изд-во Иркутского государственного лингвистического ун-та, 2000. 244 с.

Проблема многозначности лексем в современном английском языке

Байкова Ольга Владимировна, д-р филол. наук, доцент,
заведующий кафедрой лингвистики и перевода,

Вятский государственный университет

Злобина Алина Андреевна, студент,

направление подготовки «Лингвистика. Перевод и переводоведение»,

Вятский государственный университет

Аннотация. Проблема многозначных слов в английском языке представляет собой значительную сложность для изучающих язык, особенно на начальных этапах. Неспособность правильно идентифицировать конкретное значение слова в данном контексте может привести к неверному пониманию текста или высказывания, ошибкам в переводе и затруднениям в выражении собственных мыслей. В представленной статье исследуется проблема многозначности лексем в современном английском языке на материале англоязычных СМИ (The Daily Mail, The Daily Star, The Mirror). Анализируются различные значения слов "cleave" и "dust", выявляется их зависимость от контекста. Показано, что слово "cleave" имеет противоположные значения: "разделять" (63,33%) и "привязываться" (36,67%), а слово "dust" интерпретируется как "пыль" (46,67%), "посыпать" (33,33%) и "обогнать/разгромить" (20%). Подчеркивается важность контекстуального анализа для адекватного перевода многозначных слов. Результаты исследования могут быть применены в преподавании английского языка и написании учебных работ.

Ключевые слова: многозначность лексем, английский язык, англоязычные СМИ

Введение. Современный английский язык характеризуется богатством своей лексической системы, в которой явление многозначности слов занимает особое место. Многозначность (или полисемия) представляет собой наличие у одного слова нескольких связанных между собой значений, что создает определенные трудности для изучающих язык, особенно на начальных этапах [3]. Неверное понимание контекста может привести к ошибкам в переводе и затруднениям в выражении мыслей. Таким образом, анализ контекстуального значения многозначных лексем становится важной задачей для достижения адекватного перевода [1, 2].

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что процесс освоения иностранного языка неизбежно связан с необходимостью перевода многозначных лексем. Точность выбора соответствующего значения слова при переводе англоязычных текстов на русский язык напрямую влияет на адекватность передачи смысла и верность восприятия информации.

Целью данного исследования является изучение проблемы многозначности лексем в современном английском языке через призму англоязычных СМИ.

Для этого необходимо определить, как контекст влияет на интерпретацию многозначных слов, и выявить факторы, способствующие выбору наиболее подходящего значения. Объект исследования – явление полисемии в английском языке. Предмет исследования – многозначность лексем в современных англоязычных СМИ.

Методы исследования определены в соответствии с поставленной целью. В данном исследовании применяется метод изучения и анализа существующей теоретической литературы по данной проблеме для формирования теоретической базы исследования, определения ключевых понятий и подходов к изучению многозначности, метод сравнительно-сопоставительного анализа для сопоставления различных значений многозначных лексем, выявленных в исследуемых текстах. Для материала исследования методом сплошной выборки были отобраны статьи и публикации из популярных англоязычных СМИ, а именно The Daily Mail, The Daily Star, The Mirror. Выбор данных СМИ обусловлен их широкой читательской аудиторией и разнообразием тематики, что позволяет получить репрезентативную выборку многозначных лексем в современном английском языке.

Результаты исследования и обсуждение. Основопологающей единицей языка является слово. Слово – это единица наименования, характеризующаяся фонетической и грамматической цельнооформленностью и идиоматичностью [4]. Благодаря нему мы получаем представление о каких-либо явлениях или предметах, которые нас окружают. Каждое слово обладает своим уникальным значением [1]. При изучении английского языка часто сталкиваются с явлением многозначности, когда значение слова меняется в зависимости от контекста. Многозначность слова или полисемия – это наличие у одного и того же слова нескольких связанных между собой значений [3]. Потенциально любое слово языка может приобрести новое значение, когда в этом возникает потребность, поэтому многозначных слов в языке, как правило больше, чем однозначных. Важно отметить, что значение неразрывно связано с самим словом, поскольку оно отражает реальные вещи, мысли, состояние и т. д. Однако стоит отметить,

что слова могут иметь не только одно значение. В связи с этим, чтобы правильно использовать многозначные слова, необходимо обращать внимание на контекст и понимать, какое значение они имеют в конкретной ситуации.

Предметом нашего анализа стали наиболее показательные многозначные слова, выявленные в материалах современной англоязычной прессы. В работе представлены самые яркие и наглядные из проанализированных примеров:

1. *Cleave*:

Russia casts Britain and the United States as perfidious powers that are supporting Ukraine as part of efforts to *cleave* Russia apart and grab its vast natural resources – assertions Washington and London dismiss as absurd. – Россия называет Великобританию и США вероломными державами, которые поддерживают Украину, стремясь *расколоть* Россию и завладеть ее огромными природными ресурсами, и Вашингтон и Лондон считают эти утверждения абсурдными [Daily Mail: 2025].

Having lost the ability to exercise influence confidently over children through adult-directed curricula, contemporary educationalists are left with little choice but to *cleave* towards what students supposedly want as opposed to authoritatively determining what it is they need. – Потеряв способность эффективно влиять на детей посредством учебных программ, разработанных для взрослых, современные педагоги оказались вынуждены *придерживаться* того, чего якобы хотят ученики, вместо того чтобы авторитетно определять их истинные потребности [Daily Star: 2024].

Значение лексемы "cleave" определяется контекстом. В первом примере "cleave Russia apart" подразумевает разделение России на части, поэтому перевод «расколоть» наиболее адекватен. Ключевым является сочетание "cleave apart", указывающее на разрушение целостности. Во втором примере "cleave towards what students want" означает следование, приверженность желаниям учеников, что обуславливает перевод «придерживаться». Контекст указывает на отсутствие авторитета у педагогов и вынужденное подчинение требованиям учеников.

2. *Dust*:

The average home accumulates 19.6 kilograms of *dust* each year – enough to fill a suitcase for a trip abroad, according to a new study. – Новое исследование показало, что в среднем в каждом доме ежегодно скапливается 19,6 килограмма *пыли* – это целый чемодан, которого хватило бы на поездку за границу [Daily Star: 2024].

Dust the cake with icing sugar and serve on its own or with a nice dollop of vanilla ice cream or whipped cream. – *Посыпьте* пирог сахарной пудрой и наслаждайтесь его вкусом в чистом виде, либо добавьте порцию ванильного мороженого или взбитые сливки [The Mirror: 2024].

Gib also confessed that his opponent for the night is the most credible boxer with the promotion at present, explaining: "I think he's the best fighter at Misfits, he's the most credible person at Misfits. 7-0 two weight-division champ, so when I come and *dust* him off it's going to make my victory so much sweeter." – Гиб также признался, что его противник в этот вечер – самый серьезный боксер в промоутерской компании на данный момент, пояснив: «Я думаю, он лучший боец в Misfits, самый авторитетный парень там. Чемпион в двух весовых категориях с рекордом 7–0, так что, когда я *одержжу над ним верх*, моя победа станет еще слаще» [The Mirror: 2024].

Слово "dust" демонстрирует широкий спектр значений, и контекст также является ключевым фактором для его адекватного перевода. В первом, факт накопления «19.6 килограммов» указывает на физическое вещество – пыль. Во втором предложении глагол "dust" связан с объектом "cake" и инструментом "icing sugar", что предполагает действие посыпания. В третьем, контекст боксерского поединка и фраза "make my victory so much sweeter" указывают на переносный смысл. Здесь "dust him off" – это идиома, где подразумевается не удаление пыли, а победа над противником.

Таким образом, анализ 30 примеров лексемы "cleave" показал, что преобладающим значением является «разделять/отделять» (63.33%), что, однако, не исключает значимость антонимичного значения «привязываться/держаться»

(36.67%). В результате анализа 30 примеров употребления слова "dust" также выявлена его полисемичность, характеризующаяся распределением значений между «пыль» (46.67%), «посыпать» (33.33%) и «обогнать/разгромить» (20%).

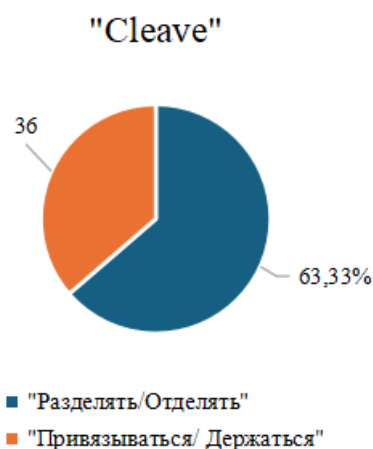


Рисунок 1. Процентное соотношение значений слова "Cleave"

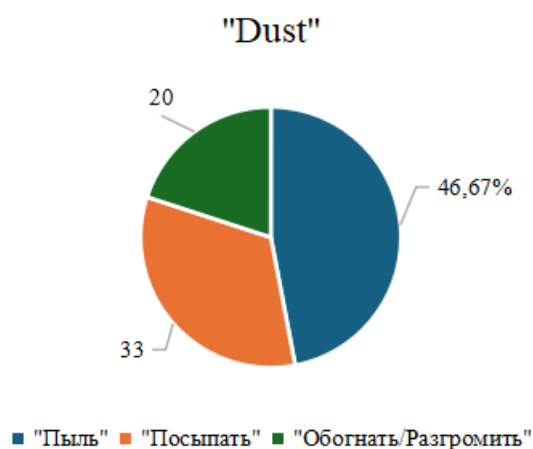


Рисунок 2. Процентное соотношение значений слова "Dust"

Необходимо отметить, что контекст играет ключевую роль в процессе перевода многозначных слов, так как значение слова может значительно варьироваться в зависимости от ситуации, в которой оно используется. Исходя из этого, можно сделать вывод, что тщательный анализ контекста является необходимым условием для успешного и адекватного перевода многозначных слов.

Выводы. Изучение теоретической литературы подтвердило, что многозначность является сложным лингвистическим явлением, требующим учета контекстуальных факторов для адекватной интерпретации значения слова и эффективной коммуникации. Конкретные примеры из текстов англоязычных СМИ ("Cleave", "Dust") продемонстрировали решающую роль контекста в определении их значения. Теоретическая значимость выполненной работы заключается в углубленном анализе такого явления, как полисемия в английском языке на примере лексем из современных СМИ. Практическая значимость работы определяется ее потенциальной полезностью для различных областей, связанных с изучением и применением английского языка. Научная новизна исследования состоит в выявлении и анализе полисемии английских многозначных лексем в текстах средств массовой информации (СМИ), а также в исследовании их зависимости от контекста. Результаты исследования могут быть использованы при

проведении практических занятий по английскому языку, написании курсовых и выпускных квалификационных работ для углубленного изучения конкретных примеров многозначных лексем в английской прессе, демонстрируя влияние контекста на их понимание и перевод.

Библиографический список

1. Антрушина Г. Б., Афанасьева О. В., Морозова Н. Н. Лексикология английского языка : учеб. пособие для студентов. М. : Дрофа, 2001. 288 с.
2. Бацевич Ф. С. Очерки по лингвистической прагматике : монография. Львов : ПАШС, 2010. 336 с.
3. Вендина Т. И. Введение в языкознание. М. : Высш. шк., 2001. 136 с.
4. Шмелев Д. Н. Проблемы семантического анализа лексики. М. : Наука, 1973. 280 с.

Образы первых древнерусских правителей в «Начальном управлении Олега» Екатерины II

Батина Дарья Владимировна, аспирант,
направление подготовки «Русская литература
и литературы народов Российской Федерации»,
Вятский государственный университет

Маслова Анна Геннадьевна, д-р филол. наук, доцент,
профессор кафедры русской и зарубежной литературы и методики обучения,
Вятский государственный университет

Аннотация. Данное исследование представляется актуальным в связи с интересом к связанным с историей России произведениям. Целью исследования является определение особенностей образов первых древнерусских князей в пьесе Екатерины II «Начальное управление Олега». Ведущий подход – сравнение пьесы Екатерины II с соответствующими отрывками «Повести временных лет». В результате выделены некоторые приемы, к которым прибегала Екатерина II при создании образов представленных в пьесе первых древнерусских правителей (Олега и Аскольда): отмечено, что при написании пьесы императрица нередко отклонялась от текста «Повести временных лет», включая в пьесы не упомянутые в летописи события, изменяя описанные в ней факты, представляя исторические лица в более положительном свете. Это объясняется особым подходом к истории в литературе классицизма: пьесы Екатерины II, в которых использовались исторические сюжеты, должны были служить цели укрепления власти монарха. Материалы исследования можно использовать в преподавании истории русской литературы в вузе.

Ключевые слова: Екатерина II, «Начальное управление Олега», русская драматургия XVIII века

Введение. Выражая свои взгляды на то, какой должна быть власть, Екатерина II создавала собственные художественные произведения. В 1786 г. императрица работала над тремя драматургическими произведениями, основанными на сюжетах древнерусских летописей, в том числе и над «Начальным управлением Олега». Объектом данного исследования является названная пьеса. Предмет исследования – образы первых древнерусских правителей в ней. К изучению пьес Екатерины II обращались Г. Н. Моисеева [3], Ю. В. Стенник [7], Н. Д. Кочеткова [6].

Цель исследования – определить роль образов первых древнерусских правителей в пьесе Екатерины II «Начальное управление Олега». Задачи исследования: сопоставить персонажей пьесы императрицы и описанные в ней события с персонажами и событиями, о которых рассказывается в древнерусских летописях; определить, какую роль играют образы первых древнерусских правителей, представленные в пьесе Екатерины II «Начальное управление Олега».

Проблема исследования – особенности подхода Екатерины II к изображению летописных героев. Данное исследование актуально в связи с интересом к связанным с историей России произведениям.

Ведущий подход. В работе используются сравнительно-исторический метод и метод выборочного анализа драматургического текста. События и персонажи пьесы Екатерины II сопоставляются с соответствующими отрывками «Повести временных лет» и представленными в ней образами исторических личностей.

Результаты исследований, их обсуждение. Пьесе предшествовало *«предувѣдомленіе»*, в котором императрица заявляла, что в этом ее историческом представлении исторической истины больше, чем выдумки [2, с. 341]. Как отмечает Г.Н. Моисеева, к воссозданию событий IX в. Екатерина II подходила, предварительно ознакомившись с хранившимися в ее библиотеке древнерусскими памятниками [3, с. 289]. Кроме того, Екатерина II могла обращаться и к «Истории российской» В. Н. Татищева, использовавшего, в свою очередь, разные источники [3].

В «предувѣдомлении» Екатерина II объясняет, как вышло так, что после смерти Рюрика власть досталась Олегу. По ее сведениям, во время болезни Рюрик сам решил отдать своего сына и княжение Олегу, который был его шурином [2, с. 341]. В «Повести временных лет» также говорится о том, что Олег пришел к власти по воле своего родича Рюрика, который умер, когда его сын Игорь был слишком мал, чтобы самостоятельно править. Случилось это в 879 г. [4, с. 216]

В сюжете пьесы о главном герое Олеге впервые сообщают новгородские бояре, Рулав и Добрынин. Рулав характеризует его как мудрого человека, искусного и храброго воина [2, с. 347]. Добрынин же в подтверждение перечисляет уже предпринятые Олегом действия [2, с. 347]. Однако более подробно о князе можно будет узнать из следующих действий: его образ складывается как из его собственных поступков и высказываний, так и из того, что говорят о нем другие персонажи.

В первом же действии упоминается Оскольд – пасынок Рюрика, какое-то время тому назад пожелавший *«итти ко Царюграду»*, что Рюрик позволил ему сделать [2, с. 346]. По словам киевлян, пришедших с жалобами на своего князя, Оскольд сперва дошел до Смоленска, затем ополчился на *«Козарь»*, затем дошел до Киева, где усилил свои войска представителями других племен [2, с. 346]. Упоминается и о неудачном походе Оскольда на Царьград. Прототипом этого Оскольда был Аскольд, который вместе с Диром попросил у Рюрика разрешения пойти в Царьград, о чем говорится в записи «Повести временных лет» 6370 (862) г., а по пути к греческому городу они остановились в городке, жители которого называли себя потомками Кия, Щека и Хорива. Екатерина II, взяв за основу рассказа о действиях Оскольда занятие им Киева и поход 866 г., прибавила к ним упоминание о некоторых других походах, но «вычеркнула» имя Дира.

Во втором действии, как признается императрица, *«отъ исторіи отступлено»* [2, с. 342]. Она начинает его с прохождения мимо Киева угров – события, которое в «Повести временных лет» датировано 898 годом [4, с. 218–219]. В это же время Олег и Игорь встречаются возле Киева, где вскоре должна состояться свадьба. Вскоре к ним подходит Оскольд, и Олег требует от него оправдаться за то, в чем его обвиняют киевляне – в попытке переменить обычаи. Однако тот не отрицает их обвинений в несоблюдении традиций, лишь объясняет, что на его *«образъ мыслей»* не может повлиять никто [2, с. 388]. Оскольда отправляют обратно в Киев дожидаться решения о его судьбе, однако ему предоставляется шанс сбежать вместе с уграми [2]. Судьба летописного Аскольда была иной: добравшись до Киева, Олег назвался купцом и позвал Аскольда и Дира, правивших городом, на встречу. Когда те пришли, воины, заранее спрятавшиеся в ладьях, убили их. Олег же сказал им, что они, в отличие от него, не княжеского рода. После смерти Аскольда и Дира он сам стал править в Киеве, начал ставить города и установил дани. Произошло это в 882 г. [4, с. 216–217] Императрица, как отмечает Г. Н. Моисеева, смягчила характеристику Олега: он не прибегает к обману ради убийства, как это было в летописи, а дает Оскольду шанс опровергнуть обвинения киевлян, и даже после того, как тот не делает

этого, позволяет ему уйти живым [3, с. 293]. Оскольд же в ее пьесе предстает соперником князя Олега, он не заслуживает смерти, но все же оказывается не достойным править народом, обычаев которого не разделяет.

В третьем действии описана свадьба Игоря и Прекрасы из Изборска. После совершения всех свадебных обрядов молодожены подходят к князю с просьбой позволить Прекрасе называться его, Олега, именем. Князь нарекает ее Ольгою и предрекает, что та прославится своей добродетелью [2, с. 371–372]. «Повесть временных лет» же сообщает, что в 903 г. Игорю привели жену из Пскова. Звали ее не Прекраса, а Ольга. Об изменении ее имени во время свадьбы никаких сведений нет [4, с. 220].

Четвертое действие происходит под Константинополем, во время одного из походов на Грецию. События четвертого действия основаны на событиях 907 г., когда Олег, оставив Игоря в Киеве, пошел к Царьграду. Греки затворили город, и у Олега осталась лишь возможность разорять его окрестности. Однако Олег повелел поставить корабли, на которых пришло его войско, на колеса. Увидев движущиеся на город корабли, греки согласились дать дань. Греческие цари, Леон и Александр, начали мирные переговоры, завершившиеся выгодным для русских торговцев договором [4, с. 220–222].

В пятом действии императрица изображает разговор Олега с императором Леоном. Как она заявляет в предуведомлении, здесь *«нимало не отступлено отъ истории»*, так как *«Олегъ дѣйствительно имѣлъ свиданіе с Восточнымъ императоромъ Леономъ»* [2, с. 343]. Завершится пьеса также *«согласно съ исторією тѣмъ, что Олегъ щитъ Игоревъ укрепляетъ на Ипподромѣ»* [2, с. 343]. Однако в этом же действии Екатерина II включает отрывки из произведений Ломоносова, которые исполняет хор [2, с. 383–387]. Это никак не может быть историчным, однако позволяет ей выразить отношение к персонажу, а также сделать события IX века приближенными к современности, показать, что правители XVIII века являются достойными наследниками славы прежних правителей.

И.В. Полозова замечает, что императрица не случайно берет за основу произведения поход 907 г. [5]. По ее мнению, повествование о походе на столицу Византии призвано напомнить о правах России на проливы, за которые

Россия боролась в русско-турецких войнах 1768–1774 гг. и 1787–1791 гг. Кроме того, обращение к успешному походу позволяло транслировать идею *«мощи русского воинства, совершающего свои подвиги под руководством монарха»* и идею *«укрепления авторитета царской власти»* [5, с. 13].

Выводы. Стремясь создать величественный образ мудрого и талантливоего правителя, императрица «сглаживает» летописный образ древнерусского князя: Олегу в ее пьесе не присущи ни коварство, ни жестокость. Кроме того, она «позволяет» персонажам совершать больше действий, чем упомянуто в «Повести временных лет», либо обращаясь к другим источникам, либо к прибегая к вымыслу. Чтобы сделать пьесу звучащей более актуально, императрица использует цитаты из известных ее современникам произведений. И, наконец, стоит отметить, что Екатерина II изменяет хронологию летописных событий: самое раннее из показанных на сцене событий в летописи датировано 879 г., а самое позднее – 907-м, в то время как в пьесе между этими событиями проходит меньше времени. Все эти изменения позволяют привлечь внимание к главному герою пьесы и представить его более достойным власти в сравнении с Оскольдом. Создавая такой образ Олега, императрица выражает свои представления о том, каким же должен быть идеальный правитель, и стремится воспитать похожие представления у читателей и зрителей пьесы.

Библиографический список

1. Екатерина II. Записки касательно российской истории. Ч. 1. СПб., Императорская Типография, 1787. URL: https://rusneb.ru/catalog/004735_000094_RuPRLIB12036880/ (дата обращения: 14.04.2025).
2. Екатерина II. Начальное управление князя Олега. Подражание Шакспиру, безъ сохранения театральныхъ обыкновенныхъ правилъ // Полное собрание сочинений русскихъ авторов. Сочинения императрицы Екатерины. Т. 1. Издание Алексея Смирдина, 1849. С. 299–337. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_003825902_91220/ (дата обращения: 14.04.2025).
3. Моисеева Г. Н. Древнерусские литературные памятники в исторических драмах Екатерины II // ТОДРЛ. Т. 28. Л., 1974. С. 289–295.
4. Повесть временных лет / подгот. текста Д. С. Лихачева; пер. Д. С. Лихачева и Б. А. Романова ; под ред. чл.-кор. АН СССР В. П. Адриановой-Перетц. М. ; Л. : Изд-во Акад. наук СССР, 1950. Ч. 1: Текст и перевод. Ч. 1. 1950. 404 с.
5. Полозова И. В. Отечественный музыкальный театр XVIII в.: авторская стратегия и коллективное творчество (на примере «исторического представления» «Начальное управление Олега») // Вестник СГК. 2022. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otechestvennyy-muzykalnyy-teatr-xviii-v-avtorskaya-strategiya-i-kollektivnoe-tvorchestvo-na-primere-istoricheskogo-predstavleniya> (дата обращения: 14.04.2025).

6. Стенник Ю. В., Кочеткова Н. Д. Литературно-общественное движение 1780–1790-х годов // История русской литературы : в 4 т. / АН СССР. Ин-т рус. лит. (Пушкин. Дом). Т. 1. Древнерусская литература. Литература XVIII века. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. С. 673–706.

7. Стенник Ю. В. Жанр трагедии в русской литературе: эпоха классицизма. Л. : Наука. Ленинградское отделение, 1981. 168 с.

Мультимодальная аргументация в американских общественно-политических телепередачах

Войтов Денис Евгеньевич, аспирант,
направление подготовки «Языки народов зарубежных стран (германские языки)»,
Вятский государственный университет
Бухаров Валерий Михайлович, д-р филол. наук, профессор,
заведующий кафедрой романо-германской филологии,
Нижегородский государственный лингвистический университет
им. Н. А. Добролюбова

Аннотация. В статье рассматривается малоизученная проблема мультимодальной аргументации в телевизионном дискурсе на примере американских общественно-политических телепередач. Цель исследования – установить значение мультимодальной аргументации в американском общественно-политическом теледискурсе. Для выполнения цели необходимо систематизировать концепцию мультимодальной аргументации, а также проанализировать особенности мультимодальной аргументации в общественно-политических ток-шоу на американском телевидении. Авторы статьи исследуют концепцию мультимодальной аргументации, представляя её как убеждение аудитории через сочетание вербальных, невербальных и визуальных средств коммуникации. Анализируются теоретические подходы Йенса Кьельсена, Эсимакиса Церониса и других учёных. Особое внимание уделяется практическому применению мультимодальной аргументации в таких программах, как "Inside with Jen Psaki" (MSNBC) и "Face the Nation" (CBS News). Исследование показывает, что наиболее эффективными средствами являются мультимодальные метафоры, антитезы и аллегории.

Ключевые слова: мультимодальная аргументация, теледискурс, телетекст, мультимодальная риторика, мультимодальный анализ.

Введение. Мировые события последних лет и их освещение в медиапространстве повлияли на развитие лингвистики текста, в том числе такого направления, как мультимодальная лингвистика. Несмотря на перспективность мультимодальной лингвистики, существующие знания в данной области ещё не сформированы в фундаментальную лингвистическую теорию. Немаловажным аспектом является и малоизученность влияния мультимодальной аргументации на восприятие информации аудитории через телевидение, которое несмотря на падающую популярность, сохраняет своё значение как канал получения информации.

Объектом данного исследования является концепция мультимодальной аргументации и включает в себя её определение и систематическое описание основных положений данной концепции. Под мультимодальной аргументацией понимается убеждение слушателей в приемлемости аргументов путём воздей-

ствия на них комплексом вербальных, невербальных и визуальных средств коммуникаций. Первые исследования в области мультимодальной аргументации стали появляться в середине 2010-х годов. Наибольшую роль в изучении мультимодальной аргументации сыграл датский филолог Йенс Кьельдсен [2, 3, 4]. Несмотря на то, что в его работах по мультимодальной аргументации представлены разные предметы исследований, однако можно выделить некоторые теоретические положения концепции мультимодальной аргументации. Более теоретический характер носят работы Эсимакиса Церониса, в которых раскрываются мультимодальные средства выразительности и их особенности применения [5, 6, 7]. Для формирования теоретической базы исследования использовались научные статьи Чарльза Форсвилля, Энтони Блэра, Андреа Роччи, Кьяры Поллароли, Жером Жакеном и др.

Предметом исследования являются общественно-политические телепередачи, выходящие на американских телеканалах. Выбор данного предмета исследования обусловлен тем, что, несмотря на наличие наработок в области мультимодальной аргументации, исследователями рассматриваются визуальные средства коммуникации и их сочетание с вербальными средствами. Основным предметом исследований в области мультимодальной аргументации являются печатные издания, а также рекламная информация. Однако в научном обороте нет работ, рассматривающих мультимодальную аргументацию в телетексте. Несмотря на растущую популярность Интернет-платформ, 64% опрошенных американцев получают новостную информацию через телевидение, из них 31% получают информацию из новостных передач на постоянной основе [1]. В качестве примеров в исследовании рассматриваются фрагменты таких телепередач как “Inside with Jen Psaki” (MSNBC), “This Week with George Stephanopolus” (ABC News), “Face the Nation” (CBS News) и “Nightly News with Lester Holt” (NBC), тема информационных сообщений – дискуссия о тарифной политике США президента Д. Трампа.

Целью данного исследования является установление значения мультимодальной аргументации в американском теледискурсе. Для выполнения цели по-

ставлены следующие задачи. Во-первых, систематизировать концепцию мультимодальной аргументации. Во-вторых, проанализировать особенности мультимодальной аргументации в общественно-политических ток-шоу на американском телевидении.

Методы исследования. Методологическая база данного исследования представлена такими методами научного исследования, как наблюдение (изучение видеозаписей телепередач с целью обнаружения вербальных, невербальных и визуальных средств коммуникаций со стороны телеведущих), статистический метод, (подсчёт количества применяемых средств мультимодальной аргументации) и контент-анализ.

Результаты исследований, их обсуждение. Основным продуктом мультимодальной аргументации является мультимодальный документ (multimodal document), носитель информации, в котором доказывание происходит через вербальные и невербальные средства коммуникации. В общественно-политических телепередачах мультимодальным документом можно считать телевизионные сюжеты, в которых ведущий выносит тезис и приводит аргументы вербальными и невербальными средствами. Текст ведущего является вербальным средством мультимодальной аргументации, на его формирование влияет множество факторов. Невербальные средства передаются с помощью мимики и жестов как телеведущих, так и приглашённых экспертов.

Визуальные средства включают в себя использование визуальной информации (текст, фотографии, изображения, видео), а также характеристик данной информации – например, применение подходящих шрифтов и цветов текста. Роль визуальных средств заключается в демонстрации аргументов и/или усилении выразительности демонстрируемых аргументов. В качестве примера можно привести результаты торгов на торговых биржах США – с одной стороны зрителям предоставляются цифровые данные, с другой стороны значимость данных усиливается дополнительными визуальными средствами (например, графиком падения рынка после роста или фотографией шокированного инвестора) с целью убедить зрителей в негативном значении информации [см. Рис. 1–2].

Сочетание данных средств образует средство мультимодальной аргументации. К таким средствам можно отнести мультимодальные метафоры, гиперболы, антитезы, аллегории, смешанные мультимодальные тропы и другие средства. Данные термины не являются новыми в научном обороте, однако принципиальным в теледискурсе является использование всех трёх модусов, в противном случае снижается воздействие средств коммуникации на целевую аудиторию.

В общественно-политическом теледискурсе наиболее используемым средством является мультимодальные метафорические цепочки (средство выразительности, в котором одна метафора содержит предпосылку к другой метафоре), антитезы и аллегории. Пример использования мультимодальной метафоры содержится в Рисунке 3 [см. Рис. 3] и Таблице 1 [см. Таблица 1].

Выводы. В результате проведённого исследования установлено, что мультимодальная аргументация представляет собой коммуникативную систему, имеющей свою цель и задачи, а также методы их достижения путём применения и сочетания визуальных, вербальных и невербальных средств коммуникации. Для общественно-политических телепередач на американском телевидении характерно широкое применение мультимодальных средств аргументации, которое задействует все модусы передачи информации. Научная новизна данного исследования заключается в введении в научный оборот знаний по специфике мультимодальной риторике в телевизионном дискурсе США. Практическая значимость исследования состоит в том, что работа вносит вклад в развитие мультимодальной лингвистики, обогащая теоретическую базу знаний о взаимодействии различных модальностей в процессе аргументации.

Таким образом, данное исследование открывает новые горизонты для понимания особенностей мультимодальной аргументации в телевизионном дискурсе и задает направление для дальнейших научных изысканий.



Рис. 1. Кадр из передачи “Nightly News with Lester Holt” (NBC)



Рис. 2. Кадр из передачи “Face the Nation” (CBS News)



Рис. 3. Кадр из передачи «Inside with Jen Psaki” (MSNBC)

**Пример мультимодальной метафоры
(на примере фрагмента телепередачи «Inside with Jen Psaki»)**

Визуальные средства	Вербальные средства	Невербальные средства
На заднем плане – изображение-мем «This is fine» (используется в ироничном значении, когда пытаются внешним спокойствием скрыть неприятности)	Donald Trump is doing his very best to play it cool right now. He wants to believe, he wants all of us to believe that he has everything under control , even things are very much out of control . His behavior kind of reminds me a bit of arsonist, who's pretending there is no fire , when he is a guy, who threw the match and lit the actual fire	“... has everything under control ...” – движение кисти телеведущей к себе “...even things are very much out of control ...” – движение кисти телеведущей от себя “His behavior kind of reminds me...” – разведение рук телеведущей и удар ладонями по столу.

Библиографический список

1. Forceville C. Non-verbal and multimodal metaphor in a cognitivist framework: agendas for research // *Cognitive Linguistics: Current Applications and Future Perspectives* / eds. G. Kristiansen, M. Achard, R. Dirven, F. J. Ruiz de Mendoza Ibanez. Berlin : Mouton de Gruyter, 2006. P. 379–402.
2. Kjeldsen J. E. Visual rhetorical argumentation // *Semiotica*. 2018. No. 220. P. 69–94.
3. Kjeldsen J. E. The rhetoric of sound, the sound of arguments three propositions, three questions, and an afterthought for the study of sonic and multimodal argumentation // *Argumentation And Advocacy*. 2018. No. 54. P. 364–371.
4. Kjeldsen J. E., Gelang M. Nonverbal communication as argumentation: the case of political television debates // *Argumentation And Advocacy*. 2023. No. 59. P. 1–20.
5. Tseronis A. From visual rhetoric to multimodal argumentation: exploring the rhetorical and argumentative relevance of multimodal figures on the covers of the Economist // *Visual Communication*. 2021. No. 20. P. 374–396.
6. Tseronis A., Forceville Ch. *Argumentation and rhetoric in visual and multimodal communication*. Philadelphia : John Benjamins Publishing Company, 2017. P. 1–24.
7. Tseronis A. Multimodal argumentation: Beyond the verbal/visual divide // *Semiotica*. 2018. No. 220. P. 41–67.

Трансформация любительской фотографии в современной медиакультуре

Гмызина Эльвира Викторовна, канд. культурологии, доцент,
доцент кафедры культурологии, социологии и философии,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье анализируются процессы трансформации любительской фотографии в контексте цифровой революции и развития новых практик производства и потребления фотоизображений. На примере перехода от аналоговой к цифровой фотографии демонстрируются социально-культурные изменения, связанные со способами восприятия мира, организации памяти и структурирования опыта человеком. Любительская фотография представлена как инструмент самопрезентации личности, формирования идентичности в виртуальной среде, в том числе связанный с образом творчества. В статье рассмотрены некоторые практики публикации фотографий в социальных сетях, выявлены их социокультурные смыслы. Изучение любительской фотографии опирается на теорию медиальности, конструктивистскую методологию, принципы сравнительного анализа. Выводы, сделанные в статье, представляют интерес для уточнения роли любительской фотографии в современной медиакультуре.

Ключевые слова: любительская фотография, изображение, образ, цифровизация, виртуальная идентичность, медиакultura.

Введение. Любительская фотография является неотъемлемой частью современной медиакультуры. В результате цифровой революции, она трансформировалась, приобрела новые функции и активно участвует в конструировании социально-культурной реальности. Сегодня 5,24 миллиарда человек пользуются социальными сетями, по меньшей мере, половина из них создают авторские профили с фотографиями. Фотографический контент заполняет социальные сети. Каждый пользователь может создавать свое информационное поле с помощью изображений, транслировать свое видение происходящего. Без фотографий невозможно представить повседневную жизнь современного человека. Это подтверждает концепцию визуального поворота, растущую значимость фотографии как инструмента конструирования реальности, влияния на людей и формирования новой эстетики.

Объектом изучения является современная любительская фотография как часть медиакультуры.

Предмет исследования – трансформации, которым подвергается любительская фотография в результате цифровизации, развития новых практик производства и потребления фотоизображений.

Цель и задачи исследования – провести анализ трансформаций, которым подверглась любительская фотография в результате цифровой революции, выявить её роль в самопрезентации личности в виртуальной среде, в конструировании медиареальности.

Методы исследования: исследование выполнено на основе теории медиальности, с учетом культурно-исторического, сравнительного, конструктивистского подходов.

Результаты исследований, их обсуждение. В начале XXI века происходят значительные изменения в производстве и потреблении фотоизображений. Ключевую роль в этом процессе сыграла цифровизация, дающая возможность любому пользователю цифрового устройства делать бесчисленное количество снимков. Если раньше фотография применялась только для фиксации значимых событий, то сегодня она стала средством массового самовыражения и самопрезентации. Как замечает Вилем Флюссер, «почти каждый сегодня обладает фотоаппаратом и фотографирует» [4, с.66].

Долгие годы главной функцией любительской фотографии была фиксация особых моментов в жизни человека, таких как рождение ребенка, выпускной, свадьба, похороны, а также демонстрация единения семьи в периоды праздников и отпусков. Многочисленные снимки такого рода можно увидеть в фотоальбомах практически любой советской семьи [1].

Цифровая революция, которая пришлась на нулевые годы, вызвала качественные изменения в использовании фотографии. Переход к «цифре» произошел стремительно и был обусловлен очевидными преимуществами цифровой камеры: простотой использования, мобильностью, возможностью сразу оценить результат и при необходимости переснять неудачный кадр. Как только какое-то техническое новшество приобретает массовый характер, его дифференцирующая функция ослабляется. Производство цифровых фотографий ставится на поток и как следствие обесценивается уникальность запечатленного момента.

Окончательную победу цифровой технологии над аналоговой обусловило появление сравнительно дешевой (ниже символической цены в 100 долла-

ров) фотокамеры EOS 300D, выпущенной японской корпорацией Canon в 2003 г. Переход на подобные полупрофессиональные камеры расширил технические возможности для создания качественных изображений фотографами-любителями. Они стали особенно востребованы теми, кто увлекался фотографией и стремился усовершенствовать свои навыки.

В начале XXI века мобильный телефон приобрел новые функции, включая возможность делать фотографии с помощью встроенной камеры. В зависимости от цены и технических параметров качество фотоснимков менялось, но рядовых пользователей оно устраивало. Увеличению потока любительских фотоизображений способствовали широкополосный доступ в интернет и набирающие популярность социальные сети.

Фотография стала фиксировать жизнь во всем её многообразии, при помощи доступного мобильного интернета фотографы в своих профилях начали делиться полученными снимками сразу со всем миром. Следствием этого «становится постоянный поток бессознательно созданных картинок» [4, с. 68]. Пользователи могли с иронией относиться к фотографическим изображениям еды, отчетам о путешествиях, сессиям моделей-любителей, но это контент активно потреблялся массовой аудиторией. Под его влиянием стали меняться некоторые культурные практики: маршруты путешествий планируются так, чтобы обеспечить эффектный визуальный ряд, переход от одного живописного вида к другому. Публичные мероприятия сопровождаются созданием специально оборудованных площадок – зон для фотосъемки. Само существование какого-либо явления или события подтверждает «цифровой след», представленный в виде фотоизображений.

В социальные сети стекаются миллионы снимков, производимых разными людьми, в разных уголках мира. «Если проецировать все загружаемые в Интернет фотографии на некую ленту, то мы получим непрерывный репортаж из жизни всего мира» [2, с. 154]. Возможность запечатлевать моменты жизни в любом месте и в любое время позволила фотографическому взгляду доминировать, мир в целом стал восприниматься как совокупность потенциальных фотографий.

Было бы упрощением считать, что на рост производства и потребления любительских фотографий влияет только доступность цифровых технологий. В эпоху, когда большинство жизненных практик визуализируется, потребность в ежедневном документировании событий обусловлена тем, что фотография дает иллюзию погружения во временной поток. Она обеспечивает привязку к реальности, позволяет автору снимка не только сохранить памятный опыт, но и убедить себя в том, что жизнь состоит из по-настоящему значимых событий, заслуживающих внимания.

Социальные медиа открывают фотографам-любителям широкие возможности для самопрезентации. Развернутые личные профили участников социальных сетей при помощи фотографий воспроизводят калейдоскоп частной жизни. При этом каждый пользователь может «перепостить» понравившуюся запись и тем самым внести лепту в потребление образов и «творческую» самопрезентацию. В пространстве социальных сетей фотография выступает инструментом выстраивания «виртуальной идентичности». Все чаще наряду с обычными фотопортретами профили пользователей заполняются селфи. «В результате происходит инверсия значимости: если традиционная фотография увековечивала значимое событие («я на море»), то селфи значимо само по себе («я существую»). Здесь первостепенно не место, где делается селфи, а сам факт делания». [3, с. 134]. Благодаря доступности фотографии общество порождает у человека потребность «быть увиденным», опыт индивидуального существования становится достоянием публики.

В теории консьюмеризма логика потребления строится скорее на знаковой, чем на потребительской стоимости товаров. Распространение пользовательских фотографий в социальных сетях также имеет знаковый смысл. Желание продемонстрировать «исключительность» вкуса и потребляемого образа жизни стремились обзавестись профессиональными «многопиксельными» камерами, что привело к постепенному стиранию граней между профессионалами и любителями. Единственным исключением, где профессионалы задавали тон, оставалась сфера рекламы, но и она поставляла потребителям профессионально сделанные образы престижности.

Однако у начинающих фотографов нередко были ограничены условия, опыт и технические возможности. В области любительской фотографии это вылилось в череду технически несовершенных китчевых изображений с нарочито подчеркнутыми деталями повседневности. За десятилетие пространство интернета наполнилось таким количеством однотипных снимков, изображающих людей на фоне домашних интерьеров, что это стало вызывать критику наиболее продвинутых фотолюбителей и желание дистанцироваться от эффектов имитации массовой культуры. Это потребовало отказа от практики большинства: «нужны другие объекты, другая эстетика, другие способы фотографирования» [2, с. 155].

В какой-то момент это породило моду на возвращение к технологии аналоговой, пленочной фотографии, однако новичку получить качественные снимки оказалось непросто. Выдавать некачественную пленочную фотографию за «художественное видение» не получается. На помощь пришла технология ломографии, основанная на идеологии «несовершенного изображения». Со временем превратившись в одну из функций обработки цифровых фотографий, она открыла возможность «креативности для обычных людей». Несмотря на простоту использования: для того, чтобы создать эффект «состаренного» снимка достаточно нажать кнопку, ломография требует определенного вкуса, способности увидеть в объекте потенциал для подобной стилизации. Однако культурная компетенция есть далеко не у всех любителей, социальные сети наводняются однотипными «состаренными» снимками стекол с каплями дождя, одиноких деревьев, многоэтажек в спальном районе и т. п. Ломография становится симулякром аналоговой фотографии.

Еще больший простор для креативности фотографов-любителей открывают нейросети. В широком доступе находятся десятки сервисов, позволяющих повысить качество фотоизображений, убрать ненужные объекты или «дополнить» недостающие. Функция генерации изображений позволяет видоизменять исходный образ до неузнаваемости, преобразуя фон и стиль. Например, чат-бот Kandinsky помогает выбрать референсы для будущей съемки: придумать тема-

тику, позы, наряды для модели. Это ставит под сомнение документальную ценность фотографии, сохранность личной информации. Все эти явления требуют дальнейшего всестороннего осмысления.

Выводы. Трансформации, происходящие в современной любительской фотографии, связаны с развитием цифровых технологий и их влиянием на культурные практики. На наших глазах формируется новый визуальный язык социальных медиа, в котором фотография является незаменимым инструментом конструирования реальности, самоидентификации личности и реализации потребности в творчестве.

Библиографический список

1. Бойцова О. Ю. Любительские фото: визуальная культура повседневности. СПб. : Изд-во ЕУСПб, 2013. 265 с.
2. Ерофеева М. А., Федоров А. А. Производство и потребление изображений в цифровую эпоху // Лабиринт. Журнал социально-гуманитарных исследований. 2014. № 2. С. 147–157.
3. Тихонов О. В. Виртуальная идентичность: аспект визуальной самопрезентации индивида в пространстве социальных сетей // Вестник экономики, права и социологии. 2022. № 3. С. 133–135.
4. Флюссер В. За философию фотографии. М. : Ад Маргинем Пресс, 2014. 146 с.

Способность к принятию осознанных решений студентами: результаты апробации обучающей технологии

Горбушина Анастасия Владимировна, канд. психол. наук,
доцент кафедры психологии,
Вятский государственный университет
Черных Полина Алексеевна, студент,
направление подготовки «Психология»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Способность принимать осознанные решения способствует формированию психологической зрелости личности. Дефицит психологических инструментов развития способности принятия осознанных решений диктует необходимость разработки новых способов формирования способности к принятию осознанных решений у студентов. На основе методологии системогенетического подхода и психологической структуры принятия решения А. В. Карпова в рамках реализации стратегического проекта «Гармоничная личность» программы Приоритет 2030 на базе ВятГУ была разработана обучающая игровая технология, направленная на выстраивание в сознании студентов архитектуры принятия решения. В статье приведены результаты апробации обучающей игровой психотехнологии. Цель статьи – доказать эффективность обучающей технологии в осознанном выстраивании системы принятия решений за счет осознания компонентов принятия решения, выстраивания связей между ними, согласовании функционирования системы в соответствии с целью. Основными методами исследования выступили метод моделирования и формирующий эксперимент. Главным результатом апробации игровой технологии стали статистически значимые позитивные сдвиги параметров принятия решений у студентов: бдительности, планирования, моделирования, программирования, общего уровня саморегуляции, что доказывает эффективность разработанной технологии и возможность ее практического применения. Обучающая игровая технология принятия осознанных решений может быть полезна сотрудникам психологических служб университетов как действенный способ развития осознанности решений у студентов.

Ключевые слова: принятие решений, способность к осознанному принятию решений, обучающая технология, студенты, апробация.

Введение. Формирование гармоничной личности сопряжено с развитием способности к принятию осознанных решений. Осознанность является критерием личностной зрелости [7, 12], связана с жизнестойкостью, оптимизмом, благополучием личности [14], а также признается доминантным мотивом обучения в университете [11]. Принятие осознанных решений значимо, поскольку позволяет лучше контролировать учебный процесс, обеспечивает более качественное усвоение материала, дает возможность обосновывать свои действия и помогает в планировании будущей карьеры и траектории развития [2]. Осознанное принятие решений может считаться одним из критериев сбалансированного взаимодействия со окружающей средой, при котором субъект демонстрирует наиболее адекватное, целесообразное поведение, «гибкое, осознанное

изменение собственного взаимодействия с окружающим миром» [4, с. 8], достигает закономерного успеха и переживает ценность и осмысленность жизни. В то же время осознанное принятие решений находится за рамками образовательного процесса в университете.

Фундаментальные исследования процесса принятия решений А. В. Карповым позволили описать структуру, функционирование, стилевые особенности и закономерности генезиса процесса принятия решений [9]. Согласно теории принятия решений А. В. Карпова, процесс принятия решений представляет собой сложную структуру, где каждый этап логически связан с предыдущим и последующим, образуя замкнутый цикл, обозначаемый как «решенческое кольцо» [8]. Однако фундаментальные разработки не нашли применения в практике. Общеизвестные методы принятия решения (метод шести шляп Э. Де Боно [1], метод квадрата Декарта [5], метод «за и против» [6], метод «case-study» [17] и др.) не всегда позволяют раскрыть алгоритм принятия решения, осознать его индивидуальные особенности и стадии протекания процесса, а следовательно, принятые решения во многом остаются интуитивными и имплицитными для субъекта.

Таким образом, актуальность исследования заключается в необходимости создания практических инструментов, которые бы позволили на практике применить наработки фундаментальных теоретических исследований в области принятия решений и способствовали бы повышению осознанности принятия решений у студентов.

В данной статье под осознанным принятием решения понимается обоснованный субъектом на сознательном уровне выбор конкретной альтернативы решения проблемы, с учетом личностных диспозиций (на основе личностных качеств, мотивов, убеждений, ценностей) и анализа условий сложившейся ситуации с последующим моделированием развития ситуации, планированием выхода из проблемы, прогнозированием последствий для субъекта и окружающих, гибким самостоятельным поведением и оцениванием результатов собственных действий в данной ситуации.

В основе разработанной обучающей технологии – игры «Осознанное принятие решений» – заложены этапы процесса принятия решений, описанные в теории А. В. Карпова [9], а также механизм самообучения, который включает восприятие результата, сравнение его с идеальной целью, обратную связь, интерпретацию полученной информации, определение и реализацию корректирующих действий, их оценку и закрепление эффективных методов в памяти. Игра может проводиться как в индивидуальном, так и в групповом формате. В ходе игры студентам предлагается случайным образом выбрать себе героя с описанным сценарием поведения, а также карточку–кейс с описанием ситуации, в которую может попасть герой. Участникам предлагается обсудить действия героя в данной ситуации и принять оптимальное решение в данных обстоятельствах. После чего участники рассказывают о своих решениях в аудитории. Ведущий предлагает пошаговый анализ каждого из решений в диалоге с участниками по следующему алгоритму, задавая вопросы:

1. Какой наш герой? Какими личностными качествами он обладает? Какие ресурсы у него есть? Какие ограничения?
2. Какие мотивы и цели обучения могут быть у этого героя–студента?
3. В какую ситуацию попал наш герой? Какие последствия может иметь для нашего героя эта ситуация? Какие условия нужно учитывать, чтоб выйти из этой ситуации?
4. Какие варианты действий есть у нашего героя? Что он может сделать, чтоб выйти из этой ситуации?
5. Какие последствия может иметь каждое из этих решений для героя?
6. Что нужно сделать, чтоб каждое из решений воплотить в жизнь?

После обсуждения каждой из предложенных альтернатив участники голосуют за оптимальный вариант решения для данной ситуации. По количеству голосов определяется победитель. Игра может длиться несколько раундов. По окончании игры проводится рефлексивный анализ, где участники осознают, что благодаря вопросам смогли во время игры тренировать процесс принятия решения. Ведущий демонстрирует алгоритм, поясняет шаги принятия решения и

связывает их в систему. С помощью наводящих вопросов участники могут понять для себя, какие компоненты системы принятия решений у них уже сформированы, осознать отсутствующие компоненты, наладить связи между компонентами и попробовать согласовать их с условиями ситуации.

Целью исследования стала апробация игровой обучающей технологии как способа развития способности к принятию осознанных решений у студентов. Для реализации цели были поставлены следующие задачи: организовать и провести формирующий эксперимент по развитию способности к принятию осознанных решений с помощью разработанной игровой обучающей технологии; проанализировать и проинтерпретировать результаты экспериментального исследования; сделать выводы об эффективности и возможности применения игры «Осознанное принятие решений».

Методы исследования. Теоретической основой исследования выступила концепция принятия решений А.В. Карпова [8, 9]. Основным методом апробации обучающей технологии является эксперимент. На констатирующем этапе экспериментального исследования была проведена диагностика исходного состояния способности к принятию решений с помощью психодиагностических опросников Мельбурнский опросник принятия решений в адаптации Т. В. Корниловой [10], опросник внимательности и осознанности (MAAS) К. Brown, R. Ryan в адаптации А. М. Голубева [3], «Стиль саморегуляции поведения» В. И. Моросановой [13].

Выборку исследования на констатирующем этапе составили 80 студентов 1 и 2 курсов юридического, политехнического, педагогического институтов, а также института экономики и менеджмента ВятГУ в возрасте от 17 до 22 лет, из них 17 юношей и 63 девушки. Для участия в формирующем эксперименте из них были сформированы эквивалентные по показателям контрольная и экспериментальная группы, каждая численностью по 30 человек, имеющих низкий и средний уровень показателей принятия решений, саморегуляции и осознанности [16].

Анализ результатов экспериментального исследования. Экспериментальная группа подвергалась воздействию, т. е. принимала участие в игре «Осо-

знанное принятие решений». Проведение игры было организовано в группах по 15 человек, на базе университета как одно из мероприятий Психологической службы ВятГУ. Для мотивации и поддержания активности студенты получали небольшие сладкие подарки. По окончании игры спустя несколько дней респонденты контрольной и экспериментальной групп прошли процедуру повторного тестирования. После чего был сделан анализ сдвигов по критерию Т-Вилкоксона [15]. Результаты произошедших изменений в контрольной и экспериментальной группах представлены в таблице.

Таблица

**Сдвиги показателей способности к принятию решений
в контрольной и экспериментальной группах**

Показатели	Контрольная группа (n=30)		Экспериментальная группа (n=30)	
	Средний ранг	Уровень значимости	Средний ранг	Уровень значимости
Мельбурнский опросник принятия решений в адаптации Т. В. Корниловой				
Бдительность	-4 +3	0,739	-10,21 +13,05	0,045
Избегание	-5,33 +3	0,725	-13,05 +10,21	0,896
Прокрастинация	-2,5 +4,25	0,046	-13,05 +13,83	0,415
Сверхбдительность	-9 +4,5	0,083	-15,95 +11,03	0,617
Опросник внимательности и осознанности (MAAS) К. Brown, R. Ryan в адаптации А. М. Голубева				
Внимательность и осознанность	-3,75 +5,25	0,674	-12,35 +12,68	0,764
«Стиль саморегуляции поведения» В. И. Моросановой				
Планирование	-6 +6	0,763	-10,63 +15,23	0,011
Моделирование	-9,21 +6,94	0,788	-9,5 +15,02	0,001
Программирование	-8 +8	0,439	-9,08 +11,11	0,048
Оценка результатов	-5,5 +5,5	1,000	-11,86 +12,76	0,052
Гибкость	-4 +4	0,249	-10,50 +11,97	0,083
Самостоятельность	-4,5 +4,5	1,000	-10,50 +11,20	0,067
Общий уровень саморегуляции	-12,6 +12,3	0,249	-9,35 +12,68	0,018

На основании анализа данных таблицы можно заключить, что в экспериментальной группе в результате участия в игре «Осознанное принятие решений» произошел ряд статистически значимых изменений. Так у участников произошел значимый положительный сдвиг в показателе бдительности ($p=0,045$). Бдительность или внимательная настороженность при принятии решений является продуктивной стратегией принятия решений, адаптивным подходом к решению проблемных ситуаций. Значимые сдвиги в положительную сторону были обнаружены в показателях саморегуляции по шкалам «планирование» ($p=0,011$), «моделирование» ($p=0,001$), «программирование» ($p=0,048$), «общий уровень развития саморегуляции» ($p=0,018$). Данные изменения представляются закономерными, поскольку в игре «Осознанное принятие решений» ведущий с помощью вопросов способствует включению рефлексивного анализа ситуации, развернутому обсуждению и осознанию разных вариантов развития событий. Наиболее существенные изменения зафиксированы в способности к моделированию ($p=0,001$), что свидетельствует об улучшении у участников способности анализировать ситуацию и прогнозировать её развитие. Статистически значимые сдвиги в показателе планирования ($p=0,011$) указывают на развитие у студентов способности к целеполаганию и разработке стратегий достижения целей. Улучшение показателей программирования ($p=0,048$) отражает положительные сдвиги в организации собственных действий и построения последовательности шагов для решения поставленных задач. Статистически значимо выше стал и общий уровень развития саморегуляции ($p=0,018$), что подтверждает системность происходящих изменений и формирование целостного механизма саморегуляции. Можно предположить, что такая динамика обусловлена комплексным характером внедренной технологии, которая направлена на развитие осознанного контроля. В контрольной группе при повторной диагностике значимых сдвигов по показателям саморегуляции не произошло.

В контрольной группе при повторной диагностике произошел значимый сдвиг по показателю прокрастинации ($p=0,046$): у студентов, не подвергавшихся воздействию, увеличился уровень прокрастинации. Данный результат может

свидетельствовать о том, без целенаправленного воздействия происходит накопление факторов, способствующих откладыванию важных дел и снижению академической эффективности. Данный результат приобретает особую значимость при сравнении с показателями экспериментальной группы, где применялась обучающая технология.

Выводы. Таким образом, технология осознанного принятия решений продемонстрировала эффективность. В результате её применения были зафиксированы улучшения в показателях бдительности и саморегуляции как метакогнитивного навыка, включающего в себя самоанализ и самоконтроль, являющихся осознанными по своей сущности. Технология осознанного принятия решений способствует развитию навыка саморегуляции и улучшает качество принимаемых решений. Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения данной технологии в образовательный процесс, поскольку она демонстрирует комплексный положительный эффект. Однако неравномерный состав выборки по полу требует дополнительной проверки разрабатываемой технологии.

Библиографический список

1. Бабакова Т. А. Технология педагогического сопровождения самостоятельной учебной деятельности студентов по освоению креативной техники «шесть шляп мышления» (э. Де боно) // Образовательные технологии (г. Москва). 2020. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-pedagogicheskogo-soprovozhdeniya-samostoyatelnoy-uchebnoy-deyatelnosti-studentov-po-osvoeniyu-kreativnoy-tehniki-shest> (дата обращения: 20.04.2025).
2. Бурыкин Е. С. Соотношение рационального и интуитивного в рамках принятия оптимального управленческого решения // Вестник МФЮА. 2022. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sootnoshenie-ratsionalnogo-i-intuitivnogo-v-ramkah-prinyatiya-optimalnogo-upravlencheskogo-resheniya> (дата обращения: 20.04.2025).
3. Голубев А. М. Природа полноты сознания. Адаптация опросника внимательности и осознанности MAAS // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Психология. 2012. Т. 6. Вып. 2. С. 44–51.
4. Горбушина А. В. Достижение психологического благополучия и социального успеха личности: ключевые аспекты концепции // Концепт. 2022. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dostizhenie-psihologicheskogo-blagopoluchiya-i-sotsialnogo-uspeha-lichnosti-klyuchevye-aspekty-kontseptsii> (дата обращения: 20.04.2025).
5. Декарт Р. Правила для руководства ума / пер. В. И. Пиков. М.: Издательство Юрайт, 2025. 97 с.
6. Деревянко С. П. Методика тренинга эмоционального интеллекта как инструмента повышения психологического благополучия виктимной личности // Балканско научно обозрение. 2019. № 1 (3). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-treninga-emotsionalnogo-intellekta-kak-instrumenta-povysheniya-psihologicheskogo-blagopoluchiya-viktimnoy-lichnosti> (дата обращения: 20.04.2025).

7. Дерманова И. Б., Манукян В. Р. Личностная зрелость: к определению психологического содержания // Вестник Санкт-Петербургского университета. Социология. 2010. № 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lichnostnaya-zrelost-k-opredeleniyu-psihologicheskogo-soder-zhaniya> (дата обращения: 20.04.2025).
8. Карпов А. В. Психология принятия управленческих решений. М. : ЮРИСТЪ, 1998. 435 с.
9. Карпов А. В. Психология принятия решения. Ярославль : Ин-т психологии РАН ; Яросл. гос. ун-т, 2003. 240 с.
10. Корнилова Т. В. Мельбурнский опросник принятия решений: русскоязычная адаптация // Психологические исследования. 2013. Т. 6. № 31. URL: <https://psystudy.ru/index.php/num/article/view/671> (дата обращения: 20.04.2025).
11. Мальцев Д. В., Лазукова Е. А., Репецкий Д. С. Осознанный выбор профессии как доминантный мотив обучения в университете // ПНИО. 2022. № 6 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osoznannyy-vybor-professii-kak-dominantnyy-motiv-obucheniya-v-universitete> (дата обращения: 20.04.2025).
12. Манукян В. Р., Трошихина Е. Г. Современные психологические концепции благополучия и зрелости личности: области сходства и различий // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. 2016. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-psihologicheskie-kontseptsii-blagopoluchiya-i-zrelosti-lichnosti-oblasti-shodstva-i-razlichiy> (дата обращения: 20.04.2025).
13. Моросанова В. И. Индивидуальный стиль саморегуляции в произвольной активности человека // Психологический журнал. 1995. № 4. С. 26–35.
14. Пуговкина О. Д., Шильникова З. Н. Концепция mindfulness (осознанность): неспецифический фактор психологического благополучия // Современная зарубежная психология. 2014. Т. 3. № 2. URL: https://psyjournals.ru/journals/jmfp/archive/2014_n2/70100 (дата обращения: 20.04.2025).
15. Слепко Ю. Н., Ледовская Т. В. Анализ данных и интерпретация результатов психологического исследования. Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 2013. 136 с.
16. Черных П. А. Осознанное принятие решения как фактор повышения психологического благополучия студентов в университете : выпускная квалификационная работа. Киров, 2025. 107 с.
17. Ellet W. The case study handbook: How to read, discuss, and write persuasively about cases. Harvard Business Press, 2007.

О некоторых проблемах применения административных наказаний в отношении иностранных граждан и лиц без гражданства на территории Российской Федерации

Домрачев Дмитрий Гарриевич, канд. юрид. наук, доцент,
заведующий кафедрой конституционного,
административного права и правового обеспечения государственной службы,
Вятский государственный университет

Галдзицкая Юлия Павловна, аспирант,
направление подготовки «Публично-правовые (государственно-правовые) науки»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье отмечается, что за административные правонарушения, совершаемые иностранными гражданами на территории РФ иностранными гражданами и лицами без гражданства, к ним применяются меры отдельные виды административного наказания, которые имеют свою специфику. Отмечаются определенные проблемы применения данных административных наказаний, высказана авторская точка зрения об их решении.

Ключевые слова: иностранные граждане, лица без гражданства, административное правонарушение, административное наказание, административное выдворение, административный штраф, предупреждение.

Введение. В настоящее время в Российской Федерации проживает значительное количество иностранных граждан и лиц без гражданства (далее апатридов), которые не всегда ведут себя правомерно, допускают своими действиями совершение различного рода нарушений, что предусматривает наступление административную ответственность.

Иностранные граждане и апатриды, совершающие административные правонарушения на территории Российской Федерации, подлежат административной ответственности согласно первой части статьи 2.6 Кодекса об административных правонарушениях Российской Федерации (далее – КоАП РФ) [1]. В соответствии с третьей частью той же статьи, привлечение к административной ответственности указанной категории лиц осуществляется в соответствии с нормами Федерального закона от 15.08.1996 № 114-ФЗ «О порядке выезда из Российской Федерации и въезда в Российскую Федерацию» (далее – Федеральный закон № 114-ФЗ) и международного права [2].

В настоящее время действующий КоАП РФ закрепляет 59 составов административных правонарушений, посягающих на миграционно-правовые отношения и нарушающих миграционное законодательство РФ, которые содержатся в 20 статьях КоАП РФ (ст. 18.8 – 18.20, 19.15 – 19.18, 19.27).

Результаты и обсуждение. Представленные данные свидетельствуют о том, что в 2024 году было рассмотрено 209319 дел об административных правонарушениях по главе 18 КоАП РФ. Подвергнуто наказанию было 188667 иностранных граждан и лиц без гражданства, что составило 90% от рассмотренных дел. По сравнению с 2023 годом отмечается прирост рассмотренных дел в данной сфере, который составил 34,9%. Так же отмечается прирост и привлеченных к административной ответственности иностранных граждан и лиц без гражданства, который составил 41,1% [3].

Кроме того, иностранные граждане могут быть привлечены к административной ответственности и за иные административные правонарушения наравне с гражданами Российской Федерации и к ним могут применяться практически все обеспечительные меры, содержащиеся в главе 27 КоАП РФ.

За незначительные административные правонарушения, совершенные иностранными гражданами, к ним может быть применено в качестве меры такое административного наказания, как предупреждение, которое выражается в порицании юридического или физического лица и оформляется в письменном виде (ч. 1 ст. 3.4 КоАП РФ). Административное наказание в виде предупреждения предусмотрено в ч. 3 ст. 18.1, ст. 18.2, 18.3, ч. 1 ст. 18.4 КоАП РФ.

Кроме того, в правоприменительной практике складывается ситуация с переводом иностранным гражданам наказаний в форме «предупреждения». Поэтому предлагаем изменить название этого типа наказания на более точное, такое как «административное замечание» или «судебное замечание». Оно может быть использовано в качестве административного наказания только за административные правонарушения по неосторожности. Если вина была умышленной, то данное наказание следует отменить.

Вторая проблема связана с применением административного штрафа в отношении иностранных граждан и лиц без гражданства. Отличие данного вида наказания для иностранных граждан по нормам административного законодательства состоит в увеличении его размера (ст. 18.8, 18.10, 18.11 КоАП РФ). На 2025 год максимальный размер штрафа, налагаемый на иностранных граждан,

составил семь тысяч рублей, тогда как на граждан России за такие же правонарушения – до пяти тысяч рублей [4].

Для иностранных граждан и апатридов предлагается внести законодательные изменения утвердить законодательные меры, включающие следующие варианты применения административного штрафа:

- сделать ответственными за уплату штрафа органы страны гражданства нарушителя на основе межправительственных соглашений;
- переложить обязанность оплаты штрафа на сторону, которая пригласила лицо, совершившее правонарушение (физическое или юридическое лицо);
- применять альтернативные меры административной ответственности, например, общественно-полезные работы.

В то же время в 2024 года в КоАП РФ [5] были внесены поправки, позволяющие заменить административное выдворение на административный штраф в размере 40-50 тысяч рублей или 200 часов обязательных работ. Суды должны учитывать различные обстоятельства, указанные в законе, при принятии решения об административном выдворении или замене наказания. Эти обстоятельства включают в себя продолжительность проживания иностранного гражданина в РФ, его семейное положение, отношение к уплате налогов, наличие дохода и жилья, род деятельности, законопослушное поведение и другие факторы.

Внесение указанных поправок не решает проблемы применения в отношении иностранных граждан и апатридов административного выдворения в качестве административного наказания, так как суды оценивают обстоятельства дела по своему усмотрению, определяя достаточность доказательств для отмены административного выдворения или замены его штрафом или обязательными работами. Для устранения возникающих противоречий предложено внести изменения в законодательство, установив четкие основания для освобождения иностранных граждан от административного выдворения и применения штрафов или обязательных работ.

Целесообразно закрепить в ч.3.8 ст. 4.1 КоАП РФ следующие бесспорные основания для освобождения иностранных граждан от наказания в виде адми-

нистративного выдворения за пределы РФ и применения к нему штрафа или обязательных работ:

- наличие у иностранного гражданина семейных отношений с гражданами РФ (супруга, дети, один из родителей и т. п.) более 10 лет;
- наличие у иностранного гражданина разрешения на временное проживание, вида на жительство и прочее.

Для решения указанной проблемы предлагается принять так же ведомственную инструкцию миграционной службы, включающую четкие разъяснения порядка использования свободы усмотрения должностными лицами при принятии решения об административном выдворении. Основой такой инструкции должны стать обстоятельства и примеры из практики Конституционного суда и Верховного суда РФ по вопросам административного выдворения.

В числе проблемных вопросов при привлечении иностранных граждан к административной ответственности необходимо отметить несоразмерность наказания в виде административного выдворения за привлечение к административной ответственности более 1 раза (ст. 4.1 КоАП РФ). Кроме того, зачастую суды, устанавливая запрет на въезд в Россию, игнорируют тот факт, что у иностранного гражданина имеется семья, проживающая долгое время на территории России. И разлучение иностранного гражданина при административном выдворении нарушит семейные права. При привлечении к административной ответственности иностранцев не выясняются и не исследуются обстоятельства, смягчающие и отягчающие ответственность.

В большинстве несоразмерность административного наказания, за совершение административных правонарушений отмечается при привлечении к ответственности иностранных граждан за нарушение правил дорожного движения.

Анализ материалов судебной практики Верховного Суда РФ по пересмотру дел об административных наказаниях в отношении иностранных граждан, в части применения к ним административного выдворения за пределы Российской Федерации позволяет сделать вывод о неоднозначном подходе относительно принятия решения о назначении административного выдворения за пределы Российской

Федерации. В одних случаях, он принимает решение о замене административного выдворения штрафом, учитывая наличие семейных связей, что находит отражение в Постановлении от 7.06.2023 по делу № 5-2/2023, в других не принимает их во внимание, например [6], в Постановлении от 2.05.2023 по делу № 5-657/2023 [7].

Выводы. Для решения проблемы несоразмерности административного правонарушения, совершаемого иностранным гражданином на территории России и административным наказанием в виде административного выдворения, необходимо, закрепить в КоАП РФ специальную норму, где раскрывалось бы понятие категории правонарушений по степени тяжести, аналогичную ст. 15 Уголовного Кодекса Российской Федерации [8]. В качестве меры административного наказания за незначительные по степени тяжести правонарушения применять только штрафные санкции или обязательные работы.

Имеющиеся пробелы в правовом регулировании, коллизии, отсутствие унифицированного подхода при применении административного выдворения могут повлечь нарушения прав и свобод иностранных граждан и апатридов.

Для достижения баланса между общественными и частными интересами в процессе рассмотрения административных дел иностранных граждан и апатридов, необходимо использовать меру применять административное выдворения лишь в том случае, когда это является единственно необходимым условием с учетом всех установленных критериев, таких как характер и серьезность совершенного правонарушения, продолжительность нахождения в стране, и поведения лица в этот период, а также его семейного положения, длительности брака и других факторов. Компетентные органы должны учитывать обстоятельства каждого конкретного дела в соответствии с принципом индивидуализации ответственности за совершенные административные правонарушения. Именно такой комплексный подход сможет гарантировать справедливость и законность в процессе применения административного выдворения.

Библиографический список

1. Кодекс об административных нарушениях Российской Федерации (КоАП РФ) от 30.12.2001 № 195-ФЗ (в ред. от 12.06.2024 № 134-ФЗ) // Собрание законодательства РФ. 2024. № 25. Ст. 3398.

2. О правовом положении иностранных граждан в Российской Федерации : Федеральный закон от 25.07.2002 № 115-ФЗ (в ред. от 08.08.2024 № 253-ФЗ) // Собрание законодательства РФ. 2024. № 33 (Часть I). Ст. 4949.
3. Отчет о работе судов общей юрисдикции по рассмотрению дел об административных правонарушениях за 12 месяцев 2024 года. URL: <http://www.cdep.ru/index.php?id=79&item=5671> (дата обращения: 10.04.2025).
4. Официальный сайт МВД России. URL: <https://мвд.рф> (дата обращения: 10.04.2025).
5. О внесении изменений в Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях : Федеральный закон от 25.12.2023 № 649-ФЗ // Российская газета. 2023. 29 дек.
6. Постановление от 7.06.2023 по делу № 5-2/2023 // СудАкт: судебные и нормативные акты РФ. URL: <https://sudact.ru> (дата обращения: 10.04.2025).
7. Постановление от 2.05.2023 по делу № 5-657/2023 // СудАкт: судебные и нормативные акты РФ. URL: <https://sudact.ru> (дата обращения: 10.04.2025).
8. Уголовный кодекс Российской Федерации от 13.06.1996 № 63-ФЗ (в ред. от 28.02.2025 № 31-ФЗ) // Российская газета. 2025. 15 марта.

К вопросу о современных организационно-правовых механизмах регулирования миграционных процессов в Российской Федерации

Кирилловых Андрей Александрович, канд. юрид. наук, доцент, доцент кафедры конституционного, административного права и правового обеспечения государственной службы, Вятский государственный университет

Домрачев Дмитрий Гарриевич, канд. юрид. наук, доцент, заведующий кафедрой конституционного, административного права и правового обеспечения государственной службы, Вятский государственный университет

Аннотация. В статье исследована проблема совершенствования организационно-правовых механизмов обеспечения миграционной политики Российской Федерации, включая миграционную безопасность как элемент национальной безопасности государства.

Целью статьи является содержательное раскрытие организационно-правового механизма обеспечения миграционной безопасности и регулирования миграционных процессов с учетом реализуемой в данной сфере общественных отношений государственной политики, особенностей современных социально-экономических условий развития общества.

Для этого автором использованы формально-логический метод, метод системного анализа, которые помогают оценить имеющийся опыт регулирования отношений в сфере реализации миграционной политики государства, определить взаимосвязь ее основных направлений и используемых организационно-правовых достижений поставленных целей и задач.

Авторами обозначаются основные направления миграционных процессов, требующих правового регулирования; правовая основа миграционной политики, а также перспективы современных организационно-управленческих решений политического руководства по совершенствованию государственного управления в сфере миграции.

Ключевые слова: миграция, общество, политика, безопасность, государство, регион, законодательство, концепция.

Введение. Сегодня Российская Федерация столкнулась с серьезными вызовами, связанными с миграционными процессами, вызывающими соответствующие проблемы в развитии территорий страны. Как известно, регулирование миграционных процессов осуществляется в рамках реализуемой государством миграционной политики. Ее эффективность часто связывают с решением уже давно имеющихся проблем в сфере демографии, напрямую оказывающих негативное влияние на состояние рынка труда и развитие экономики государства. Усугубляет ситуацию постоянное сокращение в регионах экономически активного населения [1, с. 149]. Сложная демографическая ситуация, а также нехватка кадров в отраслевых секторах экономики субъектов РФ настоятельно требует от государства принятия необходимых организационных мер, способствующих реализации миграционной политики в части привлечения на территорию страны иностранной рабочей силы. В миграционной политике попутно

должна решаться проблема межнациональных отношений, поскольку эта сфера становится наиболее вероятным центром притяжения конфликтных настроений коренного населения.

Результаты и обсуждение. Сегодня уместно говорить о том, что регулирование миграционных процессов является частью политики национальной безопасности государства, в связи с чем возникает возможность рассматривать миграционную безопасность как составную часть понятия «безопасность». Речь идет в том числе о безопасности общностей, обществ и государств, затрагиваемых миграционными потоками, и безопасности людей, образующих эти потоки.

Миграционная безопасность связывается с поддержанием устойчивого правопорядка. По сути, речь идет о безопасности в сфере рационального распределения миграционных потоков, а также безопасности граждан Российской Федерации от потенциальных угроз нарушения правопорядка со стороны мигрантов.

Как институциональный элемент национальной безопасности РФ миграционная политика составляет важную сферу деятельности государства. Весьма значимым показателем национальной безопасности выступает состояние межнациональных отношений. Современная Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 02.07.2021 г. № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации») [2] в качестве одного из направлений достижения целей обеспечения государственной и общественной безопасности определяет реализацию государственной политики, направленной на решение задачи противодействия незаконной миграции, усиление контроля за миграционными потоками, социальную и культурную адаптацию и интеграцию мигрантов (пп. 16 п. 47). Попутно отметим, что усиление государственного контроля за пребыванием в России иностранцев вызвано различными факторами, в том числе отсутствием у приезжих должного уровня правосознания, наличием проблем с социализацией в принимающем сообществе, экономические трудности адаптации.

При этом, борьбу с незаконной миграцией Стратегия определяет, как одну из целей внешней политики РФ в рамках международного сотрудничества

(пп. 25 п. 101). В этой связи, отмечается особая роль отдельных органов исполнительной власти правоохранительной направленности, в частности, Росгвардии, способствующей в рамках координации приложения усилий в этом направлении с иными силовыми структурами пресекать и ликвидировать каналы незаконной миграции [3, с. 27-30].

Обеспечению национальной безопасности будет способствовать совершенствование административно-контролирующих методов в деятельности уполномоченных органов власти. Очевидно, что незаконное проникновение на территорию государства деструктивного элемента среди мигрантов является фактором, подрывающим общественно-политическую стабильность, несет потенциальные риски эскалации социальной напряженности.

В связи с этим, регулирование миграционных процессов преследует цель максимального обеспечения национальной безопасности, создания механизмов противодействия незаконной миграции [4, с. 305]. В обновленной в 2018 г. Концепции миграционной политики (Указ Президента РФ от 31 октября 2018 г. № 622 «О концепции государственной миграционной политики Российской Федерации на 2019–2025 годы» [5]) государство сменило приоритеты интересов в миграционной сфере, направило фокус внимания на обеспечение безопасности российских граждан, учет многообразия этнокультурных условий жизни многообразных сообществ. Отметим, что угрозой общественной безопасности является создание этнических анклавов и маргинализация иностранных граждан. В этой связи, в качестве отдельного направления миграционной политики обозначены препятствование созданию таких деструктивных форм существования мигрантов.

Однако, реализация регулятивно-управленческой функции в сфере миграции ориентирована лишь на учетные задачи, регламентацию миграционных потоков, установление специальных правовых режимов по отношению к мигрантам со стороны уполномоченных органов публичной власти. Соответственно, действующее федеральное законодательство не отражает механизмы, направленные на комплексную работу с мигрантами (их социальную поддерж-

ку, адаптацию, интеграцию) и принимающим сообществом и, с точки зрения реализации целей современной миграционной политики, является малоэффективным.

В этом ключе и выстроена логика текущей государственной политики в сфере миграции, связанной с усилением контрольной функции государства в обозначенной области общественных отношений. В соответствии с Указом Президента РФ от 02.04.2025 г. № 205 «О совершенствовании государственного управления в сфере миграции» [6] предписано образовать на базе Главного управления по вопросам миграции Министерства внутренних дел Российской Федерации Службу по вопросам гражданства и регистрации иностранных граждан МВД России.

Напомним, что опыт формирования и функционирования специальных органов в сфере миграции был и ранее, в частности, следует отметить пример деятельности Федеральной миграционной службы, упраздненной в 2016 году. Возврат к ранее действовавшей модели регулирования вопросов миграции вряд ли может оказаться успешным, с учетом серьезно изменившимися социально-экономическими и политическими условиями современной жизни, а также обострившимися противоречиями в российском обществе относительно эффективности государства по обеспечению общественной безопасности и пресечению противоправной деятельности мигрантов.

В целом, была избрана линия на укрепление правоохранительной составляющей в сфере миграции в рамках структуры МВД. Пока не вполне ясно, какие ключевые направления в области регулирования миграционных процессов будут возложены на вновь образованную Службу. Однако, судя по наименованию, очевидно, что вопросы регистрационного учета иностранных граждан и предоставление им российского гражданства попадут в фокус ее внимания в первоочередном порядке. В рамках реализации Службой соответствующих полномочий важное значение будет иметь работа координационных структур, прежде всего, межведомственной комиссии Совета безопасности по вопросам совершенствования государственной миграционной политики.

Все же, с учетом наличия в сфере миграции комплекса проблем, представляется вполне логичным разумным, что в область полномочий данного ведомства попадут не только контрольно-надзорные, но и социальные вопросы. Участие в их решении предполагается через межведомственное взаимодействие, а также активное сотрудничество с заинтересованными негосударственными структурами.

Выводы. Политика в миграционной сфере должна учитывать и обеспечивать необходимую гармонизацию интересов всех субъектов миграционных отношений. Культурно-религиозные противоречия во многих случаях ведут к социальной напряженности, отрытым конфликтам между мигрантами и принимающим сообществом. Формирование толерантного отношения к приезжим является одним из важнейших направлений в работе по сглаживанию противоречий, пресечению возможных конфликтных ситуаций. Вполне понятно, что расширение субъектного состава миграционной политики будет способствовать всестороннему, комплексному подходу в работе с миграционным сообществом, позволит системно обеспечивать достижение поставленных целей и задач.

Библиографический список

1. Городнов А. В. Миграционные процессы в контексте социально-демографической ситуации в современной России // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. 2022. № 4 (68). С. 142–153.
2. О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: указ Президента РФ от 02.07.2021 г. № 400 // Собрание законодательства РФ. 05.07.2021. № 27 (часть II). Ст. 5351. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Шеншин В. М. Войска национальной гвардии и миграционная политика России // Миграционное право. 2023. № 3. С. 27–30.
4. Федорова И. В., Ушаков М. А., Гулирян А. А., Клокова Д. С. Миграционная политика Российской Федерации: проблемы, тенденции, перспективы развития // Вестник Московского университета МВД России. 2022. № 1. С. 304–308.
5. О концепции государственной миграционной политики Российской Федерации на 2019–2025 годы : Указ Президента РФ от 31 октября 2018 г. № 622 // Собрание законодательства РФ. 2018. № 45. Ст. 6917. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. О совершенствовании государственного управления в сфере миграции : Указ Президента РФ от 02.04.2025 г. № 205 // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://pravo.gov.ru>, 02.04.2025. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Угрозы информационной безопасности на предприятиях малого бизнеса

Коршунов Вячеслав Леонидович, аспирант
направление подготовки «Региональная и отраслевая экономика»,
Вятский государственный университет

Каранина Елена Валерьевна, д-р экон. наук, профессор,
заведующий кафедрой финансов и экономической безопасности,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье рассматриваются некоторые актуальные угрозы информационной безопасности в предприятиях малого бизнеса в условиях цифровизации. По мере роста эффективности цифровых сервисов растут и проблемы для предприятий малого бизнеса. В данной работе приведена авторская классификация угроз, наиболее актуальных в связи с развитием цифровых сервисов, и их характеристика. Авторами сделаны выводы о разнообразии и важности исследованных угроз и высказано предположение о дальнейшем росте. Также проанализирована тема актуальности угроз и необходимости их нивелирования. Важным итогом исследования является вывод о недостаточном внимании, которые предприниматели уделяют информационной безопасности при внедрении новых IT-решений, а также наблюдение, что по мере увеличения негативных последствий будет расти интерес к проблемам информационной безопасности.

Ключевые слова: информационная безопасность, экономическая безопасность, малый бизнес, угрозы, цифровизация.

Введение. Общество и бизнес активно двигаются в сторону цифровизации. Количество появляющихся цифровых сервисов стремительно растет. При этом степень внедрения и проникновения в процессы по всех сферах неумолимо нарастает.

Малый бизнес не является в этом смысле исключением. Быстрая и качественная обработка информации, ее систематизация, позволяет уменьшить долю ручного труда, тем самым ускорить процессы компании и снизить себестоимость продукции предприятия. А значит продолжить развитие компании, обеспечить высокие позиции в конкурентной борьбе, противодействовать вызовам современной экономики [2].

В то же время, бессистемная работа с огромным количеством информации на предприятии, ее утеря, использование третьими лицами, хаос в хранении и т. д. – в свою очередь может привести к проблемам, дополнительным рискам. Очевидно, что каждому предприятию необходимо заниматься защитой информации, защитой средств хранения, системной обработкой и анализом имеющейся информации, использованием ее как своим конкурентным преимуществом.

Методы исследования. Ученые постоянно обращаются к вопросам изучения информационной безопасности. Л. В. Ламонина, О. Б. Смирнова изучали проблемы применения искусственного интеллекта для информационной безопасности [8]. Достаточно много публикаций о информационной безопасности как части экономической безопасности [1, 3, 9].

Определение информационной безопасности закреплено законодательно и содержится в указе Президента РФ от 05.12.2016 № 646 «Об утверждении Стратегии информационной безопасности Российской Федерации»[11]. Для малого бизнеса информационную безопасность можно свести к состоянию защиты предприятия от внутренних и внешних киберугроз, обеспечивающее бесперебойное развитие компании, роста ее устойчивости и конкурентноспособности, возможности развиваться.

Результаты исследований, их обсуждение. Сформулируем некоторые угрозы информационной безопасности для компаний малого бизнеса, дадим им характеристику и сведем их в таблицу 1

Таблица 1

**Некоторые угрозы информационной безопасности
для компаний малого бизнеса**

Угрозы	Характеристика
Кража информации путём взлома системы	Необходимо анализировать слабые места в IT-сфере компании. Требуется коммерческих вложений и обучения персонала[7]
Кража персональных данных при помощи собственных средств аутентификации	В компаниях малого бизнеса часто работа с паролями и другими средствами аутентификации налажена не должным образом, что позволяет злоумышленникам завладеть данными
Кража информации составляющей коммерческую тайны	Кража баз данных широко распространенное явление. При этом большинство таких происшествий даже не зарегистрировано в органах правопорядка. Часто кража данных происходит бывшими или действующими сотрудниками компаний. Необходимо применять специальные меры по защите своих баз данных и другой информации
DDoS-атаки , направленные на обрушение сайта предприятия.	У любой компании есть сайт в интернете, а значит есть риск реализации такой угрозы
Заражение IT-системы предприятия вирусами	Опасны любые вирусы, но наиболее опасны те, которые направлены на незаконное получение платежных данных для управления банковскими счетами
Фишинг	Похищение данных, путем направления письма с адреса, похожего на привычный для пользователя.

Угрозы	Характеристика
Несистемное хранение данных, приводящее к их потере, или сложности поиска	Часто данные о клиентах, процессах, браке, закупках, договорах и т. д. хранятся в разных реестрах. Это приводит к сложностям их поиска и анализа. Необходим регламент создания и хранения любых системных данных на предприятии
Потеря данных из-за аппаратных сбоев, неисправности техники, аварий, стихийных бедствий	Для ее предотвращения, уменьшения угрозы необходима резервное копирование, профилактика аппаратной работы серверов или облачное хранение данных [5]

Таким образом, количество угроз информационной безопасности разнообразно. Они продолжают расти по мере увеличения цифровых сервисов, используемых компаниями. Нивелирование угроз, их профилактика и предупреждение – большая и системная работа [4]. Не все предприятия малого бизнеса способны оценить угрозы и разработать комплекс мер по их нейтрализации.

Выводы. Сейчас идет активное внедрение самих IT-систем, часто пренебрегая информационной безопасностью [10]. Но по мере развития рынка и увеличения случаев хищения или утери данных предприятия малого бизнеса все чаще обращают внимание на угрозы информационной безопасности.

Со временем компании придут, что нужно не только внедрять разрозненные цифровые сервисы, но и выстраивать технический и информационный комплекс, который будет как приносить прибыль компании, так и защищать ее от основных угроз информационной безопасности [6].

Библиографический список

1. Ибрагимова З. М., Батчаева З. Б., Ткаченко А. Л. Информационная безопасность как элемент экономической безопасности // Инженерный вестник Дона. 2022. № 11(95). С. 26–33. EDN AMZDZG.
2. Каранина Е. В., Быкова И. В. Система управленческого учета и система сбалансированных показателей: отражение рисков предприятия // Экономика и управление: проблемы, решения. 2014. № 5. С. 11–19. EDN SEKWVJ.
3. Каранина Е. В. Теоретико-методологические основы анализа и оценки риск-системы промышленного предприятия : монография. М. : Финансы и кредит, 2011. ISBN 978-5-8024-0093-7. EDN QUYDPV.
4. Каранина Е. В. Риск-система предпринимательства: концептуальные основы формирования и оценки с учетом регионально-отраслевых факторов // Власть. 2011. № 5. С. 28–33. EDN NUDQDJ. (23)
5. Каранина Е. В., Бортников М. А., Гусейнзаде Р. Н. Особенности обеспечения информационной безопасности промышленных предприятий в условиях цифровизации эконо-

мики // Общество. Наука. Инновации (НПК-2022) : сб. ст. XXII Всерос. науч.-практ. конф. : в 2 т., Киров, 11–29 апреля 2022 года. Т. 1. Киров : Вятский государственный университет, 2022. С. 1017–1024. EDN GTCEIJ.

6. Каранина Е. В., Котанджян А. В. Информационно-цифровая безопасность региона: методы диагностики и обеспечения // Финансовое просвещение : сб. материалов XI Всерос. науч.-практ. конф. по финансовому просвещению в России, Москва, 15–16 марта 2022 года / под общ. ред. С. А. Лочана. М. : Ассоциация развития финансовой грамотности, 2022. С. 105–114. EDN XRDHVT.

7. Кипкеева А. М., Урусов А. А. Информационная безопасность – важнейший элемент обеспечения экономической безопасности организации // Вестник Академии знаний. 2020. № 40 (5). С. 157–161.

8. Ламонина Л. В., Смирнова О. Б. К вопросу о применении искусственного интеллекта в обеспечении информационной безопасности // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2023. № 3(34). EDN MARYTD.

9. Статьев В. Ю., Докучаев В. А., Маклачкова В. В. Информационная безопасность на пространстве «Больших данных» // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2022. Т. 16. № 4. С. 21–28. DOI 10.36724/2072-8735-2022-16-4-21-28. EDN IXUYWS.

10. Тарасова Т. М., Федоров Д. С. Основные угрозы информационной безопасности предприятия в современных условиях // Экономика и предпринимательство. 2022. № 8(145). С. 822–826. DOI 10.34925/EIP.2022.145.8.162. EDN ZBJKZO.

11. Указ Президента Российской Федерации от 05.12.2016 г. № 646 «Об утверждении Доктрины информационной безопасности Российской Федерации».

Проблема адекватности и эквивалентности перевода текстов современных англоязычных песен на русский язык

Крюкова Наталья Федоровна, д-р филол. наук,
профессор, заведующий кафедрой герменевтической
лингводидактики и английской филологии,
Тверской государственный университет

Байкова Ольга Владимировна, д-р филол. наук, доцент,
заведующий кафедрой лингвистики и перевода,
Вятский государственный университет

Козьминых Софья Андреевна, студент,
направление подготовки «Лингвистика. Перевод и переводоведение»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье исследуется проблема перевода современных англоязычных песен на русский язык. Авторы анализируют основные переводческие трансформации (перестановки, замены, добавления и опущения) на примерах песен Evanescence, 6LACK, The Weeknd и других исполнителей. Особое внимание уделяется трудностям адаптации текстов с учетом языковых и культурных различий. Кроме того, проводится анализ переводческих трансформаций и сравнение песенных текстов с целью определения эффективных приемов, позволяющих достичь адекватности и эквивалентности перевода. Также авторами статьи определяются эффективные приемы достижения адекватности перевода при сохранении ритма и атмосферы оригинала. Исследование демонстрирует важность использования различных стратегий перевода для передачи не только буквального смысла, но и художественной выразительности исходного текста в контексте музыкального произведения.

Ключевые слова: переводческие трансформации, англоязычные песни, адекватность перевода, интерпретация текстов, лингвистический анализ.

Введение. В современном глобализированном мире музыка становится одним из ключевых инструментов популяризации английского языка и культуры. Однако перевод англоязычных песен на русский язык сопряжен с рядом сложностей, обусловленных языковыми, культурными и стилистическими различиями. Песенные тексты отличаются образностью языка, использованием идиоматических выражений, прагматических элементов и вариативностью форм, что создает определенные трудности в процессе перевода [1]. Объект исследования – процесс перевода текстов современных англоязычных песен на русский язык. Предмет исследования – переводческие трансформации (перестановки, замены, добавления и опущения), применяемые для достижения адекватности и эквивалентности перевода.

Проблема перевода художественных текстов, включая песни, активно исследуется в современной лингвистике. Л.С. Бархударов отмечает, что перевод-

ческие трансформации являются необходимым инструментом для преодоления расхождений между системами двух языков [1]. Однако специфика перевода именно песенных текстов остается недостаточно изученной. Существующие работы в основном сосредоточены на общих принципах перевода, в то время как анализ конкретных примеров перевода современных англоязычных песен требует дальнейшего углубления.

Актуальность представленного исследования обусловлена растущим интересом к изучению английского языка через музыку. Песни, являясь частью массовой культуры, способствуют популяризации языка, но их перевод сталкивается с уникальными трудностями. Переводчик должен не только передать смысл оригинала, но и сохранить его художественную выразительность, ритм и атмосферу [3]. Это делает актуальным изучение эффективных стратегий перевода, которые учитывают особенности обоих языков и культур.

Целью работы является анализ переводческих трансформаций, применяемых при переводе текстов современных англоязычных песен на русский язык, для достижения адекватности и эквивалентности перевода. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: 1) изучить основные типы переводческих трансформаций (перестановки, замены, добавления, опущения); 2) проанализировать их роль в процессе перевода текстов песен; 3) сравнить оригинальные тексты и их переводы для выявления наиболее эффективных приемов, обеспечивающих адекватность перевода; 4) определить влияние культурных и языковых особенностей на процесс перевода.

Разработать рекомендации по переводу англоязычных песен с учетом их специфики.

Методы исследования. В качестве методов исследования в работе использовался метод логического сопоставления. Практическим материалом послужили англоязычные песни и их перевод на русский язык: My Immortal (Evanescence), Ex Calling (6LACK), Popular (The Weeknd, Playboi Carti & Madonna), Moth to a Flame (Swedish House Mafia & The Weeknd) [2].

Результаты исследований, их обсуждение. Как отмечают А. Т. Лаура и А. Б. Дональд «перевод – процесс изменения текста с одного языка на другой,

при этом сохраняется его содержание или идея без изменения смысла оригинала» [3; 4]. Переводчик должен переосмыслить содержание текста, что требует грамматических и лексических корректировок, а также понимания, какие приемы перевода использовать в конкретной ситуации.

«Переводческие трансформации – это те многочисленные и качественно разнообразные преобразования, которые осуществляются для достижения переводческой эквивалентности («адекватности») перевода вопреки расхождениям в формальных и семантических системах двух языков» [1]. В процессе перевода можно выделить четыре основных типа преобразований:

1) Перестановка как вид переводческой трансформации – это изменение расположения (порядка следования) языковых элементов в тексте перевода по сравнению с текстом подлинника. Элементами, которые могут подвергаться перестановке, являются обычно слова, словосочетания, части сложного предложения и самостоятельные предложения в строе текста. Так, например в песне «My Immortal» группы Evanescence переводчик изменил порядок слов, что является более привычным для русского языка, где подлежащее («время») идет первым, а действие (не может стереть) – после него. В данном случае трансформация помогает сделать фразу более естественной, сохраняя при этом основной смысл и ритм оригинала.

My Immortal (Evanescence)	Перевод
There's just too much that time cannot erase	Время не может стереть слишком многое

2) Замены – наиболее распространенный и многообразный вид переводческой трансформации. В процессе перевода замене могут подвергаться как грамматические единицы – формы слов, части речи, члены предложения, типы синтаксической связи и др. – так и лексические, в связи с чем можно говорить о грамматических и лексических заменах. Кроме того, замене могут подвергаться не только отдельные единицы, но и целые конструкции (так называемые комплексные лексико-грамматические замены). Приведем в пример замены частей речи:

Ex Calling (6LACK)	Перевод
Pop out the car screaming	Выскакиваю из машины с криком

Переводческая трансформация заключается в том, что фразовый глагол «pop out» был переведен как «выскакиваю», а герундий «screaming» стал существительным «с криком».

3) Добавления. Причины лексических добавлений в переводе могут быть различными, но одной из основных является «формальная невыраженность» семантических компонентов в исходном языке. Это явление весьма типично для словосочетаний английского языка, где некоторые компоненты могут быть опущены. При переводе на русский язык часто происходит процесс «восстановления», что выражается в добавлении слов для лучшего понимания текста. Приведем в пример песню Popular (The Weeknd, Playboi Carti & Madonna). В переводе было добавлено подлежащее («она») и уточнение фразы («to be popular») – «ради того, чтобы стать популярной» для улучшения восприятия на русском языке.

Popular (The Weeknd, Playboi Carti & Madonna)	Перевод
Kill anyone to be popular	Она убьет кого угодно ради того, чтобы стать популярной

4) Опускание – явление, прямо противоположное добавлению. При переводе опусканию подвергаются чаще всего слова, являющиеся семантически избыточными, то есть выражающие значения, которые могут быть извлечены из текста без их помощи. Как система любого языка в целом, так и конкретные речевые произведения обладают, весьма большой степенью избыточности, что дает возможность производить те или иные опущения в процессе перевода.

Moth to a Flame (Swedish House Mafia & The Weeknd)	Перевод
His love for you is true	И искренне любит тебя.

В данном примере фраза начинается с «His love for you», где подлежащее – «его любовь», а в переводе оно опускается. В русском языке часто можно опустить подлежащее, так как оно может быть понятно из контекста.

Выводы. Таким образом, анализ переводческих трансформаций подтверждает их ключевую роль в процессе перевода англоязычных песен на русский язык. Исследование показало, что перестановки, замены, добавления и опущения являются необходимыми инструментами для достижения адекватности и эквивалентности перевода. Эти трансформации помогают преодолеть языковые и культурные различия, сохраняя при этом смысл, ритм и атмосферу оригинала. Перевод песенных текстов требует учета специфики обоих языков и культур. Особенности английского языка, такие как использование фразовых глаголов, герундий, опущение подлежащего и других элементов, часто требуют адаптации при переводе на русский язык. Например, добавление уточняющих слов или изменение порядка слов делает текст более естественным для русскоязычной аудитории. Предложенные стратегии перевода способствуют повышению точности и адекватности передачи оригинального содержания. Научная новизна исследования заключается в систематическом анализе переводческих трансформаций применительно к современным англоязычным песням. Практическая значимость исследования подкреплена примерами из реальных текстов песен. Перспективы дальнейших исследований связаны с углубленным изучением культурных аспектов перевода песен. Необходимость учета культурных особенностей, таких как идиомы, прагматические элементы и образный язык, требует дополнительного анализа для разработки универсальных подходов к переводу музыкальных произведений. Результаты могут быть применены в обучении переводчиков, а также при анализе и интерпретации музыкальных текстов с учетом культурных различий.

Библиографический список

1. Бархударов Л. С. Язык и перевод. М. : Международные отношения, 1975. 240 с.
2. Лингво-лаборатория «Амальгама». URL: <https://www.amalgama-lab.com/> (дата обращения: 17.02.2025).
3. Donald A. B. Meaning and Translation // Journal of English and Education. 2007. № 2. P. 66–74.
4. Laura A. T. Chapter I. In Translation, rewriting and the manipulation of literary fame. Routledge, 1992. P. 114.

Читательский интерес младших школьников как объект педагогического исследования

Маслова Анна Геннадьевна, д-р. филол. наук, доцент,
профессор кафедры русской и зарубежной литературы и методики
обучения, Вятский государственный университет

Шишкина Ксения Евгеньевна, студент,
направление подготовки «Педагогическое образование»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Актуальность обусловлена обращением к решению приоритетных задач, обозначенных в государственной «Концепции программы детского и юношеского чтения». Цель исследования – выявление продуктивных методик развития читательского интереса у младших школьников. Методы исследования – анализ, систематизация, педагогический эксперимент. В исследовании доказано, что читательский интерес формируется у ребенка при правильно организованном процессе чтения. В статье описывается методика формирования читательского интереса и читательской грамотности у младших школьников в объединении дополнительного образования «Книжный клуб». Обозначены главные принципы организации чтения в рамках работы «Книжного клуба»: чтение должно быть направлено на совершенствование умений работы с информацией, когда школьники учатся понимать текст, выделять главную мысль, включаются в процесс сотворчества. Область применения результатов – практики по организации детского чтения в детских образовательных и культурно-просветительских организациях.

Ключевые слова: читательский интерес, чтение, младшие школьники.

Введение. Детей, рожденных после 2010 года, австралийский социолог и демограф Марк Маккриндл в своей книге «Азбука XYZ: Понимание глобальных поколений» назвал «поколением альфа». «Альфа» – это «дети, родившиеся после 2010 г. и до 2025 г.» [4, с. 86]. Они отличаются своим погружением в цифровой мир и обретением способностей, связанных с освоением новых технических средств и информационных технологий. Несмотря на новые форматы получения информации, по-прежнему одним из важнейших инструментов развития личности остается чтение.

Объектом данного исследования является проблема детского чтения младших школьников. Предмет исследования – анализ технологий и методик, которые могут способствовать приобщению юных читателей к чтению.

Актуальность обращения к данной проблеме обусловлена тем, что приобщение детей и юношества к чтению является приоритетным направлением государственной политики в России и закрепляется в «Концепции программы детского и юношеского чтения» (2018–2026), в которой подчеркивается, что

чтение в детском и юношеском возрасте имеет «первостепенное значение: для воспитания и образования подрастающего поколения, становления и развития личности; <...> для формирования общекультурного потенциала страны; для повышения качества жизни» [2, с. 2]. В связи с этим разработка технологий и методик приобщения юных читателей к чтению – одна из важнейших задач современных филологических образовательных практик.

Целью данного исследования является выявление продуктивных методик развития читательского интереса у младших школьников. Задачи: изучение роли чтения в становлении личности ребенка; обзор имеющихся технологий и методик приобщения представителей «поколения альфа» к чтению; описание предлагаемых нами методик и заданий по развитию читательского интереса младших школьников, апробированных в «Книжном клубе».

Методы исследования. Нами используются общенаучные методы – анализ, обобщение и систематизация, а также метод педагогического эксперимента, призванного апробировать разработанные нами методики формирования читательского интереса у младших школьников.

Результаты исследований, их обсуждение. Чтение представляет собой один из главных навыков и самый важный источник духовно-нравственного становления личности. Современные ученые и педагоги, опираясь на традиции педагогики прошлого, считают базисным тезисом, что «формирование культурно развитой личности ребенка» идет «в неразрывной связи с чтением и книгой» [6, с. 7].

К чтению детей приобщают два социальных института, положительно влияющих на любовь к книге, – это семья и школа. Семья имеет фундаментальное значение в формировании читательского интереса. Ю. И. Соловьева справедливо отмечает актуальность сложившихся еще в далеком прошлом традиций семейных чтений, повлиявших на развитие личности знаменитых людей [5]. Л. С. Выготский, изучая психологию и развитие ребенка, описывал важность чтения и понимания литературы. В его работах чтение представлено как инструмент, развивающий мыслительный процесс, фантазию ребенка, его духов-

но-нравственные качества [1]. В связи с этим читающие детям родители указывают им путь к прекрасному, а не читающие ставят под угрозу формирование духовно-нравственных ценностей ребенка.

Младшие школьники находятся в возрасте, когда активно развивается читательский интерес. Он формируется у ребенка при правильно организованном процессе чтения. Современные исследователи О. В. Пересада и Н. А. Корепина отмечают, что чтение как ключевой инструмент освоения знаний, повышения культурных компетенций нуждается в целенаправленной поддержке, кроме того, необходимо создание новых условий для приобщения детей к чтению [3, с. 982]. Формирование у школьников мотивации к «чтению без принуждения» – основная задача педагога учащихся начальной школы. На этом этапе важно заинтересовать ребенка. Младшим школьникам интересно рассматривать иллюстрации к произведению, самим изображать главных героев, обсуждать прочитанный текст, проявлять себя в сотворчестве с писателем.

Одним из средств формирования читательского интереса может выступать «Книжный клуб» как форма объединения детей в дополнительном образовании. Книжный клуб «Хогвартс Экспресс» является объединением в МОАУ ДО ЦРТДЮ «Радуга» города Кирова. В 2024–2025 учебном году объединение посещает 134 ребенка в возрасте от 8 до 10 лет.

В процессе занятий в «Книжном клубе» используются разные методики и технологии. Наиболее актуальными являются задания, не просто формирующие читательский интерес, но и развивающие читательскую грамотность. Принцип формирования заданий: задание должно быть направлено на совершенствование умений работы с информацией, а именно оптимизировать навык чтения, формировать умение выделять основную мысль. Рассмотрим примеры заданий для младших школьников на формирование читательской грамотности и развитие читательского интереса, прошедшие апробацию в «Книжном клубе».

Учащимся в рамках занятия о вятских писателях было предложено несколько заданий, в процессе выполнения которых они знакомились с информацией о Л. В. Дьяконове и развивали свои творческие способности.

Первое задание предполагало чтение обучающимися информации о Кировском писателе Л.В. Дьяконове и выполнение задания на постижение смысла прочитанного: Табл. 1.

Таблица 1

**Задание по теме:
«Леонид Владимирович Дьяконов»**

Внимательно прочитайте текст. Синим карандашом выделите ранее знакомые вам факты. Зеленым карандашом подчеркните то, о чем вы раньше не знали
«8 октября 1908 года родился вятский поэт и писатель Дьяконов Леонид Владимирович. Талантливый писатель, автор многих стихотворных и прозаических сборников для детей, собиратель народного творчества, положивший в основу многих своих произведений фольклор. Не одно поколение вятских мальчишек и девчонок выросло на его чудесных сказках, стихах, прибаутках, загадках, книжках: «Волшебное колечко», «Жила-была царевна», «Олень – золотые рога». ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ ИЗ ЖИЗНИ И ТВОРЧЕСТВА ПИСАТЕЛЯ: – Леонид Дьяконов родился в Вятке. – В пять лет самостоятельно научился читать и писать. – Публиковался в газетах «Юный пахарь» и «Вятская правда». – Значительным явлением в вятской детской литературе стал выход в 1959 году книги Л. В. Дьяконова «Олень – золотые рога». – Дьяконов написал для детей более 30 книг. – Леонид Владимирович писал сценарии для радио- и телепередач, оставил значительный след в краеведческой библиографии как составитель указателя «Вятская народная песня в печатных материалах XIX века». – За вклад в развитие литературы и культуры Вятского края Леонид Владимирович награждён орденами Дружбы народов и Знак Почёта».

В ходе проведенных занятий выявлено, что более 92% учащихся ранее не были знакомы с биографией Л. В. Дьяконова и его творчеством. 100% учащихся до выполнения задания не читали его произведения или не помнили этого. В результате учащиеся узнали о писателе-земляке и познакомились с некоторыми фактами его жизни.

Второе задание предполагало знакомство школьников со стихотворением Л. В. Дьяконова «Зима». Нужно было прочитать стихотворение и вставить вместо пропусков глаголы, которые подходят по смыслу, ритму и рифме: Табл. 2.

Л. В. Дьяконов «Зима»

Текст, предложенный обучающимся	Исходный текст стихотворения
Ой ты, зимушка-зима, Все дорожки, Все поля снежком, Все овражки, Льдом одела озеро, Речку!	Ой ты, зимушка-зима, Все дорожки замела, Все поля снежком укрыла, Все овражки завалила, Льдом одела озеро, Речку заморозила !
Падай, падай, падай, снег, Радуй, радуй, радуй всех! Ой ты, зимушка-зима. Ты нас сама!	Падай, падай, падай, снег, Радуй, радуй, радуй всех! Ой ты, зимушка-зима. Ты нас вызвала сама!
Посмотри, как мы С палками да с лыжами, С санками, коньками, С первыми снежками!	Посмотри, как вышли мы С палками да с лыжами, С санками, коньками, С первыми снежками!
Падай, ..., ..., снег. Радуй, ..., ... всех!	Падай, падай, падай, снег. Радуй, радуй, радуй всех!

Анализ выполнения задания: 96% учащихся успешно справились с первым шестистишием. Больше всего трудностей возникло с глаголами «вызвала» и «вышли». 68% справились со вторым и третьим четверостишиями. 100% учащихся правильно подобрали глаголы в последнем двустишии.

Эксперимент показал, что вовлечение учащихся в выполнение творческих заданий активизирует их читательский интерес, такой процесс обогащает словарный запас ребенка, расширяет его кругозор, раскрывает его творческий потенциал.

Выводы. Чтение является незаменимым источником духовно-нравственного становления и формирования коммуникативных, мыслительных, эмоциональных, творческих качеств личности, необходимых для полноценной жизни человека. Важно приобщать детей к чтению на всех этапах их развития. Формирование читательского интереса и читательской грамотности не происходят стихийно, этот процесс должен быть организован как в рамках семейного воспитания, так и в образовательных и культурно-просветительских организациях разных видов. Одним из средств формирования читательского интереса может

выступать «Книжный клуб» как форма объединения детей в дополнительном образовании. Младшие школьники на занятиях «Книжного клуба» активно включаются в процесс чтения и понимания художественных произведений, выполняют различные творческие задания. Нами разработаны примеры заданий для занятия, посвященного знакомству младших школьников с личностью и творчеством кировского писателя Л. В. Дьяконова. Практическая значимость проведенного исследования состоит в том, что по предложенному образцу могут быть разработаны задания по творчеству других детских писателей. Важный принцип формирования подобных заданий – чтение должно быть направлено на совершенствование умений работы с информацией, когда школьники учатся понимать текст, выделять главную мысль, включаются в процесс творчества.

Библиографический список

1. Выготский Л. С. Мышление и речь М. : Аст : Астрель, 2011. 342 с.
2. Концепция программы поддержки детского и юношеского чтения в Российской Федерации. URL: https://shkolagorkovskaya-r31.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/30/69/rasporjazhenie_PRF_ot_03_06_2017_1155_r.pdf
3. Пересада О. В., Корепина Н. А. Формирование читательского интереса младших школьников средствами инновационных технологий буктрейлера и виртуальной книжной выставки // Педагогика. Вопросы теории и практики. 2021. № 6(6). С. 981–989.
4. Прозументик О. В., Наумова М. Ю. Вхождение «поколения Альфа» в мир (на примере программы «Есть контакт! Строим отношения с миром») // Пермский педагогический журнал. 2021. № 12. С. 85–90.
5. Соловьева Ю. И. Традиции семейного чтения как фактор духовного развития ребенка // Вестник ПСТГУ. Серия 4: Педагогика. Психология. 2005. № 1. С. 66–74.
6. Чернышева Л. Н. Чтение как компонент духовно-нравственного развития подрастающего поколения // Вестник НГПУ. 2012. № 4. С. 5–11.

Взаимодействие человека и искусственного интеллекта: гуманизм vs трансгуманизм

Останина Ольга Александровна, д-р филос. наук, профессор,
профессор кафедры культурологии, социологии и философии,
Вятский государственный университет
Иванова Юлия Владимировна, студент,
направление подготовки «Философия»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Проблема взаимодействия искусственного интеллекта и человека, являясь актуальной, имеет неоднозначные решения. С одной стороны, технологии искусственного интеллекта, глубоко влияя на различные стороны общественной жизни, открывают перспективы прогрессивных преобразований экономических, социальных, политико-правовых, коммуникативных практик. С другой стороны, применение данных технологий, кардинально меняя характер и содержание деятельности, общения, поведенческих паттернов людей, ведет к трансформации структуры общества, системы ценностей и мировоззрения, создающей угрозу размывания экзистенциальных оснований бытия человека. Такое противоречие требует философского осмысления, что актуализирует вопросы о сущности человека, о будущем как человека, так и общества. Цель нашего исследования – выяснить и проанализировать содержание основных философских подходов к осмыслению указанного противоречия. Разнообразие этих подходов можно свести к двум: гуманистическому, акцентирующему внимание на возможностях самосовершенствования человека благодаря использованию искусственного интеллекта, и трангуманистическому, говорящему о появлении принципиально иного «человека» в результате антропологического перехода. Достижение указанной цели осуществляется в рамках социально-философского исследования, которое опирается на системный подход и аналитический и сравнительный методы. Результаты исследования могут применяться в преподавании философских дисциплин и в психолого-педагогической деятельности.

Ключевые слова: человек, искусственный интеллект, гуманизм, трансгуманизм.

Введение. Взаимодействие искусственного интеллекта с человеком и обществом вызывает у философов немало вопросов в силу своей противоречивости. Ученые и философы задаются вопросом о том, как технологии, в частности искусственный интеллект, изменят структуру общества, его ценности и политическую систему, как технологии могут быть направлены на служение человеческим интересам, а не наоборот. Одни эксперты уверены, что искусственный интеллект откроет перед людьми новые возможности, предоставив свободу выбора и дополнительное время для самореализации. Другие же предупреждают, что цифровая среда может усилить социальное неравенство и манипулятивное воздействие на человека, разрушить сферу общения. Среди работ, посвященных исследованию взаимодействия ИИ и человека, можно назвать работы А. И. Бабенко [1], Е. К. Беликова, Д. В. Глуздовой, О. А. Гриневой [2], И. М. Дзялошин-

ского [3], Д. И. Дубровского, А. Д. Иоселиани, Д. И. Ицкова, И. А. Канаева [4], Г. М. Кириллова, А. М. Костоусова [5], А. Д. Шляхова и др. Проблема заключается в том, что различия в философских подходах отражают наличие реального противоречия в обществе, ситуацию борьбы противоположных тенденций в развитии общества и самого человека. За борьбой идей стоит борьба сценариев будущего человека и общества, поэтому так важно, актуально выяснить и содержание, и социокультурные и методологические основания данных идей. Мы ставим перед собой цель определить основные философские подходы к исследованию противоречий во взаимодействии искусственного интеллекта и человека и проанализировать их содержание. Достижение цели предполагает решение таких задач, как раскрытие основных направлений и социально-антропологических последствий применения технологий искусственного интеллекта, анализ и сравнение вариантов социально-философского осмысления данных последствий.

Методы исследования. В работе представлены результаты социально-философского исследования взаимодействия человека и искусственного интеллекта: человек рассматривается как основа общества, общественная жизнь имеет антропологическое измерение. Ведущим подходом является системный, что соответствует поставленной цели, пониманию объекта и предмета исследования и способу рассмотрения взаимодействия человека и искусственного интеллекта. В рамках системного подхода для решения поставленных задач применяются аналитический и сравнительный методы.

Результаты исследования, их обсуждение. Разнообразие подходов к пониманию взаимодействия искусственного интеллекта и человека можно свести к двум – гуманистическому и трансгуманистическому. Представители гуманистического подхода (А. И. Бабенко, О. А. Гринева, Н. Н. Губанов, И. М. Дзюдошинский, Г. М. Кириллов, А. М. Костоусов, О. И. Муштак [8], Г. Г. Чермных [10]) подчеркивают важность сохранения человеческих ценностей свободы, творчества, развития индивидуальности и самореализации. К принципам гуманистической организации общественной жизни можно отнести соответствие производства реальным и разумным потребностям людей, отношения сотру-

ничества между людьми и природой, солидарность, предотвращение неблагополучия людей, активное участие человека в жизни общества; искусственный интеллект рассматривается, таким образом, как один из ресурсов гуманизации общественных отношений.

Представители трансгуманистического подхода (Д. И. Дубровский, Д. И. Ицков, И. А. Канаев, В. И. Манжос, А. Д. Сидорова [6]) отвергают традиционный гуманизм, стремясь противопоставить ему образ «постчеловека», наделенного выдающимися способностями. Сторонники трансгуманизма определяют его как «рациональное, основанное на осмыслении достижений и перспектив науки, мировоззрение, которое признает возможность и желательность фундаментальных изменений в положении человека с помощью передовых технологий с целью ликвидировать страдания, старение и смерть и значительно усилить физические, умственные и психологические возможности человека» [9].

Философские основы трансгуманизма состоят в следующем:

Во-первых, основная идея заключается в том, что человек должен стремиться к самосовершенствованию. Это стремление может проявляться в различных формах: от физических улучшений с использованием генетических модификаций до повышения когнитивных способностей с помощью нейротехнологий.

Во-вторых, трансгуманизм утверждает, что технологии должны и могут быть использованы для преодоления биологических ограничений. Это включает не только борьбу с болезнями и старением, но и возможность создания новых форм жизни, которые могут превзойти человеческие способности. Д. Ицков и Д. И. Дубровский подчеркивают угрозу исчезновения человеческой цивилизации, указывая на возможность антропологической катастрофы, которая станет неизбежной, если общество продолжит игнорировать возможность улучшения своих природных основ [4]. А в Манифесте стратегического общественного движения «Россия 2045» заявляется о создании искусственного тела как единой самоорганизующейся системы, которая будет обладать «широким спектром возможностей и способностью легко адаптироваться к экстремальным внешним условиям» [7].

Представители трансгуманизма подчеркивают, что границы человеческого существования не являются постоянными и могут быть расширены благодаря до-

стижениям науки. В этом контексте искусственный интеллект рассматривается не только как инструмент, но и как возможный партнер в человеческой эволюции, способный изменить наши представления о сознании, разуме и самосознании.

При более глубоком анализе этого нового направления возникает осознание неоднозначности его положений. Если мы сможем усовершенствовать свои физические и интеллектуальные способности с помощью технологий, то что это будет значить для нашего понятия о человечности? Увеличение продолжительности жизни и улучшение здоровья при помощи технологий могут вызвать социальные и экономические неравенства, когда доступ к передовым достижениям будет ограничен лишь небольшой частью населения. Это может привести к расслоению общества, разделяя людей на «угодных» и «неудобных», «элиту» и тех, кто в неё не входит. В действительности, идеи трансгуманизма, которые часто приравниваются к гуманистической идеологии, на самом деле противостоят гуманистическим принципам и представляют собой угрозу для выживания человечества в целом. Более того, трансгуманистические взгляды ставят под сомнение традиционные представления о смерти и бессмертии. Если технологии позволят людям жить значительно дольше или даже вечно (например, при переносе сознания на электронные носители), это может кардинально изменить наше восприятие жизни, ценности времени и человеческого опыта.

Конечно, мы не можем с большой уверенностью сказать, принесет ли нам трансгуманистическое движение счастливое будущее, или же, наоборот, повлечет за собой ужасающие последствия. Справится ли человек с такой мощью техники? Данное направление не только меняет наше представление о том, что значит быть человеком, но и влияет на наше психическое состояние, самоощущение и межличностные отношения. Одним из основных вопросов является то, как технологии могут изменить наше понимание человечности [10].

Выводы. Таким образом, оба рассмотренных подхода – гуманизм и трансгуманизм – подчеркивают необходимость этической рефлексии и пересмотра понимания человеческой природы в условиях быстрого технологического прогресса. Очевидно, что нужно ответственно относиться к созданию постчеловека и к кон-

цепции трансгуманизма в целом. Оптимистические представления трансгуманизма могут обернуться для человечества большой угрозой, если люди не смогут обуздать всю эту мощь техники. Трансгуманизм и информационные технологии открывают перед человечеством возможности для радикального изменения себя и своих возможностей. Однако, эти изменения требуют глубинного осмысления, так как затрагивают фундаментальные вопросы идентичности, сохранения личности и общества. Сохранение или утрата "я" в условиях технологического прогресса становится не просто научной или философской проблемой, но и вопросом человеческого самоопределения и свободы в широком смысле [5]. Представляется, что спор между гуманизмом и трансгуманизмом разрешится все-таки в пользу гуманизма и человека, а не пост/трансчеловека.

Библиографический список

1. Бабенко А. и др. Техногенная цивилизация и духовный кризис человечества // Вестник Донецкого национального университета. Серия Б: Гуманитарные науки. 2020. № 3. С. 88–94. URL: <https://elibrary.ru/mggw1u> (дата обращения: 28.03.2025).
2. Гринева О. А. Трансформация человеческого бытия в условиях современного информационного общества: социально-философский анализ : дис. Красноярск, 2017. URL: <https://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/147284/Автореферат?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 22.02.2025).
3. Дзялошинский И. М. Искусственный интеллект: гуманитарная перспектива // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: История, филология. 2022. № 6. Т. 21. С. 20–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-gumanitarnaya-perspektiva> (дата обращения: 18.02.2025).
4. Канаев И. А. Глобальное будущее 2045: антропологический кризис. Конвергентные технологии и трансгуманистические проекты (Белгород, 2013) // Философские науки. 2013. № 8. С. 141–146. URL: <https://www.phisci.info/jour/article/viewFile/1057/1011> (дата обращения: 25.02.2025).
5. Костоусов А. М., Кириллов Г. М. Трансгуманизм. Риски утраты человечности в период развития технологий // Вестник науки. 2024. № 12 (81). Т. 1. С. 1068–1076. URL: <https://www.вестник-науки.рф/article/19290> (дата обращения: 12.03.2025).
6. Манжос В. И., Сидорова А. Д. О трансгуманизме и перспективах развития трансгуманизма // Форум молодых ученых. 2019. 6(34). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-transgumanizme-i-perspektivah-gazvitiya-gumanizma/viewer> (дата обращения: 28.02.2025).
7. Манифест стратегического общественного движения «Россия 2045» // Стратегическое общественное движение «Россия 2045». URL: <http://2045.ru/manifest> (дата обращения: 26.02.2025).
8. Муштак О. И. Гуманистический искусственный интеллект: эмоциональные аспекты человеко-машинного взаимодействия. 2018. URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/62918/1/978-5-88687-247-7_16.pdf (дата обращения: 23.03.2025).
9. Российское трансгуманистическое движение. URL: <http://transhumanism-russia.ru/content/view/70/94/> (дата обращения: 13.02.2025).
10. Черемных Л. Г., Губанов Н. Н. Возможные риски трансгуманистических преобразований природы человека. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnye-riski-transgumanisticheskikh-preobrazovaniy-prirody-cheloveka/viewer> (дата обращения: 24.03.2025).

Представления об информационной культуре в отечественной науке

Першин Дмитрий Викторович, аспирант,
направление подготовки «Библиотечное дело,
библиографоведение, книговедение»,
Вятский государственный университет

Мосунова Людмила Александровна, д-р психол. наук, доцент,
профессор кафедры журналистики и интегрированных коммуникаций,
Вятский государственный университет

Аннотация. Исследуются этапы развития понятия «информационная культура». Актуальность исследования обусловлена быстрым совершенствованием цифровых технологий и важностью изучения механизмов успешной коммуникации в информационных потоках. В статье анализируется становление понятия «информационная культура», что имеет важное значение для образования, профессиональной деятельности и социальной адаптации. Цель исследования – выявление ключевых этапов развития представлений об информационной культуре в отечественных исследованиях и определение их особенностей в контексте технологических и социокультурных изменений. Методология: в качестве ведущего подхода использован теоретический анализ научных работ, посвященных информационной культуре, с применением методов систематизации, сравнительного анализа и синтеза. Основные результаты исследования включают выделение трех этапов развития информационной культуры: 1970–1980-е годы – формирование базовых навыков работы с информацией через традиционные СМИ; 1990–2000-е годы – расширение понятия в связи с цифровой революцией; 2010-е годы – настоящее время – доминирование социальных сетей, необходимость медиаграмотности. Вывод: было разработано определение информационной культуры, выделены ключевые признаки. Практическая значимость: результаты исследования могут быть использованы для создания образовательных программ по формированию информационной компетентности в различных звеньях системы образования.

Ключевые слова: информационная культура, информация, личность, информационная компетентность, медиаграмотность.

Введение. Объектом исследования выступает информационная культура как социально-педагогический феномен, формирующийся под влиянием технологических и социокультурных изменений. Предмет исследования – становление представлений об информационной культуре в отечественных исследованиях с 1970-х годов по настоящее время, включая её ключевые этапы, концептуальные подходы и современные интерпретации (Г. Г. Воробьёв, Н. И. Гендина, Н. В. Лопатина и др.).

Анализ литературных источников показывает, что проблема информационной культуры разрабатывается в рамках междисциплинарного поля, объединяющего библиотечное дело, педагогику, медиаграмотность и цифровые коммуникации. Несмотря на значительное количество публикаций, отсутствует

единое определение понятия, а его содержание продолжает трансформироваться в связи с развитием технологий.

Актуальность исследования обусловлена стремительной цифровизацией общества, ростом объемов информации и распространением дезинформации. Эти факторы требуют развития навыков критического анализа, медиаграмотности и этического использования информации. Проблема исследования заключается в отсутствии системного анализа эволюции понятия «информационная культура», что затрудняет разработку эффективных педагогических стратегий для её формирования в образовательной среде.

Цель исследования – выявить ключевые этапы развития представлений об информационной культуре в отечественных исследованиях и определить их особенности в контексте технологических и социокультурных изменений.

Задачи исследования:

1. Проанализировать исторические этапы становления понятия «информационная культура».
2. Определить особенности каждого исторического этапа становления понятия «информационная культура»
3. Выявить современные аспекты информационной культуры личности.
4. Обосновать перспективы развития информационной культуры в образовании и профессиональной деятельности.

Методы исследования. В качестве ведущего подхода использован теоретический анализ научных работ, посвященных информационной культуре, с применением методов систематизации, сравнительного анализа и синтеза.

Результаты исследований. Понятие информационной культуры появилось относительно недавно. Представление об этом явлении начало формироваться в 70-х годах прошлого века, и интерес к изучению темы постепенно возрастает.

В настоящее время в науке нет однозначного определения информационной культуры, так как в информационной сфере происходят постоянные и стремительные изменения и само понятие приобретает новые ракурсы. Суще-

ствует широкий спектр интересных и эвристичных определений, в которых учёные с разных сторон рассматривают этот феномен.

История развития представлений об информационной культуре является собой сложный и многоаспектный процесс, который можно разделить на три этапа: 70–80-е годы, 90–2000-е годы, 2010-е годы и современное состояние.

В период семидесятых-восемидесятых годов прошлого века информационная культура формировалась в условиях активного развития средств массовой информации, таких как телевидение, радио, печатные издания.

Термин «информационная культура» в отечественной науке впервые появился в работах Г. Г. Воробьёва. Позднее Г. Г. Воробьёв расширил это понятие, включив в него не только теоретические знания, но и практические аспекты: умения работать с информационными службами, четко определять информационные запросы и эффективно применять полученные данные [1].

К. М. Войханская, Б. А. Смирнова, Э. Л. Шапиро понимали информационную культуру «как библиотечно-библиографическую грамотность» [3]. Данное явление характеризуется способностью находить требуемые материалы с помощью библиографических справочников, каталогов и картотек, включая оформление соответствующих заявок на их получение

Период с 90-х по 2000-е годы характеризовался резким увеличением информационного потока в связи с развитием интернета и цифровых технологий.

В этот период информационная культура по-новому, более широко представлена в трудах Л.А. Прониной: «информационная культура – это совокупность принципов и реальных механизмов, обеспечивающих позитивное взаимодействие этических и национальных культур, их соединение в общий опыт человечества» [6].

Н. И. Гендина в 2000-х годах даёт определение информационной культуры: «как части общей культуры человека, состоящей из сплава информационного мировоззрения, информационной грамотности и грамотности в области информационно-коммуникационных технологий». Можно считать, что автор одной из первых включила в информационную культуру грамотность в ИКТ

[2]. Концепция Гендиной активно используется в современных работах, посвященных проблемам формирования информационной культуры в условиях цифровизации общества.

В 1990–2000-е годы информационная культура приобрела особую значимость, став неотъемлемым компонентом как образовательного процесса, так и повседневных практик. Её формирование способствует не только совершенствованию навыков работы с информацией, но и развитию таких ключевых компетенций, как критическое осмысление данных и эффективная коммуникация.

В 2010-е годы информационная культура стала тесно связана с развитием социальных сетей, мобильных приложений и цифровых платформ.

Н. В. Лопатина, являющаяся одним из ведущих экспертов по ИК, рассматривает информационную культуру в контексте информационной культуры личности: «Информационная культура личности (ИКЛ) – это способ информационного поведения, отражающий информационное мировоззрение субъекта, проявляющийся: во-первых, в умениях и навыках выполнения информационных операций, оперирования социальной информацией; во-вторых, в способности к саморегуляции и самоанализу (рефлексии) собственного информационного поля и информационного поведения; в-третьих, в понимании всеобъемлющих законов информационного развития с целью построения комфортных и эффективных взаимоотношений с окружающей информационной средой» [4]. В современном мире, где информация становится все более доступной и разнообразной, умение правильно ориентироваться в ней и использовать её для собственного развития и успеха становится ключевым навыком.

По Л. Н. Мосуновой и Н. В. Демшиной, ИК – это составляющая общей культуры человека, совокупность информационного мировоззрения и системы знаний и умений, обеспечивающих целенаправленную самостоятельную деятельность по оптимальному удовлетворению индивидуальных информационных потребностей с использованием традиционных и новых информационных технологий [5]. Развитие ИКЛ становится необходимостью для успешного функционирования в обществе. Это включает в себя не только умение работать

с информацией, но и способность критически мыслить, анализировать и синтезировать данные, а также различать достоверные и недостоверные источники информации.

Выводы. Опираясь на анализ результатов, можно сформулировать рабочее определение информационной культуры для целей диссертационного исследования. Информационная культура – это часть культуры личности, направленная на грамотное усвоение информации в профессиональной деятельности и повседневной жизни при помощи определённых методов и процессов для успешной социализации в обществе. Она может проявляться, начиная с умений и навыков работы с информационными ресурсами до успешного формирования процессов поиска, понимания и оценки информации. Также информационная культура отражает способность не только грамотно усваивать информацию, но и воспроизводить её.

Обобщая, можно сформулировать три признака качественно сформированной информационной культуры человека: способность искать и получать информацию с помощью современных ресурсов, умение анализировать полученную информацию, а также способность фильтровать негативную и фейковую информацию.

Данные признаки могут быть применены в образовании, профессиональной деятельности и социальной адаптации. В образовательной сфере они могут стать основой для программ по медиаграмотности, в профессиональной – для тренингов по цифровым компетенциям, в социальной сфере – для просветительских проектов цифровой грамотности. Реализация этих программ будет способствовать повышению информационной безопасности общества и эффективности образовательных процессов в условиях цифровой трансформации.

Библиографический список

1. Воробьев Г. Г. Информационная культура управленческого труда. М. : Экономика, 1971. 108 с.
2. Гендина Н. И. Концепция формирования информационной культуры личности: опыт разработки и реализации // Библиосфера. 2005. № 1. С. 55–62.
3. Коваль Т. С. Развитие содержания понятия «информационная культура личности» // Вестник ТГПУ. 2007. № 7. С. 67–72.

4. Лопатина Н. В. Современная информационная культура и информационные войны / Научно-техническая информация. Сер. 1 Организация и методика информационной работы. М., 2014. № 7. С. 31.
5. Мосунова Л. А., Демшина Н. В. Электронные образовательные ресурсы как фактор развития информационной культуры подростков : монография. Киров : Вятский государственный университет, 2022. 199 с.
6. Пронина Л. А. Информационная культура как фактор развития информационного общества // Аналитика культурологии. 2008. № 10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-kultura-kak-faktor-razvitiya-informatsionnogo-obschestva> (дата обращения: 25.11.2024).

Формирование ключевых элементов инфраструктуры наукоемкого рынка: обоснование необходимости и оценка экономической эффективности

Прядко Светлана Николаевна, канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры менеджмента и маркетинга,
Белгородский государственный национальный
исследовательский университет

Аннотация. Формирование инновационной инфраструктуры, необходимой для формирования наукоемкого рынка, является приоритетной задачей развития российской экономики [1]. Одна из практических задач, направленных на реализацию стратегических целей инновационного развития, – создание ключевых элементов наукоемкого рынка на локальных уровнях, позволяющих аккумулировать необходимые ресурсы; снижать риски; корректировать направление стратегического развития и решать многие другие задачи. Обоснование выбора стратегических элементов инфраструктуры локальных наукоемких рынков обуславливает актуальность и практическую значимость исследования. Цель статьи – расчет экономической эффективности создания исследовательской лаборатории вуза (на примере исследовательской лаборатории НИУ «БелГУ»). В качестве методов исследования выступили ретроспективный контент-анализ научных публикаций в базе данных Google Scholar и расчет экономической эффективности создания научной лаборатории в вузе. В результате проведенных исследований были рассчитаны инвестиционные и капитальные затраты на создание лаборатории, а также показатели эффективности, которые подтвердили высокую рентабельность проекта. В статье представлены расчеты, относящиеся к базовому сценарию создания исследовательской лаборатории вуза, которые являются в достаточной степени универсальными и могут быть использованы для обоснования эффективности создания ключевых элементов инновационной инфраструктуры наукоемких локальных рынков.

Ключевые слова: наукоемкий локальный рынок, университет, оценка эффективности, исследовательская лаборатория.

Введение. Создание элементов инфраструктуры наукоемких рынков является актуальной и практически значимой проблемой исследования. Объектом исследования – Белгородский государственный национальный исследовательский университет. Предмет исследования – инновационная инфраструктура ключевого элемента локального наукоемкого рынка. Цель исследования – обоснование эффективности создания научной лаборатории вуза. Задачи: ретроспективный контент-анализ научных публикаций по проблеме исследования в базе данных Google Scholar; расчет инвестиционных и капитальных затрат на создание лаборатории; разработка базового сценария создания лаборатории, применения для масштабирования результатов в других вузах.

Методы исследования: ретроспективный контент-анализ тематических данных в Google Scholar; расчет финансовых показателей реализации проекта.

Исследование проходило в два этапа. На первом этапе исследования были проанализированы теоретические данные, связанные с обоснованием необходимости и оценкой эффективности создания научных лабораторий вузов, как ключевых элементов инновационной инфраструктуры локального наукоемкого рынка. На втором этапе были рассчитаны показатели экономической эффективности создания научной лаборатории вуза (на примере Белгородского государственного национального исследовательского университета).

Результаты исследований, их обсуждение. Анализ тематических публикаций в Google Scholar показывают, что исследованиям в данной области посвящено более 9 660 тысяч научных статей. Нами была проанализирована динамика публикаций за последние десять лет. Динамика тематических публикаций представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Динамика тематических публикаций поисковой системе Google Scholar [2]

Согласно представленным данным видно, что максимальное количество публикаций, посвящённых проблемам создания научных лабораторий вузов, приходится на период с 2017 по 2019 годы. Значительное снижение публикаций приходится на период с 2020 года по настоящий момент. Анализ цитируемых публикаций позволил выделить несколько направлений исследовательского интереса в данной области:

1) анализ теоретических предпосылок и факторов формирования университетских лаборатории [3];

2) практические вопросы создания научной лаборатории (вопросы ресурсного и кадрового обеспечения и пр.) [4]

3) создание научной лаборатории вуза как элемента инновационной инфраструктуры рынка [5, 6, 7].

Таким образом, анализ теоретических данных по проблеме исследования показал, что создание исследовательской лаборатории вуза является актуальной и практически значимой проблемой исследования. Снижение количественных параметров научных публикаций по данной теме и изменение исследовательской траектории связаны, в первую очередь, с экономическими и социальными изменениями, происходящими в последние годы в экономиках стран.

На втором этапе исследования нами были выделены предпосылки создания лаборатории в условиях НИУ «БелГУ». Основными предпосылками стали следующие:

1) наличие инновационного потенциала Белгородского национального исследовательского университета, миссия которого заключается в решении исследовательских задач международного и общенационального масштаба, в инновационную структуру которого входит: 53 научных направления, 6 научно-исследовательских центров, 3 центра коллективного пользования (технологии и материалы НИУ «БелГУ»; федерально-региональный центр аэрокосмического и наземного мониторинга объектов и природных ресурсов; распределенный центр коллективного пользования НОЦ мирового уровня «Инновационные решения в АПК») и пр. [8];

2) наличие высококвалифицированных кадров: численность персонала, занятого исследованиями и разработками в Белгородской области на конец 2023 года составила 1363 человека; 79,7 % персонала научной сферы в 2023 году имели высшее образование [9].

При помощи онлайн-сервиса СберБанка нами были проведены предварительные расчеты запуска проекта создания научной лаборатории НИУ БелГУ (табл. 1) [10].

Таблица 1

**Инвестиционные и капитальные затраты на открытие научной
лаборатории НИУ «БелГУ»**

Инвестиционные затраты	Стоимость (тыс. руб.)	Капитальные затраты	Стоимость (тыс. руб.)
Общая стоимость	1 075,0	Капитальные затраты	1 075,0
благоустройство и ремонт	625,0	приобретение недвижимости (земельного участка, строений и зданий), а также затраты на её ремонт	625,0
приобретение инструмента и оборудования	0,0	приобретение транспорта и оборудования	0,0
затраты на закупку сырья, материалов, на оплату текущих расходов	450,0	Инвестиции в оборотный капитал	450,0
прочие затраты на запуск бизнеса	0,0	прочие разовые расходы (например, реклама)	0,0

Оценка эффективности реализации проекта открытия научной лаборатории НИУ «БелГУ» представлена в таблице 2.

Таблица 2

**Оценка эффективности реализации проекта открытия научной
лаборатории НИУ «БелГУ»**

Показатель	Значение показателя
Период, через который доходы станут превышать расходы	7 месяцев
Срок окупаемости проекта (DPBP)	20 месяцев
Текущая приведённая стоимость проекта (NPV)	3 362,8 тыс. руб.
Среднемесячная прибыль после запуска проекта	110,5 тыс. руб.
Прогнозная накопленная чистая прибыль итогом к моменту завершения расчётного периода в 5 лет	6 632,5 тыс. руб.
Рентабельность инвестиций (PI)	4,13
Внутренняя норма доходности (IRR)	97,22 % годовых

Выводы. Таким образом, открытие научной лаборатории НИУ «БелГУ» является рентабельным проектом. Представленные расчеты являются в достаточной степени универсальными для многих радиальных вузов, ведущих научные разработки и обладающим необходимым ресурсным потенциалом (материальным, техническим, исследовательским) для проведения научной работы.

Библиографический список

1. Указ Президента России «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», 7.05. 2024. URL: [http:// www.Kremlin.ru/acts/bank/50542](http://www.Kremlin.ru/acts/bank/50542)

2. Поисковая система Google Scholar. URL: https://scholar.google.ru/scholar?q=university+research+laboratory&hl=ru&as_sdt=0%2C5&as_ylo=2023&as_yhi=2023 (дата обращения 23.01. 2025).
3. Satrio T., Wardhani P. Health hazard identification in university research laboratory : A literature review // *Neuro Quantology*. 2023. Vol. 21. № 1. P. 328–335.
4. Mohzana M. et al. Optimization of management of laboratory facilities in the process of learning science at high school // *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 2023. Vol. 9. № 10. P. 8226–8234.
5. Dias A., Selan B. How does university-industry collaboration relate to research resources and technical-scientific activities? An analysis at the laboratory level // *The Journal of Technology Transfer*. 2023. Vol. 48. № 1. P. 392–415.
6. Hurtado-Bermúdez S., Romero-Abrio A. The effects of combining virtual laboratory and advanced technology research laboratory on university students' conceptual understanding of electron microscopy // *Interactive Learning Environments*. 2023. Vol. 31. № 2. P. 1126–1141.
7. Johnson D. et al. From laboratory to clinic: science commercialization within university-centered entrepreneurial ecosystems // *R&D Management*. 2023. Vol. 53. № 1. P. 3–23.
8. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации. URL: https://www.mii.ru/vuz_n/31 (дата обращения 24.01.2025).
9. Передовые производственные технологии, наука и инновации в экономике Белгородской области в 2023 году : аналитический материал / Белгородстат. Белгород, 2023. 72 с.
10. Оценка бизнес-идеи. Онлайн-сервис прогнозирует окупаемость бизнеса, доходы и расходы на основе данных статистики СберБанка или по вашим вводным. URL: <https://sberbank.business-idea/ru/> (дата обращения 09.05.2024).

Новая классификация видов порядка слов: преодоление ограничений традиционных типологий

Ройс Елизавета Владимировна, аспирант,
направление подготовки «Языки народов зарубежных стран (германские языки)»,
Вятский государственный университет

Байкова Ольга Владимировна, д-р филол. наук, доцент,
заведующий кафедрой лингвистики и перевода,
Вятский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена проблемам существующих классификаций порядка слов в синтаксисе и предлагает новый подход, учитывающий не только базовый порядок главных составляющих предложения, но и позиционирование второстепенных членов, а также структурные особенности различных типов сказуемого. Традиционные типологии, представленные в работах Гринберга и других исследователей, не в полной мере отражают синтаксические особенности языков с относительно свободным порядком слов, особенно в историческом аспекте. Предлагаемая классификация расширяет возможности анализа синтаксических структур в диахроническом исследовании, в частности, при рассмотрении эволюции порядка слов в англосаксонских языках от древнеанглийского к среднеанглийскому периоду. Новая типология позволяет более детально отслеживать позиционные трансформации не только главных, но и второстепенных членов предложения в различных типах синтаксических конструкций.

Ключевые слова: порядок слов, типология, лингвистическая классификация, древнеанглийский язык, среднеанглийский язык.

Введение. Синтаксическая система английского языка привлекает внимание исследователей, особенно в контексте исторической трансформации порядка слов. Эволюция английского синтаксиса от свободного порядка слов в древнеанглийском периоде к фиксированному в современном представляет уникальный материал для типологических исследований.

Традиционные классификации порядка слов, такие как работа Гринберга (1962), основанная на шести возможных вариантах расположения подлежащего (S), сказуемого (V) и дополнения (O), имеют ограничения при анализе языков с относительно свободным порядком слов. Они не учитывают такие явления, как разрывное расположение частей составного сказуемого, вариативность позиций второстепенных членов и типы инверсии, характерные для древнеанглийского и среднеанглийского периодов. Актуальность представленного исследования обусловлена необходимостью разработки более детализированной классификации, способной адекватно описать синтаксические особенности древнеанглийского и среднеанглийского языков в диахроническом аспекте.

Цель исследования – разработка новой классификации порядка слов, преодолевающей ограничения существующих типологий и позволяющей более точно анализировать синтаксические структуры указанных периодов.

Методы исследования. Методологическую основу составляет комплексный подход, включающий сравнительно-исторический, структурный и типологический анализ. Используются методы синхронного и диахронного анализа для изучения эволюции синтаксических структур. Материалом исследования служат корпуса текстов древнеанглийского и среднеанглийского периодов, включая "Беовульф", "Англосаксонскую хронику" и произведения Чосера. Особое внимание уделяется критическому анализу существующих классификаций (Гринберг, работы отечественных англистов: Иванова, Чахоян, Беляева), что позволяет выявить их ограничения и определить направления для усовершенствования типологии.

Результаты исследования и их обсуждение.

1.1. Существующие классификации порядка слов: критический анализ

Классификация Гринберга, одна из наиболее известных типологий порядка слов, основана на расположении трёх ключевых элементов: S (подлежащее), O (дополнение) и V (глагол). Возможные комбинации включают SOV, SVO, VSO, VOS, OSV, OVS. Однако её анализ выявляет структурные ограничения, снижающие применимость для языков со свободным порядком слов, таких как древнеанглийский. Как отмечается в современных исследованиях, "базовый порядок слов не является достаточным для типологической классификации и не определяет частные порядки, такие как расположение обстоятельств и именных групп" [1, с. 45].

Основные ограничения классификации Гринберга:

1. Фокус только на S, O, V без учёта других компонентов предложения.
2. Пренебрежение позиционированием обстоятельств и определений.
3. Предположение о наличии дополнения во всех предложениях, что не соответствует практике (например, при непереходных глаголах).
4. Рассмотрение сказуемого как единого элемента без учёта его структурных особенностей (простое, составное глагольное, составное именное).
5. Ориентация только на утвердительные предложения.

В учебнике «История английского языка» под редакцией И. Ивановой, Л. Чахоян и Т. Беляевой (1999) предложена альтернативная классификация, основанная на схемах SP (Subject + Predicate), SPO (Subject + Predicate + Object) и SPC (Subject + Predicate + Complement). Хотя она учитывает некоторые особенности английского предложения, её также нельзя считать достаточной для анализа свободного порядка слов в древнеанглийском языке.

Как подчёркивает В.Н. Денисенко, "построение классификации и распределение языков по её рубрикам является важной задачей типологической лингвистики и средством проверки типологического метода" [2, с. 76]. В этом контексте существующие классификации требуют доработки для более точного описания порядка слов в древнеанглийском и среднеанглийском языках.

1.2. Новая классификация порядка слов: теоретическое обоснование

Предлагаемая классификация порядка слов основывается на синтаксическом подходе с акцентом на членах предложения, а не частях речи. Она учитывает структурные особенности сказуемого и позиционирование второстепенных членов относительно главных.

Особенностью древнеанглийского языка является разрывное расположение частей составного сказуемого, что требует их отдельного обозначения в классификации для точного анализа их позиций. Основные элементы предлагаемой классификации:

Главные члены предложения:

S – subject (подлежащее)

SVP – simple verbal predicate (простое глагольное сказуемое), состоящее из глагола в личной форме

CVP – compound verbal predicate (составное глагольное сказуемое), которое может быть двух видов:

1. **CVAP** – compound verbal aspect predicate (составное аспектное глагольное сказуемое)

– **CVAPa** (a – aspect verb) – аспектная часть, выраженная аспектным глаголом

– **CVAPi** (v – infinitive verb) – часть с основным глаголом в начальной форме

2. **CVMP** – compound verbal modal predicate (составное модальное глагольное сказуемое)

- **CVMPm** (m – modal verb) – модальная часть
- **CVMPi** (i – infinitive verb) – часть с основным глаголом в начальной форме

CNP – compound nominal predicate (составное именное сказуемое)

- **CNPi** (l – link verb) – глагол-связка
- **CNPn** (n – nominal part) – именная часть

Второстепенные члены предложения:

O – object (дополнение), с учетом различных видов дополнений:

- **O1** – прямое дополнение
- **O2** – косвенное беспредложное дополнение
- **O3** – косвенное предложное дополнение

AM – adverbial modifier (обстоятельство)

- **AMpl** – adverbial modifier of place (обстоятельство места)
- **AMt** – adverbial modifier of time (обстоятельство времени)
- **AMd** – adverbial modifier of degree and measure (обстоятельство степени и меры)

- **AMm** – adverbial modifier of manner (обстоятельство образа действия)

Att – attribute (определение), которое может относиться к любому существительному в предложении.

При наличии нескольких однородных членов предложения используются подстрочные индексы для их нумерации. Предлагаемая классификация детально описывает синтаксические конструкции древне- и среднеанглийского языков, учитывая свободный порядок слов и разрывное расположение частей составного сказуемого, характерное для древнеанглийского периода и исчезнувшее к концу среднеанглийского.

1.3. Применение новой классификации при анализе порядка слов в древнеанглийском и среднеанглийском языках

Разработанная классификация позволяет проследить эволюцию порядка слов от относительно свободного в древнеанглийском к более фиксированному

в среднеанглийском периоде. Особенно эффективно она работает при анализе следующих синтаксических явлений:

1. Разрывное расположение частей составного сказуемого. Например, в древнеанглийском предложении "ƿa wæs Hroðgare here-spēd ġyfen" (Тогда была Хродгару воинская слава дана) составное именное сказуемое (wæs ... ġyfen) разрывается дополнением и подлежащим. Согласно новой классификации, это можно представить как: AMt – CNP1 – O2 – S – O1 – CNPn.

2. Инверсия подлежащего и сказуемого. Данное явление, типичное для древнеанглийского и раннего среднеанглийского, легко описывается с помощью предлагаемой системы обозначений: SVP – S (в случае простого глагольного сказуемого) или CNP1 – S – CNPn (в случае составного именного сказуемого с инверсией).

3. Варьирование позиций второстепенных членов предложения. Новая классификация позволяет точно фиксировать положение обстоятельств и определений относительно главных членов, что особенно важно при изучении трансформации порядка слов в диахроническом аспекте.

4. Эволюция позиции дополнения. Как отмечает А.В. Циммерлинг, "основой анализа служат древовидные диаграммы и X-bar теория, которые отражают иерархическую структуру предложений" [3, с. 129]. Наша классификация, хотя и не использует непосредственно X-bar теорию, позволяет отслеживать изменения в позиционировании прямого и косвенного дополнений от древнеанглийского к среднеанглийскому.

Особую ценность предлагаемая классификация представляет при анализе конструкций с составным сказуемым, где части сказуемого могут занимать различные позиции в предложении. Это явление, характерное для древнеанглийского синтаксиса, постепенно утрачивалось в среднеанглийский период, что отражает общую тенденцию к фиксации порядка слов.

Выводы. Разработанная классификация порядка слов – важный шаг в развитии типологического подхода к анализу синтаксических структур, особенно в диахронии. Её преимущества: 1) учёт особенностей различных типов ска-

зуемого (простое, составное глагольное, составное именное); 2) детальный анализ позиций второстепенных членов предложения; 3) точная фиксация разрывного расположения частей составного сказуемого; 4) применимость к языкам со свободным порядком слов, включая древнеанглийский; 5) возможность отслеживания трансформации порядка слов в диахронии.

Классификация расширяет возможности анализа синтаксиса и эволюции порядка слов от древнеанглийского к среднеанглийскому периоду. Она применима не только для истории английского языка, но и для типологии других языков. Перспективы исследования включают анализ более широкого корпуса текстов и расширение типологии на другие типы предложений.

Библиографический список

1. Гринберг Дж. Некоторые грамматические универсалии, преимущественно касающиеся порядка значимых элементов // Новое в лингвистике. Вып. V. М. : Прогресс, 1970. С. 114–162.
2. Денисенко В. Н. Функции морфологических чередований в системе русского словоизменения // Вестник Российского университета дружбы народов. 2016. № 3. С. 74–81.
3. Циммерлинг А. В., Лютикова Е. А. Approaching v2: verb second and verb movement // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии : по материалам ежегодной Международной конференции «Диалог». М., 2015. С. 126–138.
4. Иванова И. П., Чахоян Л. П., Беляева Т. М. История английского языка. СПб. : Лань, 1999. 512 с.
5. Лютикова Е. А., Ронько Р. В., Циммерлинг А. В. Дифференцированное маркирование аргументов: морфология, семантика, синтаксис // Вопросы языкознания. 2016. № 6. С. 79–117.

Познавательный потенциал военно-исторической миниатюры

Рычкова Ольга Владимировна, канд. ист. наук, доцент,
доцент кафедры истории и политических наук,
Вятский государственный университет

Капустин Алексей Александрович, студент,
направление подготовки «Методология исторического образования»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье исследуется актуальная в современной педагогической сфере проблема использования игровых практик в обучении. Авторами проанализирована роль военно-исторической миниатюры как важного средства обучения и воспитания школьников. Целью статьи является раскрытие познавательного потенциала военно-исторической миниатюры и возможности её применения в обучении истории. Задачи: 1) исследовать теоретические основы применения военно-исторической миниатюры в образовательном процессе; 2) проанализировать эволюцию военно-исторической миниатюры от элемента изобразительного искусства до педагогического инструмента; 3) выявить дидактические особенности военно-исторических миниатюр, определяющие их образовательную ценность.

Военно-историческая миниатюра обладает значительным образовательным потенциалом: эффективна в патриотическом воспитании обучающихся; может использоваться как самостоятельный педагогический инструмент; позволяет сочетать традиционные и современные методы обучения. Исследование подтверждает, что военно-историческая миниатюра может быть эффективным дополнением к традиционным методам обучения, особенно в контексте патриотического воспитания и изучения военной истории.

Ключевые слова: военно-историческая миниатюра, познавательный потенциал, обучение, стендовый моделизм, варгейм.

Современная система образования немыслима без опоры на познавательный интерес. Захватить внимание школьника учебным материалом, заложить нить предметного увлечения можно с помощью разнообразных средств и методов (от классических до современных интерактивных). Традиционно важное место в этой педагогической задаче уделяется использованию игровых практик в процессе преподавания.

С 2000-х г. в образовательной среде повсеместно фигурирует термин геймификация. О её положительном влиянии на учебный процесс (при умеренном использовании) и её видах говорится во многих научных исследованиях [1]. Геймификацию (или ее отдельные стороны) активно используют и на уроках истории. Кандидат педагогических наук Г. С. Купалов на основе своего опыта определяет потенциал применения геймификации как новаторского метода организации обучения на уроках истории [2].

Одна из разновидностей геймификации основывается на использовании военно-исторической миниатюры в контексте настольного исторического варгейма. Варгейм (от англ. wargame, дословно «военная игра») – это настольная военно-историческая игра, которая является разновидностью имитационного моделирования [3, с. 91]. Симуляция и реконструкция военных конфликтов в данной виде стратегических игр опирается на три ключевых элемента: проработанные правила, военно-историческая миниатюра и игральные кубики.

Прежде чем обратиться к своему опыту и определить познавательный потенциал военно-исторической миниатюры, обратим внимание на следующее обстоятельство. Несмотря на растущий интерес к этому средству обучения в педагогической науке отсутствует научное определение. Зато коллекционные форумы и музейные площадки изобилуют подходами к этому направлению обучающей игровой наглядности. Суммируя общие подходы околопедагогического сообщества, сформируем следующее определение: Военно-историческая миниатюра (далее – ВИМ) – это продукт творческой деятельности, представляющих людей, вооружение и военную технику в соответствии с имеющимися в исторической науке сведениями о событиях прошлого.

Более лаконично ВИМ можно охарактеризовать, как масштабную модель, исторически достоверно воспроизводящую воинов, вооружение и военную технику.

Таким образом, цель исследования – раскрыть познавательный потенциал военно-исторической миниатюры и возможности её применения в обучении истории в реальных учебных условиях.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

1. Исследовать теоретические основы применения военно-исторической миниатюры в образовательном процессе.
2. Проанализировать эволюцию военно-исторической миниатюры от элемента изобразительного искусства до педагогического инструмента.
3. Выявить дидактические особенности военно-исторических миниатюр, определяющие их образовательную ценность.

Следует обратиться к истории развития самой миниатюры. Деревянные фигурки небольшого размера, датированные 2000 г. до н. э. из Египта можно считать предками современной коллекционной миниатюры. Однако в силу того, что эти скульптуры вероятно играли ритуальную роль, а не были объектом коллекционирования или игры, то относить их к категории военно-исторической миниатюры можно лишь с большими оговорками. Французский египтолог Гастон Масперо пишет о причинах появления этих скульптурок: «К концу мемфисской эпохи эти фигуры вассалов и рабов делаются многочисленнее и начинают группироваться в целые сцены: произошло это также ради утилитарной цели. Строить гробницы с изваяниями или живописью на стенах было очень дорого, и загробная жизнь оставалась привилегией богатых и знатных» [4, с. 116]. В Средние века благородные юноши изучали воинское вооружение по детально изготовленным фигуркам рыцарей, которых с уверенностью можно отнести к военно-исторической миниатюре. Многие европейские и русские монархи владели крупными коллекциями миниатюр. Например, широко известен факт, что Петр III был увлеченным коллекционером и владел внушительной армией фигурок [5]. В целом вопрос истории развития миниатюры интересен и заслуживает отдельного изучения.

Миниатюра на военно-историческую тематику присутствует в жизни современных людей прежде всего в формате игрушек, так называемых солдатиков. Многие мальчики, представляя себя полководцами устраивали масштабные игрушечные баталии. У некоторых это детское увлечение со временем перерастает в хобби – коллекционирование, варгейм, создание диорам.

Военно-историческая миниатюра может выступать важнейшим компонентом образовательного процесса в различных аспектах.

Во-первых, как средство наглядности, способствующее более эффективному усваиванию учебного материала.

Во-вторых, может быть средством деятельностного подхода в обучении, который подразумевает активное творческое участие учащегося в педагогическом процессе. Для того, чтобы смоделировать диораму, необходимы знания не только в области художественно-прикладного творчества, но и понимание ис-

торического контекста отображаемых событий. Игроки в настольный исторический варгейм, который можно сравнить с реконструкцией сражений прошлого, в ходе подготовки к непосредственно игре, также повышают уровень своих знаний по истории.

Анализируя классификации военно-исторической миниатюры, с точки зрения обучения истории нам важна типология по таким характеристикам, как масштаб, степень подобия и уровень росписи [6].

В практической деятельности военно-историческая миниатюра может использоваться следующим образом.

1) Стендовый моделизм [7]. Исследователь Е. А. Калиничев дает такое определение стендовому моделизму – это вид технического творчества, в результате которого создаются копии реальных предметов, т. е. их масштабные прототипы [8, с. 1364]. Также следует упомянуть диорамное моделирование, которое подразумевает собой создание диорам. Практически это идентичный процесс стендовому моделизму. Отличие заключается в продукте интеллектуальной и творческой деятельности, а именно стендовая модель – это отражение более конкретного эпизода, а диорама – это миниатюрная визуализация крупномасштабных событий.

2) настольные военно-исторические игры [9].

В нашей практике был применен метод диорамного моделирования с использованием военно-исторической миниатюры. Диорамная реконструкция конкретного эпизода истории, в частности сражений, требует тщательной подготовки, в том числе теоретической. Что бы относительно точно смоделировать, к примеру Бородинское сражение необходимо изучить рельеф местности, противостоящие стороны и их вооружение, и униформу, тактическую схему сражения, его ход и результаты и еще множество нюансов. Такой творческо-деятельный подход будет способствовать более эффективному усвоению знаний.

Занятие (2 урока) по созданию диорамы «Бородинское сражение» в 8 классе было нацелено на изучение исторического материала через практическую деятельность. Перед занятием обучающимся были предоставлены нагляд-

ные материалы: деревянные основы для диорамы, военно-историческая миниатюра, карты и схемы сражения, грунт, клей и декоративные элементы (растительность, камни и т. п.).

На первом (теоретическом) этапе занятия учащиеся получили историческую справку о ходе Бородинского сражения и его значении в мировой истории. Тут же были объяснены задачи занятия, продемонстрированы примеры диорам.

Следующий этап занятия – практическая работа, которая подразумевала активную работу в 4 группах, каждая из которых занимается своим фрагментом общей диорамы. Обучающиеся должны были подконтрольно оформить основы диорамы, создать ландшафт Бородинского поля и разместить фигурки в соответствии с данными карт сражения.

Завершением практической работы стало соединение фрагментов диорамы каждой группы в единое произведение.

Заключительный этап занятия рассчитан на 10 минут и включал совместную презентацию, обсуждение результатов труда и получение обратной связи от учащихся.

Анализ проведенного занятия продемонстрировал не только развитие у учеников практических навыков коммуникации, работы в команде, пространственного мышления и воображения, но и получение более глубоких знаний о данном историческом событии. Подобная работа может усилить мотивацию обучающихся для дальнейшего изучения темы.

Отдельно следует сказать, что использование миниатюры способствует развитию патриотических качеств в школьников: помогает учащимся понять значение исторических событий, роль защитников Родины, осознать ценность мира. Занятия с использованием ВИМ способствуют не только более детальному изучению истории, но и помогают сохранять память о подвигах предков.

Таким образом, военно-историческая миниатюра обладает значительным познавательным потенциалом, который реализуется через творческий и игровой процессы. Интеграция военно-исторической миниатюры в образовательный процесс эффективна, так как позволяет наглядно представить исторические со-

бытия, расширить предметные знания, укрепить патриотические настроения и укрепить познавательный интерес у обучающихся. Такой подход позволяет комплексно развивать личность, соединяя теоретические знания с практическими навыками, историческое познание с техническим творчеством, и индивидуальное развитие с социальной адаптацией.

Библиографический список

1. Тарасова О. А. Использование элементов геймификации в образовательном процессе вуза // Конструктивные педагогические заметки. 2021. № 10.1 (17). С. 233–241. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47917669_45212228.pdf (дата обращения: 10.04.2025).
2. Купалов Г. С. Применение геймификации на уроках истории в школе // Актуальные вопросы гуманитарных наук: теория, методика, практика. 2023. С. 272–279. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_61746506_47259805.pdf (дата обращения: 07.04.2025).
3. Еремин А. А. Использование «варгеймов» в исследовании международных отношений // Мировая экономика и международные отношения. 2021. Т. 65. № 12. С. 90–100. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47392646_41426064.pdf (дата обращения: 05.04.2025).
4. Масперо Г. Египетъ («Ars una – Species Mille»). М., 1915. 403 с. URL: https://psv4.userapi.com/s/v1/d/QZD3A_z_OU2mZS7NvtQJNBOPBwsSKE49mTn87spFLyQ_INpDAKsMx3W8K5GAdFnhUUI-mnKlgONjdqzZmvZOZndCw7PqBGLwQDswTST1yaFzRrEB/Maspero_G_-_Egipet__Ars_una__Species_Mille.pdf (дата обращения: 04.04.2025).
5. Зимин И. В. Солдатики императоров: от Петра III до Николая II // Военно-исторический журнал. 2018. № 4. С. 74–76. URL: https://elibrary.ru/file_article.asp (дата обращения: 02.04.2025).
6. Космолинский П., Таланов А. Военно-историческая миниатюра // Советский коллекционер. 1989. № 27. С. 194–208. URL: <https://forum.koof.ru/viewtopic.php?f=47&t=2798> (дата обращения: 04.04.2025).
7. Воронов С. А. Стендовый моделизм и создание военно-исторических миниатюр как форма военно-патриотического воспитания // Вестник Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. 2022. № 1 (18). С. 121–124. URL: <https://www.Elibrary.ru/item.asp?id=48183584> (дата обращения: 25.03.2025).
8. Калинин Е. А. Стендовый моделизм как инструмент изучения военной истории государства // Актуальные проблемы науки и техники. 2022. С. 1363–1366. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_50075641_98725259.pdf (дата обращения: 30.03.2025).
9. Харинин А. И., Харинина Л. В. Настольная военно-историческая игра как форма исторической реконструкции // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 4. История. Регионоведение. Международные отношения. 2020. С. 126–140. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_42503673_53519265.pdf (дата обращения: 29.03.2025).
10. Казачков О. В. Генезис скульптурной миниатюры в настольных военно-исторических играх // Вестник ГГУ. 2023. № 5. С. 98–103. URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_54811720_22514474.pdf (дата обращения: 03.04.2025).

Специфика синтаксиса в типе речи «Описание» (на материале архивных немецких фронтовых документов)

Смирнов Павел Сергеевич, аспирант,
направление подготовки «Языки народов зарубежных стран (германские языки)»,
Вятский государственный университет

Байкова Ольга Владимировна, д-р филол. наук, доцент,
заведующий кафедрой лингвистики и перевода,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье рассматриваются синтаксические особенности немецких фронтовых документов периода Великой Отечественной войны. Архивные немецкие военные тексты представляют ценный материал для изучения языковых особенностей военной коммуникации. Исследование раскрывает синтаксическую специфику фронтовых документов (приказов, донесений, сводок), уделяя особое внимание выражению логических категорий. Методология включает функционально-стилистический и контекстуальный анализ. На материале 1200 страниц архивных документов вермахта исследуются специфические конструкции, используемые в военных текстах. Особое внимание уделяется средствам выражения логических категорий в типе речи «описание». Результаты выявили: стандартизированные синтаксические конструкции; преобладание определительных придаточных предложений и препозитивных причастных оборотов; зависимость синтаксиса от функционального назначения текста. Выводы исследования значимы для теории военного дискурса и практики перевода исторических документов. Работа вносит вклад в изучение языковых механизмов в военной коммуникативной среде и открывает перспективы для сравнительных исследований военных текстов.

Ключевые слова: немецкие фронтовые документы, типы речи, описание, логические категории, синтаксические средства.

Введение. Письменные источники военного времени сохраняют свою актуальность в качестве объекта лингвистических исследований благодаря высокой степени вариативности, обусловленной особенностями коммуникативных целей и условий. Это позволяет относить их к специализированным функциональным стилям [3, 8]. Следует отметить, что в существующих работах преимущественно исследуется узкоспециальная, особенно военная, лексика, наиболее явно отражающая предметную специфику коммуникации в данной сфере [1, 2, 7]. В то же время синтаксические особенности таких текстов остаются малоизученными. Настоящее исследование направлено на устранение этого пробела. Его основная цель – анализ синтаксических структур немецких военных документов, используемых для выражения ключевых логических категорий. В рамках работы решается ряд задач: 1) классификация фронтовых документов с точки зрения их функциональной принадлежности; 2) выявление и

систематизация синтаксических средств передачи базовых логических категорий в типе речи «описание».

Материалы и методы исследования. Методологическая база исследования включает теоретические подходы (анализ и обобщение литературы по изучаемой проблеме) и эмпирические методы: непосредственное наблюдение, аналитическое описание языковых фактов, контекстуальный анализ. Материалом для исследования послужили архивные документы немецких воинских подразделений (1200 страниц), предоставленные Кировской областной молодёжной поисковой организацией «Долг» и музейно-выставочным комплексом «Плацидарм» (г. Киров).

Необходимо отметить, что исследование корпуса немецких фронтовых документов позволило идентифицировать три основных типа речевой организации: повествование, описание и рассуждение. Структурно-логические особенности каждого типа проявляются через специфику синтаксических конструкций, предикативных единиц и способов реализации логических связей. Согласно типологии О. А. Нечаевой, базовыми логическими отношениями выступают атрибуция, конъюнкция и импликация. [5] Атрибуция выражается через определительные придаточные предложения, препозитивные причастные обороты, а также номинативные и инфинитивные конструкции. Конъюнкция реализуется посредством однородных предикатов, сложноподчинённых предложений с придаточными дополнения, сложносочинённых и бессоюзных конструкций. Импликация передаётся через условные, причинные и следственные придаточные, номинативные конструкции и несогласованные причастные обороты. [4] Основное внимание в данной статье уделяется узуальным характеристикам атрибуции в немецких военных документах.

Результаты и обсуждение. Категория атрибуции (признаковости), являясь фундаментальной логической категорией описательного типа речи [6], занимает значительное место в военных текстах информативного характера. Наиболее распространённым средством выражения атрибутивных отношений выступают сложноподчинённые предложения с постпозитивными определительными при-

даточными. Данная синтаксическая конструкция обеспечивает чёткую семантическую связь между определяемым понятием и его характеристикой, что соответствует требованиям точности и однозначности военной документации.

Иллюстрацией данного явления могут служить следующие примеры из архивных материалов: «*In den späten Abendstunden wurden in erbitterten, nur langsam bodengewinnenden Kämpfen 7 Panzer, die durch die hervorragende Artillerieunterstützung zum Teil bewegungsunfähig geschossen waren, vernichtet...*» (Поздно вечером в ожесточённых боях, медленно продвигаясь вперёд, было уничтожено 7 танков, которые были выведены из строя благодаря отличной поддержке артиллерии). Аналогичная структура наблюдается в приказе батальону Шарф: «*Befehl an Btl. Scharf, welches vom Igel Molwotizy über Belj den Raum Kornewo-Lunewo-Tschernoja erreicht hat...*» (Приказ батальону Шарф, который уже вышел из опорного пункта Молвотицы...).

Характерной особенностью синтаксиса немецких военных документов является активное использование распространённых препозитивных причастных оборотов, выполняющих атрибутивную функцию. Так, в донесении отмечается: «*In den Morgenstunden überraschend gegen Antanowo vorstossender Stosstrupp in Stärke 60 Mann und gegen Djagilewo vorgetragener Angriff in Kompaniestärke...*» (В утренние часы неожиданно наступавший на Антаново ударный отряд численностью 60 человек и атака роты на Дягилево...). Подобные конструкции, отличаясь высокой информационной плотностью, позволяют компактно выразить значительный объём сведений, что особенно важно в условиях оперативной документации.

Примечательно, что в исследуемом материале не зафиксировано случаев использования постпозитивных причастных оборотов с атрибутивной функцией. Это можно объяснить требованиями к однозначности восприятия информации в боевых условиях, так как подобные конструкции могут создавать семантическую неопределённость в сложных синтаксических структурах.

Помимо указанных средств, атрибутивные отношения в военных документах выражаются через самостоятельные предложения, связанные по смыслу с предыдущим контекстом. Например: «*Russisches Skibtl. besetzt nördlich*

Star. Nowossel die Straße. Diese Straße wird angriffsweise unter hohen Feindverlusten freigemacht...» (Русский лыжный батальон занимает участок севернее деревни Старый Новосел. Участок освобождён в ходе наступательных действий...). Аналогичный пример наблюдается в следующем фрагменте: «*Mit Panzerunterstützung dringt der Feind in Welikuscha ein und nimmt den Ort. Welikuscha wird im Gegenstoß verhältnismäßig leicht wiedergenommen.*» (При поддержке танков противник проникает в Великушу и захватывает населенный пункт. Контроль над Великушей быстро возвращается в ходе контратаки).

Таким образом, анализ немецких военных документов демонстрирует разнообразие синтаксических средств выражения атрибутивных отношений, выбор которых обусловлен как лингвистическими факторами, так и экстралингвистическими требованиями к военной документации.

Выводы. Установлено, что фронтовые документы вермахта занимают особое место в системе военных текстов, выполняя строго регламентированную информационно-управленческую функцию. Это подтверждается их структурной организацией, высокой степенью стандартизации и чёткой адресностью, что расширяет существующие представления о функциональной стратификации военного дискурса.

Выявлен и систематизирован комплекс синтаксических средств выражения атрибутивных отношений в немецких военных документах, включающий: сложноподчинённые предложения с постпозитивными определительными придаточными, препозитивные причастные обороты и контекстуально связанные самостоятельные предложения. Данный результат вносит вклад в развитие теории функционального синтаксиса, дополняя существующие классификации особенностями военного регистра.

Практическая значимость исследования проявляется в переводоведении: полученные результаты способствуют выработке адекватных стратегий перевода военных текстов, учитывающих их структурно-семантические особенности.

Новизна исследования заключается в комплексном подходе к анализу синтаксиса военных документов, который впервые рассматривается через приз-

му реализации логических категорий в условиях экстремальной коммуникации. Результаты работы могут найти применение в академической практике при подготовке специалистов в области военного перевода, а также в музееведении и архивном деле при атрибуции исторических документов.

Библиографический список

1. Бондарко А. В. Теория функциональной грамматики и вопросы аспектологии. Л., 1983. 208 с.
2. Дуброва Ю. Ю. Структурно-содержательная специфика многокомпонентных терминов в военном дискурсе : автореф. дис. ... канд. филол. наук: 10.02.19. М., 2015. С. 38–43.
3. Калашникова О. А., Самойлова А. В. Военно-научный текст как объект лингвистического анализа // Известия ВГПУ. Филологические науки, 2021. № 4 (157). С. 124–130.
4. Лушева Е. П. Особенности синтаксиса немецких военно-политических текстов : автореф. дис. ... канд. филол. наук: 10.02.19. М., 1991. С. 1–21.
5. Нечаева О. А. Функционально-смысловые типы речи (описание, повествование, рассуждение). Улан-Удэ, 1974. 261 с.
6. Панфилов В. З. Философские проблемы языкознания. М. : Наука, 1977. 287 с.
7. Стрелковский Г. М. Теория и практика военного перевода: немецкий язык. М., 1979. 272 с.
8. Юсупова Т. С. Структурные особенности военного дискурса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2009. Т. 11. Вып. 4. С. 1055–1057.

Анализ эффективности рекламных кейсов для рекламодателей (на примере радиостанции «Киров Град»)

Тимшин Вадим Алексеевич, канд. филос. наук, доцент,
доцент кафедры журналистики и интегрированных коммуникаций,
Вятский государственный университет

Федяева Анна Филипповна, канд. психол. наук, доцент,
доцент кафедры журналистики и интегрированных коммуникаций,
Вятский государственный университет

Буликашкина Яна Вячеславовна, студент,
направление подготовки «Реклама и связи с общественностью»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье представлен анализ мотиваций и предпосылок для разработки и предоставления рекламодателям кейсов по проведённым рекламным кампаниям. Особое внимание уделено практическому опыту по работе с рекламными кейсами радиостанции «Киров Град», которая является единственной разговорной радиостанцией в регионе, имеющая шесть часов вещания в день, и которая впервые стала использовать рекламные кейсы. Для оценки их эффективности было проведено исследование, результаты которого показывают заинтересованность рекламодателей в подобных материалах, их желание продолжать сотрудничество с радиостанцией и высокую вероятность того, что рекламодатели будут рекомендовать радиостанцию «Киров Град» другим рекламодателям. Полученные результаты могут быть полезны для других рекламопроизводителей и рекламораспространителей, стремящихся к повышению эффективности своей рекламной деятельности, удержанию постоянных рекламодателей и привлечению новых рекламодателей.

Ключевые слова: рекламная кампания, разговорное радио, рекламный кейс.

Введение. Традиционные медиа все чаще кажутся некоторым рекламодателям неэффективными площадками в условиях перенасыщенного информационного пространства [4]. Так, разговорные радиостанции сталкиваются с рядом проблем при привлечении рекламодателей и в продолжении работы с ними после окончания рекламной кампании.

Потенциальные рекламодатели часто сомневаются в способности контента радиостанции удерживать внимание слушателей и влиять на их решения. В то время как Интернет предлагает более разнообразные и интерактивные рекламные форматы, отвлекая внимание рекламодателей от радио и других традиционных площадок.

В отличие от интернет-площадок, есть затруднения с таргетингом рекламных сообщений. Радиостанции могут сегментировать аудиторию по времени суток и типу контента, однако возможности точного таргетинга, сравнимые с онлайн-рекламой, отсутствуют.

Измерение эффективности рекламных кампаний на разговорном радио требует более изощренных методов, чем просто подсчет прослушиваний. В отличие от цифровых платформ, точная атрибуция продаж или целевых действий к радиорекламе затруднена, что снижает доверие рекламодателей к показателю окупаемости.

Все это, в условиях стремительного развития технологий и изменения потребительских предпочтений, заставляет рекламопроизводителей и рекламодателей искать новые, интересные способы завоевания внимания рекламодателей, не только создавать эффективные рекламные кампании [2], но и умело рассказывать об этом. Тем более, что на рынке появляется всё больше квалифицированных специалистов по рекламе [3].

Одним из инструментов повышения уровня лояльности рекламодателей, их уверенности в способности радиостанции предлагать творческие решения, укрепления длительных партнерских отношений, может стать демонстрация успешных рекламных кейсов. Кейс – это детальное описание конкретной ситуации, проблемы или проекта, а также способов ее решения и достигнутых результатов [1]. Рекламный кейс – это частный случай, фокусирующийся на конкретной рекламной кампании. Он рассказывает о целях кампании, целевой аудитории, использованных инструментах и каналах, а также об измеримых результатах, таких как увеличение продаж, узнаваемость бренда или вовлеченность аудитории.

Для рекламопроизводителей кейсы – это портфолио, доказывающее их способность решать сложные задачи и создавать эффективную рекламу. Они позволяют продемонстрировать креативные решения, глубокое понимание целевой аудитории и умение работать с различными медиаканалами. Для рекламодателей кейсы – это доказательство эффективности их платформ и каналов. Они демонстрируют, как именно их инструменты помогают рекламодателям достигать поставленных целей, будь то повышение узнаваемости бренда, увеличение продаж или привлечение новых клиентов. Для рекламодателей кейсы – это источник практических знаний. Они позволяют увидеть, как

другие компании успешно решали схожие задачи, какие стратегии и тактики привели к успеху, и какие ошибки следует избегать. Изучение собственных кейсов помогает рекламодателям принимать обоснованные решения и инвестировать в наиболее эффективные рекламные кампании. А также выбирать наиболее подходящие для них форматы работы повторно.

С 2025 года на радиостанции «Киров Град» впервые стали использовать метод кейсов для работы с рекламодателями. Радиостанция «Киров Град» является единственной разговорной радиостанцией в регионе, имеющая шесть часов вещания в день. Она вошла в ТОП-10 наиболее цитируемых СМИ Кировской области по версии «Медиалогии» по результатам исследования в 2024 году [5]. На данный момент накопился некоторый опыт, а также набор кейсов, которые потребовали их оценки со стороны рекламодателей.

Методы исследования. Письменный опрос основных рекламодателей радиостанции «Киров Град» и анализ полученных данных позволили понять эффективность разработанных кейсов, оценить их нужность в работе.

Результаты исследования, их обсуждение. Для оценки эффективности разработанных на радиостанции «Киров Град» рекламных кейсов, были отобраны 10 рекламодателей, которые ранее проводили здесь свои рекламные кампании. Пять из них получали в пользование разработанные сотрудниками радиостанции кейсы, а пять рекламодателей таких кейсов по итогам рекламной кампании не получали.

Всем рекламодателям было предложено письменно ответить на несколько вопросов, среди которых: порекомендовали бы они радиостанцию в качестве рекламного исполнителя своим знакомым; вернулись бы они повторно за рекламой; как разработанный и предоставленный радиостанцией кейс по проведённой рекламной кампании повлиял на их дальнейшее сотрудничество с радиостанцией. Предлагалось также оценить уровень удовлетворённости радиостанцией как рекламной площадкой.

Проведенный опрос дал следующие результаты. 78% рекламодателей, получивших детальный кейс с анализом результатов их рекламной кампании на

радиостанции, вернулись за повторной рекламой в течение шести месяцев. Среди тех, кто кейс не получал, вернулось бы за повторной рекламой только 45% рекламодателей.

Уровень удовлетворенности радиостанцией как рекламной площадкой у рекламодателей, получивших кейсы, составил 87%, а уровень удовлетворенности тех, кто кейс не получил – 62%.

Показательно, что 92% рекламодателей после окончания рекламной кампании используют кейсы для внутренней отчетности и демонстрации эффективности рекламы своим руководителям. 65% адаптировали материалы кейса для использования в своих маркетинговых презентациях и медиапланировании.

Некоторые рекламодатели отметили, что в период отсутствия радиорекламы наблюдалось незначительное снижение объемов продаж и снижение интереса потребителей к устаревшим продуктам компании. Одним из ключевых аспектов, повлиявших на выбор некоторыми рекламодателями радиорекламы, являлся её образный и эмоциональный контент, который успешно привлекает внимание и вызывает интерес слушателей.

После того, как с начала 2025 года радиостанция стала предлагать рекламодателям разрабатывать кейс по проведенной рекламной кампании, индекс лояльности рекламодателей к радиостанции «Киров Град» увеличился на 35% по сравнению с 2024 годом. Это свидетельствует о значительном повышении вероятности того, что рекламодатели будут рекомендовать радиостанцию «Киров Град» другим рекламодателям.

Выводы. Проведенное исследование подчеркивает важность разработки кейсов на разговорном радио, их влияние на эффективность дальнейших взаимодействий с рекламодателями, а также на увеличение и расширение клиентской базы.

В современных условиях, где внимание организаций к радиостанциям может становиться все более дефицитным, создание релевантного и интересного кейса, основанного на глубоких знаниях о целевой аудитории, рекламодателе и результатах проведенных кампаний, является ключом к успеху.

Библиографический список

1. Еремин А. С. Разработка и апробация кейсов // Инновации в образовании. 2010. № 3. С. 15–36. EDN KZYNTD.
2. Калугина Е. М. Особенности рекламы на радио // Проблемы современного радиовещания : материалы шестой Межвузовской студенческой научно-практической конференции, Москва, 16 апреля 2020 года / Российский университет дружбы народов. М. : Российский университет дружбы народов (РУДН), 2020. С. 73–77. EDN VVDNNR.
3. Тимшин В. А. К истории развития высшего образования в сфере рекламы и связей с общественностью в Кировской области: отмечая 20-летний юбилей // Российская школа связей с общественностью. 2022. № 25. С. 80–102. EDN TGWKCI.
4. Фан И. Влияние новых медиа на традиционную журналистику и рекламу // Студенческий вестник. 2021. № 15-4(160). С. 104–105. EDN YXDBJU.
5. Кировская область: рейтинг СМИ за 2024 год // Медиалогия. URL: <https://www.mlg.ru/ratings/media/regional/13836/> (дата обращения: 10.04.2025).

Анализ успешных каналов сбыта бренда уходовой косметики (на примере бренда And Juli)

Тимшин Вадим Алексеевич, канд. филос. наук, доцент,
доцент кафедры журналистики и интегрированных коммуникаций,
Вятский государственный университет

Федяева Анна Филипповна, канд. психол. наук, доцент,
доцент кафедры журналистики и интегрированных коммуникаций,
Вятский государственный университет

Шувалова Варвара Александровна, студент,
направление подготовки «Реклама и связи с общественностью»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье анализируются успешные каналы сбыта уходовой косметики на примере бренда And Juli. Рассматриваются ключевые факторы, влияющие на эффективность дистрибуции: ценовая политика, логистика и качество обслуживания. В работе, помимо общенаучных методов познания (анализ и синтез, обобщение), использовались также сравнительный анализ и метод экспертной оценки. Определены характеристики оптимальных каналов распространения, а также выделены критерии, способствующие росту продаж и укреплению позиций бренда косметики на рынке. Это возможно при синергии между физическими и онлайн-форматами сбыта, а также акценте на высококачественном составе продукции, высоком обслуживании клиентов и эффективном продвижении. Результаты исследования актуальны для молодых косметических брендов, но могут быть полезны и для других игроков рынка.

Ключевые слова: уходовая косметика, бренд, каналы сбыта, лояльность потребителей.

Введение. В современном мире успешное продвижение бренда уходовой косметики требует комплексного подхода, в котором ключевую роль играет сбытовая политика [3]. Сбытовая политика включает в себя не только выбор каналов распространения, но и стратегию взаимодействия с клиентами, что напрямую влияет на восприятие бренда и его конкурентоспособность [2]. В условиях изменяющихся потребительских предпочтений компании должны эффективно доносить уникальные ценности своего продукта до целевой аудитории.

Бренд уходовой косметики для лица и тела And Juli вышел на рынок в 2023 году в составе группы компаний «We2We Group». Группа компаний «We2We Group» на протяжении 13 лет работает на рынке розничной торговли в городе Кирове по системе франчайзинга. Косметика And Juli стала первым авторским брендом, выпущенным под собственным именем Юлией Усенко.

В косметике используются сертифицированные, безопасные и высокоэффективные ингредиенты, что подтверждается декларацией стандартов качества

и безопасности Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Линейка состоит из 11 продуктов для женщин: 10 – для лица, 1 – для кожи рук. Основная линейка косметики производится на контрактном производстве «СТМ-Косметикс» в городе Новосибирске, гидрогелевые патчи – производство Корея.

Бренд And Juli, будучи новым игроком на рынке, сталкивается с рядом вызовов. Недостаточная изученность потребительских предпочтений, неэффективное использование цифровых каналов продвижения, а также слабая адаптация сбытовой политики к изменениям рыночного спроса снижают объемы продаж и лояльность аудитории. В связи с этим возникает необходимость в разработке новых подходов к совершенствованию сбытовой политики, позволяющих повысить конкурентоспособность бренда и укрепить его позиции на рынке. Данное исследование направлено на решение практических задач, актуальных для молодых косметических брендов, и может быть полезно и для других игроков рынка, сталкивающихся с аналогичными вызовами.

Методы исследования. В качестве методов в работе использовались общенаучные методы познания (анализ и синтез, обобщение), а также сравнительный анализ и метод экспертной оценки.

Результаты исследования, их обсуждение. На данный момент косметика And Juli распространяется по двум основным каналам: прямой – производитель напрямую продаёт товары или услуги конечным потребителям (бутик уходовой косметики и украшений And Juli, г. Киров); косвенный – включает одного или нескольких посредников, которые помогают доставлять продукцию от производителя к конечному потребителю. Среди них: оптовые партнеры (магазин парфюмерии и косметики «Натурио», Московская область, г. Истра) и партнеры под реализацию (интернет-магазин «Золотое яблоко» и кировские партнеры: бутик одежды «Эдем», студия «Стиль бюро», клиника доктора Конопаткиной, косметологический кабинет Екатерины Сизовой, салон «Реформа», салон обуви и аксессуаров «Milana»).

Для удобства каждому из девяти каналов продаж был присвоен свой номер. Сначала был проанализирован объем продаж за период август–декабрь

2024 года (Рисунок 1). Данный период был выбран не случайно, так как бренд активно закупал рекламу у блогеров, настраивал таргетированную рекламу Вконтакте, а также участвовал в формате промо-точки на локальных мероприятиях в Кирове.

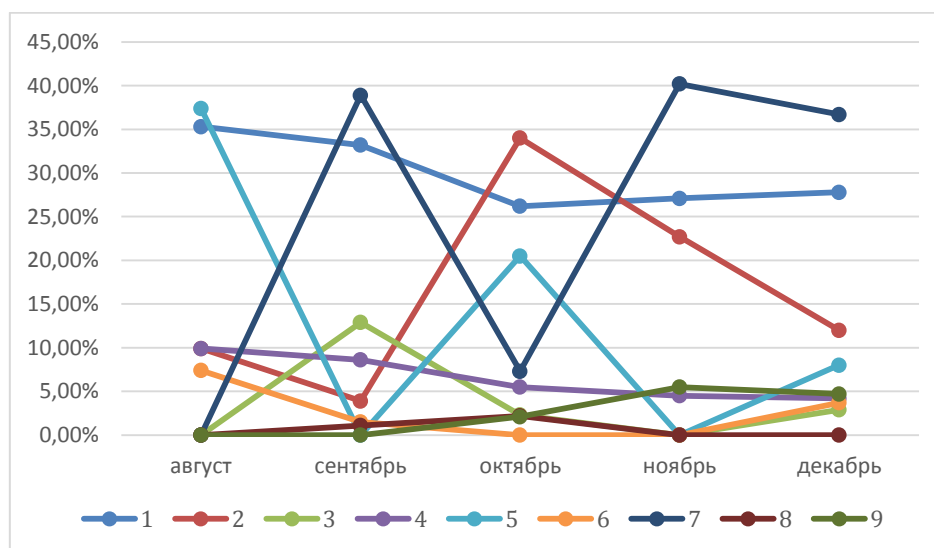


Рисунок 1. Удельный вес объема продаж уходовой косметики And Juli по разным каналам за период август-сентябрь 2024 года

Как видно из графика не все каналы сбыта являются успешными, некоторые существенно превосходят другие по объему продаж. Кроме того, есть доминирующие каналы, которые дают основной объем продаж. Можно предположить, что такая картина складывается из-за недостаточного продвижения в этих каналах, несоответствия целевой аудитории, плохой представленности, высокой конкуренции в данном сегменте.

Для выяснения причин была проведена экспертная оценка по пятибалльной шкале сбытовой деятельности этих каналов по следующим характеристикам [4]: целевой рынок (ЦР) – соответствие целевого рынка компании и его партнера; ценовая политика (ЦП) – соответствие ценовой политика партнера ценам компании; обслуживание клиентов со стороны партнера (ОК); наличие у партнера полного ассортимента продукции компании (ПА); эффективная логистика от компании к партнёру, а также от партнера до покупателя (Л); объем продаж (ОП) (Таблица 1).

**Экспертная оценка каналов
продаж косметики And Juli**

Канал продаж	Характеристика						Сумма
	ЦР	ЦП	ОК	ПА	Л	ОП	
1	5	5	5	5	5	5	30
2	5	5	5	5	5	5	30
3	2	4	4	5	4	3	22
4	3	5	4	5	5	3	25
5	5	5	5	5	5	5	30
6	2	5	5	5	3	3	23
7	5	5	5	5	5	5	30
8	4	2	3	5	3	1	18
9	4	5	5	5	3	1	23

Из таблицы видно, что максимальную сумму баллов получили каналы 1, 2, 5, 7. Канал 1 привлекает целенаправленных покупателей благодаря атмосфере европейского шопинга и ежемесячному мероприятию «Клуб Путешественников», стимулирующему дополнительные продажи. Обученный менеджер-консультант, повышает лояльность клиентов, а возможность онлайн-заказа с доставкой делает покупки удобнее. Канал 2 демонстрирует рост продаж благодаря удобству, широкому ассортименту, отзывам и доставке по России. Эффективные рекламные кампании (таргетированная реклама и сотрудничество с блогерами) [1] особенно увеличивают продажи в осенне-зимний период. Канал 5 стабильно показывает высокие продажи за счет качественных услуг и комплексного подхода к клиентам. Участие в локальных мероприятиях с промо-точками и обученными менеджерами укрепляет позиции бренда, а предложение его в качестве домашнего ухода повышает узнаваемость. Канал 7 привлекает покупателей широким ассортиментом и удобным расположением в центре города. Обучение менеджеров улучшает качество обслуживания, а готовность магазина расширять ассортимент и выводить продукцию на новые рынки делает его перспективным партнером. Каналы 4 и 9 отличаются высоким качеством услуг, комплексным подходом к клиентам и выгодным расположением в центре города. Каналы 6 и 3 соответствуют ценовой политике компании и обеспечивают высокий уровень обслуживания благодаря обученным менеджерам, способным грамотно консультировать покупателей.

Канал 8 демонстрирует наименее эффективные результаты среди всех анализируемых каналов сбыта. Стабильно низкие объемы продаж обусловлены несоответствием между ценовой политикой компании и платежеспособностью целевой аудитории. Логистические сложности, проявляющиеся в неоптимальных схемах поставок и высоких транспортных издержках, отсутствие эффективных механизмов продвижения товаров среди посетителей делают этот канал наименее перспективным, требующим либо радикальной перестройки формата сотрудничества, либо замены на альтернативную торговую точку.

В целом, каждый из каналов демонстрирует свои сильные стороны, что позволяет им успешно конкурировать на рынке косметики и парфюмерии. Синергия между физическими и онлайн-форматами, а также акцент на высококачественный состав, обслуживание клиентов и продвижение создают перспективы для дальнейшего роста и укрепления позиций бренда And Juli.

Выводы. Анализ различных каналов сбыта показывает, что успешные каналы характеризуются наличием обученного персонала, высоким уровнем сервиса, удобством для клиентов и активным участием в маркетинговых мероприятиях.

Высокий уровень сбытовой политики возможен только при синергии нескольких характеристик, основанных на понимании целевой аудитории и её потребностей, интеграции с современными маркетинговыми подходами, направленными на создание и поддержание узнаваемости компании.

Библиографический список

1. Ермолина А. А., Тимшин В. А. Исследование эффективности онлайн-каналов коммуникации торговой организации с её клиентами // Общество. Наука. Инновации (НПК-2018) : сб. ст. XVIII Всерос. науч.-практ. конф. : в 3 т., Киров, 02–28 апреля 2018 года / Вятский государственный университет. Т. 3. Киров : Вятский государственный университет, 2018. С. 1233–1240. EDN XRJZXF.
2. Захарова Ю. А. Методы стимулирования сбыта : учеб. пособие. М. : Дашков и К°, 2012. 119 с. (Учебные издания для бакалавров). ISBN 978-5-394-01784-1. EDN QVBZAB.
3. Мардар Д. А., Колесников В. А. Политика формирования маркетинговой сбытовой политики предприятия // Теория права и межгосударственных отношений. 2021. Т. 1. № 7(19). С. 429–438. EDN KRFMKA.
4. Швоева В. О., Петров К. А. Сбытовые стратегии рынка косметических средств // Экономика и социум. 2020. № 1(68). С. 1123–1128. EDN ZZQYTO.

Стилистические особенности англоязычного баскетбольного комментария

Юсупов Максим Олегович, аспирант,
направление подготовки «Языки народов зарубежных стран
(германские языки)»,
Вятский государственный университет
Оношко Вячеслав Николаевич, канд. филол. наук, профессор,
профессор кафедры лингвистики и перевода,
Вятский государственный университет

Аннотация. Данная статья анализирует стилистические особенности баскетбольного комментария на английском языке, фокусируясь на динамическом взаимодействии лексических, грамматических и риторических приемов, применяемых для создания иммерсивного и эмоционально насыщенного повествования. Актуальность обусловлена растущей глобализацией спортивного контента и необходимостью понимания специфики спортивного дискурса для эффективной коммуникации и анализа. Новизна исследования заключается в комплексном подходе, объединяющем корпусный анализ, дискурсивный анализ и когнитивные теории с учетом разработок отечественных лингвистов в области спортивной терминологии и речевого воздействия. Цель исследования – выявление лексических, грамматических и риторических паттернов, формирующих уникальный стиль баскетбольного комментария. В исследовании используется комплексный подход, сочетающий количественные и качественные методы анализа. В исследовании особое внимание уделяется роли метафор и персонификации в создании ярких ментальных образов игры у аудитории.

Ключевые слова: баскетбольный комментарий, спортивный дискурс, стилистика, корпусный анализ, дискурсивный анализ, эмоциональность, иммерсивность, метафора, персонификация, английский язык, спортивная терминология, речевое воздействие.

Введение. Баскетбольный комментарий на английском языке – это не просто трансляция событий, разворачивающихся на площадке; это динамичное, высокоспециализированное и эмоционально заряженное повествование, призванное создать у зрителя ощущение присутствия, вовлеченности в игру и глубокого понимания происходящего. Комментатор выполняет роль нарратора, аналитика и проводника в мир баскетбола, умело используя широкий спектр лингвистических средств для достижения этой цели. Важность этого жанра обусловлена его широким распространением и влиянием на восприятие игры.

В то время как зарубежные исследования спортивного дискурса [3; 4; 6] внесли значительный вклад в понимание общих закономерностей, систематический анализ стилистических особенностей баскетбольного комментария на английском языке с учетом достижений отечественной лингвистики в области спортивной терминологии [1] и теории речевого воздействия [2] остается недостаточно изученным. Существующие работы часто ограничиваются общим об-

зором стилистических приемов или фокусируются на отдельных аспектах, не учитывая комплексного взаимодействия лингвистических факторов.

Данное исследование направлено на заполнение этого пробела путем выявления и анализа лексических, грамматических и риторических паттернов, формирующих уникальный стиль баскетбольного комментария. Мы ставим перед собой задачу понять, как эти стилистические особенности влияют на восприятие и понимание игры аудиторией, создавая эффект иммерсии и усиливая эмоциональное воздействие. Особое внимание уделяется роли культурного контекста и влиянию англоязычной спортивной терминологии на формирование восприятия баскетбола у русскоязычной аудитории.

Научная новизна исследования заключается в интеграции корпусного анализа с дискурсивным анализом и когнитивными теориями, а также в применении разработок отечественных ученых в области лингвистики спорта и речевого воздействия. Мы используем теорию ментальных моделей [8] и теорию воплощенного познания [5; 7] в сочетании с принципами теории речевого воздействия [2] для объяснения того, как комментаторы создают яркие ментальные образы игры в сознании зрителей, активизируя их сенсорно-моторный опыт, вызывая эмоциональный отклик и формируя определенное отношение к игрокам и командам. Такой комплексный подход позволяет нам глубже понять процессы, лежащие в основе создания и восприятия баскетбольного комментария, и выявить уникальные стилистические черты, характерные именно для этого жанра в контексте межкультурной коммуникации.

Методы исследования. Для достижения поставленных целей в исследовании был использован комплексный подход, сочетающий количественные и качественные методы анализа. При проведении корпусного анализа был создан специализированный корпус текстов баскетбольных комментариев на английском языке, включающий транскрипты трансляций матчей NBA, NCAA, международных соревнований (например, Олимпийских игр и Чемпионатов мира) и подкастов, посвященных анализу баскетбольных игр (общий объем корпуса – 10 000 слов). При проведении дискурсивного анализа из созданного корпуса

были отобраны репрезентативные фрагменты комментариев (общим объемом 5 000 слов) для детального рассмотрения дискурсивных стратегий, используемых комментаторами для создания эмоционального напряжения, объяснения тактических маневров, взаимодействия с аудиторией и формирования определенного восприятия игры. Когнитивный анализ включал в себя рассмотрение того, как различные стилистические приемы способствуют формированию более ярких и детализированных ментальных представлений об игре, и каким образом активизируют сенсорно-моторный опыт зрителей и вызывают эмоциональный отклик.

Результаты исследований, их обсуждение. Результаты корпусного анализа подтвердили гипотезу о высокой частотности использования динамических глаголов движения и действия (например, *drive* – частота встречаемости 5.2 на 1000 слов, *shoot* – 7.8 на 1000 слов, *pass* – 4.5 на 1000 слов, *block* – 2.1 на 1000 слов, *steal* – 1.8 на 1000 слов), что отражает динамичный характер игры. Также была выявлена высокая частотность использования специализированной баскетбольной терминологии (например, *pick-and-roll* – 0.8 на 1000 слов, *fast break* – 1.2 на 1000 слов, *three-pointer* – 3.5 на 1000 слов), что свидетельствует о необходимости глубокого знания игры для понимания комментариев. Эмоционально окрашенная лексика также оказалась широко представленной в корпусе (например, *amazing* – 0.9 на 1000 слов, *incredible* – 0.7 на 1000 слов, *clutch* – 0.5 на 1000 слов), что подтверждает гипотезу о высокой эмоциональности баскетбольного комментария. Анализ заимствований показал активное использование англицизмов в русской речи комментаторов и болельщиков, таких как “данк”, “дриблинг”, “трехочковый”, что свидетельствует о влиянии англоязычной спортивной культуры на формирование русскоязычного спортивного дискурса.

Дискурсивный анализ выявил следующие ключевые стратегии:

- Использование риторических вопросов: Комментаторы активно используют риторические вопросы для создания напряжения, вовлечения аудитории в процесс прогнозирования исхода игры и стимулирования дискуссии. Например: “Can they hold on to this lead with just two minutes left on the clock?” или “Will this be the game-winning shot for LeBron?”. Эти вопросы не требуют ответа, а

скорее приглашают зрителя к размышлению о происходящем и создают ощущение сопричастности к игре. При анализе риторических вопросов учитывались разработки отечественных лингвистов в области теории аргументации [7].

- **Метафоричность и образность:** Комментарии насыщены метафорами и сравнениями, которые позволяют зрителям лучше визуализировать действия игроков и понять тактические маневры. Например: “He’s a human highlight reel!” (о зрелищном игроке), “They are playing like a well-oiled machine, every pass is perfect.” (о слаженной команде). Использование метафор активизирует воображение зрителей и делает комментирование более интересным и запоминающимся. Метафоры часто связаны с сенсорно-моторным опытом, что позволяет зрителям лучше “почувствовать” игру. Анализ метафор проводился с учетом теорий когнитивной лингвистики [7].

- **Персонификация команд и игроков:** Командам и игрокам часто приписываются человеческие качества и эмоции, что создает ощущение драматизма и вовлеченности. Например: “This team is playing with heart and determination!” (о команде, демонстрирующей волю к победе), “LeBron James is carrying his team on his back tonight!” (о лидере команды, который берет на себя ответственность за исход игры). Персонификация делает игроков и команды более понятными и близкими зрителям. Анализ персонификации проводился с учетом работ по теории речевого воздействия [2], в частности, с точки зрения создания определенного имиджа и формирования отношения к игрокам и командам.

- **Создание контрастов:** Комментируя игру, комментаторы часто акцентируют внимание на контрасте между командами, их стилями игры, сильными и слабыми сторонами, что позволяет подчеркнуть напряжение и непредсказуемость матча. Например: “One team is relying on their outside shooting, while the other is dominating the paint.” или “They are playing two completely different styles of basketball, it’s a clash of titans!”. Контрасты помогают зрителям лучше понять тактические нюансы игры и оценить стратегию каждой команды.

В следствии когнитивного анализа было установлено, что при использовании вышеперечисленных стилистических приемов в сознании зрителя фор-

мируются более яркие и подробные модели игры, что усиливает их эмоциональную вовлеченность. Зрители не просто смотрят матч, а сопереживают ее вместе со спортсменами и комментаторами. Следовательно, стилистические особенности баскетбольного комментария играют ключевую роль в создании эффекта вовлеченности. Опираясь на теорию речевого воздействия, можно утверждать, что спортивные комментаторы напрямую влияют на формирование отношения фанатов, которые смотрят за матчем, к игре командам и игрокам, применяя различные лингвистические стратегии.

Если сравнивать баскетбольный комментарий с другими видами спорта, то можно установить, что баскетбольный комментарий намного более динамичен, а также в нем особенно выделяются индивидуальные умения игроков, нежели тактики и стратегии. Однако, например, в хоккейном комментарии больше внимания уделяется силовым приемам. Такие различия обусловлены спецификой разных видов спорта. Также анализ выявил, что русскоязычные комментаторы используют англицизмы для создания аутентичного спортивного дискурса, даже в тех случаях, когда можно применить аналогичные русские термины.

Выводы. В данной работе были выявлены и проанализированы главные стилистические особенности баскетбольного комментария на английском языке. Была выявлена их роль в создании погружения в игру и насыщенного повествования. Такие приемы как использование динамической лексики, риторических вопросов, метафор, персонификации и подчеркивания контрастов, это лишь малая часть всего объема приемов, которые позволяют комментаторам не просто описывать происходящее на площадке, но и создавать целую сюжетную линию, погружая зрителя в мир баскетбольного спорта. Введение в русскоязычные трансляции разработок отечественных лингвистов в области спортивной терминологии и речевого воздействия, позволила сделать спортивный комментарий более доступным для русскоязычной аудитории, учитывая специфику русскоязычной культуры.

Библиографический список

1. Волков С. Н. Язык спорта в динамике: функциональный и социолингвистический аспекты. М. : Флинта, 2005. 192 с.
2. Иссерс О. С. Речевое воздействие. М. : Флинта, 2008. 224 с.
3. Bell A. The language of news media. Oxford : Blackwell, 1991. 278 p.
4. Fairclough N. Media discourse. L. : Arnold, 1995. 218 p.
5. Gibbs R. W. Embodiment and cognitive science. Cambridge : Cambridge University Press, 2006. 352 p.
6. Jaworski A. Sport talk. L. : Continuum, 2005. 256 p.
7. Lakoff G., Johnson M. Metaphors we live by. Chicago : University of Chicago Press, 1980. 242 p.
8. Zwaan R. A. The immersed experienter: Toward an embodied theory of language comprehension // The psychology of learning and motivation. San Diego, 2004. Vol. 44. P. 35–62.

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Методические подходы к идентификации устойчивости региональных экономических систем в условиях динамичной среды

Воропаева Дарья Александровна, ассистент
кафедры финансов и менеджмента,
Тульский государственный университет

Аннотация. В данной работе представлен теоретический взгляд на установление стабильности и гармоничного прогресса региональных экономических систем, базирующийся на детализированной классификации факторов, оказывающих влияние на данные процессы в условиях динамичной среды. Рассматриваются иные существующие подходы, анализируется их важность. Предлагается авторское определение экономической системы региона как мезоэкономической структуры – единого целого, формируемого производственными связями между участниками в контексте создания, распределения и использования общественных ресурсов в пределах конкретной территории. Подчеркивается, что производственные отношения – это динамичная сущность, подверженная изменениям под влиянием общих факторов, обусловленных фундаментальными экономическими законами, характерными для экономических систем любого масштаба. Выделена особая группа факторов, оказывающих ключевое воздействие на динамику производственных отношений в современных условиях: природно-географические, этноконфессиональные, социально-экономические и социокультурные. Эти факторы определяют устойчивость и сбалансированность развития региональных экономических систем в контексте общенационального разделения труда. Полученные результаты способствуют углубленному пониманию проблемных областей и потенциала для дальнейшего планирования и разработки стратегий и мер, направленных на стимулирование устойчивого и сбалансированного развития экономической системы региона.

Ключевые слова: региональная экономическая система, устойчивость, динамичная среда.

Введение. Вопросы стабильности и гармоничного прогресса сохраняют свою значимость на протяжении истории функционирования экономических структур различного масштаба. В исследовании, используя междисциплинарный и системный подходы, под экономической структурой следует понимать ограниченную в пространстве сферу, единство которой задается производственными связями между участниками экономической деятельности.

Цель работы заключается в актуализации подходов к определению устойчивости экономики территориального образования. Задачами исследования выступают критический анализ научной литературы по выявленной проблематике, предложение авторских трактовок и инструментов в решении выявленных проблем.

Объектом анализа выступает экономика региона в составе национальной экономики, а предметом – факторы, влияющие на ее устойчивое и сбалансированное развитие.

Ведущий подход. В основу исследования положен методологический инструментарий, включающий теорию эволюционного развития хозяйственных структур, получившую широкое освещение в классических и современных экономических трудах. Применяются историографический и компаративный анализы в рамках системного и комплексного подходов, а также теория факторов из различных научных областей с использованием лингвистических и алгебраических методов описания, также в рамках системного и комплексного подходов.

Изучение экономической системы региона, рассматриваемой в контексте диалектического единства социальной и экономической сфер, является важным направлением экономической науки. Для всестороннего анализа и оценки прогресса в этой области требуется детальное изучение соответствующих показателей и метрик, а также оценка влияния различных факторов на процессы социально-экономической динамики в регионе [2].

Развитие региональных систем подвержено влиянию разнообразных естественных факторов, таких как географическое положение и природно-климатические условия. Эти факторы оказывают существенное воздействие на экономическую и социальную обстановку в регионе, определяя его уникальность и потенциал развития.

Результаты исследований, их обсуждение. В экономической теории выделяются несколько концептуальных подходов к рассмотрению экономического прогресса региональных систем [1].

Экономические системы классифицируются по масштабу на макро-, мезо- и микросистемы, а также метаэкономические системы. Макроэкономическая система – это экономика страны. Мезоэкономическая система – это экономика региона в составе страны или отдельная отрасль. Метаэкономические системы для мезоуровня – это союзы регионов, межотраслевые корпорации, кластеры. Микроэкономическая система – это экономика населенного пункта или отдельное предприятие/домохозяйство. Метаэкономические системы – городские округа, союзы предприятий для совместных проектов.

Теория «базовой экономики» утверждает, что экономическая структура региона состоит из двух секторов: базового и обслуживающего. Базовый сектор

ориентирован на экспорт продукции и привлечение доходов извне, стимулируя экономический подъем. Обслуживающий сектор обеспечивает внутренние потребности региона, не оказывая существенного влияния на экономический рост. Теория важна для регионального планирования, позволяя анализировать структуру экономики и определять ключевые отрасли для развития.

Модель сырьевого развития акцентирует внимание на эксплуатации природных ресурсов региона. Экономическое развитие зависит от инвестиций в добычу, переработку и экспорт сырья. Однако зависимость от сырьевых рынков делает экономику уязвимой к ценовым колебаниям. Изучение этой модели началось в 1930-х годах [6] и помогло понять влияние сырьевого сектора на экономическое будущее региона.

Модель трех секторов экономики – широко используемая концепция для анализа экономической структуры. Она разделяет экономику на первичный (сельское хозяйство, добыча), вторичный (промышленность) и третичный (услуги) секторы [5]. В современных условиях растет значимость информационных технологий и инноваций, что ведет к развитию четвертого сектора – четвернарного (ИТ, научные исследования).

Теория полюсов роста (Ф. Перру, Ж. Будвиль, Х. Р. Ласуэн, П. Потье) предполагает, что развитие региона происходит благодаря «полюсам роста» – ключевым отраслям экономики [3]. Эти отрасли становятся центрами привлечения инвестиций и технологий, стимулируя развитие других секторов. Однако теория имеет ограничения, включая ориентацию на крупные регионы и игнорирование проблем социальной интеграции.

Рациональное и гармоничное развитие региона – это многогранный процесс, природа которого обусловлена целым рядом взаимосвязанных факторов, в том числе экономическими, общественными, экологическими и управленческими аспектами. Научные изыскания в этой сфере направлены на углубленное изучение этих факторов, выявление их взаимовлияния, а также на создание методик и стратегий для достижения устойчивого и сбалансированного прогресса региона.

Важно понимать, что условия, в которых развивается регион, находятся в постоянной динамике под влиянием как внешних, так и внутренних сил. Гео-

графическое положение и природные ресурсы, включая климат, рельеф и доступность ресурсов, а также социально-экономические условия, такие как выход на рынки, развитость инфраструктуры, уровень доходов населения и качество жизни, оказывают значительное воздействие на формирование возможностей для устойчивого и гармоничного развития региона.

Исследования в рамках данной проблематики сосредоточены на выявлении «слабых мест» или проблемных областей, которые тормозят устойчивый и сбалансированный рост региона, а также на разработке моделей и инструментов для планирования его развития, прогнозирования и определения наиболее эффективных стратегий и мер. При этом необходимо учитывать уникальность каждого региона и обеспечивать вовлечение всех заинтересованных сторон в процесс разработки и реализации мероприятий, направленных на достижение устойчивого и сбалансированного развития.

При обзоре литературы целесообразно классифицировать работы по ключевым вопросам, которые в них рассматриваются: 1) исследования, посвященные экономическому росту территорий, и проблемы управления экономическим и социальным развитием; 2) исследования, посвященные пространственному социально-экономическому развитию России, ее регионов и макрорегионов; 3) исследования, посвященные развитию экономической системы региона, что привело к научной дискуссии и отсутствию единого мнения в определении экономической системы региона.

Под устойчивым и сбалансированным развитием экономической системы региона понимается изменение производственных отношений субъектов этого уровня с учетом всех факторов, определяющих специфику развития этих регионов, включая природно-географические, этноконфессиональные, социально-экономические и социокультурные факторы, характеризующие регионы как экономические системы.

Выводы. Нынешний этап преобразования производственных связей, обусловленный четвертой и пятой промышленными революциями, подчеркивает острую необходимость в улучшении теоретических, методологических и практических инструментов анализа и решения научных задач, связанных с обеспе-

чением стабильности и гармоничного прогресса экономических систем на региональном уровне. При этом критически важно учитывать уникальные факторы, определяющие специфику развития каждого региона.

Опираясь на результаты проведенного анализа, для целей настоящего исследования предложено следующее определение устойчивости и сбалансированности развития региональной экономики:

Региональная экономика рассматривается как система, подверженная влиянию комплекса факторов, подразделяемых на основные (внешние и внутренние) и особенные (природно-географические, этноконфессиональные, социально-экономические, социокультурные). Эти факторы обуславливают уникальность развития регионов в рамках общенационального разделения труда. Предложена авторская типология региональных экономических систем, основанная на сочетании общих и особенных факторов, а также усовершенствован теоретико-методический подход к определению параметров, критериев и показателей устойчивого и сбалансированного развития региональных экономических систем с акцентом на выделение особенных факторов.

В современных условиях ключевую роль в обеспечении устойчивого и сбалансированного развития региональной экономики играют именно особенные факторы (характерные для островных, пустынных, горных территорий, регионов с выраженным этноконфессиональным, социально-экономическим, социокультурным многообразием или, напротив, обособленностью). Они оказывают значительное влияние на формирование благоприятного институционального климата, развитие производительных сил, стимулирование инновационной активности и другие аспекты.

Библиографический список

1. Андреев В. Н., Рохчин В. Е. Факторы и модели развития экономики региона. Псков : Псков. политехн. ин-т, 2008. 73 с.
2. Воропаева Д. А. Моделирование сбалансированности региональной экономической системы в контексте сохранения её резилиентности в современных реалиях // Механизм реализации стратегии социально-экономического развития государства : сб. материалов XVI Междунар. науч.-практ. конф., Махачкала, 25–26 сентября 2024 года. Махачкала, 2024. С. 97–101.
3. Данченко Н. В., Киселева Н. Н., Русинова О. С. Теория пространственного развития. Ставрополь : Северокавказ. федер. ун-т, 2015. 111 с.

4. Скотаренко О. Концептуальные модели социально-экономического развития регионов // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. 2012. № 3. С. 250–253.
5. Ahrend R. Speed of Reform, Initial Conditions or Political Orientation? Explaining Russian Regions' Economic Performance // Post-Communist Economies. 2005. Vol. 17. № 3. P. 289–317. DOI: 10.1080/14631370500204198.
6. Innis H. The Fur Trade in Canada: An Introduction to Canadian Economic History. Revised and Reprinted. Toronto : University of Toronto Press, 1977. 463 p.

Факторы экономической эффективности предприятий электросетевого комплекса

Головнин Руслан Сергеевич, аспирант,
направление подготовки «Финансы»,
Вятский государственный университет
Каранина Елена Валерьевна, д-р экон. наук,
профессор, заведующий кафедрой финансов и экономической безопасности,
Вятский государственный университет

Аннотация. Электросетевой комплекс является одним из системообразующих элементов российской экономики. От эффективности его деятельности зависит развитие всей национальной экономики. В связи с этим целью исследования стало проведение анализа факторов эффективного развития электросетевого комплекса страны. Для достижения указанной цели использовались такие научные методы, как анализ, сравнение и статистическое исследование. Одним из результатов исследования стал актуализированный взгляд на динамику мирового и национального ВВП, в том числе с выделением наиболее значимого вклада по отраслям. По результатам работы был сделан вывод о том, что наибольшее влияние на развитие комплекса в настоящее время оказывают внешние, а не внутренние факторы. Выводы данного исследования могут быть полезны научным работникам, органам власти, менеджменту, а также всем заинтересованным в поднятой тематике лицам.

Ключевые слова: электросетевой комплекс, факторы эффективности, валовой внутренний продукт, мировая экономика, санкционное давление.

Введение. Энергетическая отрасль объединяет в себе множество отраслей, участвующих в производстве и продаже различных источников энергии на основе ископаемого топлива, атомной и электроэнергии, возобновляемых источников. В рамках настоящей работы предметно речь пойдёт об электроэнергетике, более конкретно – о распределении электрической энергии. В этой связи, анализ факторов эффективности будет проводиться с точки зрения электросетевого комплекса и тех видов деятельности, основу которых он составляет.

Методы исследования. Объектом исследования служат факторы эффективности электросетевого комплекса России. Для их характеристики были использованы следующие научные методы: динамический анализ, сравнение и статистическое исследование.

На первом этапе исследования приводится характеристика темпов роста мирового ВВП как глобального фактора эффективности. На втором этапе анализируется динамика ВВП России в разрезе отраслей. На третьем этапе анализируются существенные внешние и внутренние факторы эффективности электросетевого комплекса.

Результаты исследований, их обсуждение. Электросетевой комплекс, равно как и экономика России в целом, столкнулся за последние годы с вызовами глобального характера, главными из которых стали пандемия COVID-19 и изменившаяся с февраля 2022 года внешнеполитическая ситуация. При этом энергетика, обеспечивающая энергоресурсом все прочие отрасли экономики и домашние хозяйства, сильно зависит в результатах своей деятельности от экономической активности в России и мире, которая может исчисляться, в частности, в темпах роста ВВП.

Согласно данным Международного валютного фонда (МВФ) рост мирового ВВП в 2021 году составил 5,9%. Это более чем в два раза превосходит среднемировой темп роста ВВП за 2010-2020 гг. – 2,6%. Восстановление мировой экономики в 2021 году позволило компенсировать падение мирового ВВП в 3,5% на фоне распространения новой коронавирусной инфекции в кризисный 2020 год [3]. Рост мировой экономики в 2023 году составил 3,3%, в 2024 – 3,2%, в 2025 и 2026 годах, по прогнозам, 3,3% [4].

Электроэнергетический сектор в России, частью которого является электросетевой комплекс, по-прежнему сохраняет свое определяющее значение при решении важных стратегических задач развития страны, несмотря на ограничение спроса на электроэнергию со стороны крупных потребителей нефтегазового сектора вследствие заключенных соглашений ОПЕК+ и внешних потребителей вследствие санкционного давления. Россия является нетто-экспортером электроэнергии и мощности [1].

Вместе с тем в краткосрочной перспективе электроэнергетическая отрасль Российской Федерации может находиться под давлением со стороны ряда факторов, таких как:

- 1) последствия наложенных на российские компании санкций – финансовых, технологических, логистических;
- 2) снижение спроса на электроэнергию, обусловленное снижением промышленного производства;
- 3) возможное ухудшение платежной дисциплины потребителей;

4) уровень инфляции (в части цен на сырье, материалы и работы по сооружению объектов капитального строительства; в части условий привлечения заемного финансирования);

5) внешнеполитическая неопределённость и нестабильность.

Указанные обстоятельства могут привести к сокращению доходов предприятий электросетевого комплекса от услуг по передаче электроэнергии, росту капитальных затрат при одновременном снижении их инвестиционных возможностей.

Несмотря на появление в 2022 году новых негативных внешних факторов, по большинству показателей российская экономика доказала свою устойчивость и закончила год лучше ожиданий экспертного сообщества. За период 2022-2024 гг. положительную динамику продемонстрировали отрасли, ориентированные преимущественно на внутренний спрос. Рост 10,2% показала пищевая промышленность. Наибольший рост пришелся на финансовую и страховую деятельность, а также деятельность гостиниц и предприятий общественного питания. По итогам периода года наблюдался рост потребительской активности: ВВПЧ создаваемое домашними хозяйствами увеличился на 20,55% в реальном выражении. Ситуация на рынке труда остается стабильной: на конец 2024 года уровень безработицы составил 3,5% (4,2% в 2023 году). Всё это напрямую влияет на развитие предприятий энергетической отрасли, поскольку результаты их деятельности зависят от объёмов потребления электроэнергии, а значит, экономической активности [6].

Согласно прогнозу Минэкономразвития России, основными факторами, оказывающими давление на ВВП в 2025 году, а значит и на энергетический сектор, станут [5]:

1) замедление мировой экономики, что может негативно сказаться на спросе на традиционные товары российского экспорта и привести к снижению экспортных цен. Это создает риски для развития отраслей, ориентированных на экспорт, а также для бюджета (прежде всего, в части нефтегазовых доходов);

2) дефицит кадров на рынке труда. Ключевой задачей является повышение производительности труда, а также обеспечение максимальной гибкости рынка труда, подготовка и переподготовка кадров;

3) Несвоевременный возврат к смягчению денежно-кредитной политики может негативно сказаться на инвестиционной активности, а также на дополнительных расходах бюджета по накопленным обязательствам по субсидируемым кредитным программам;

4) усиление санкционного давления на российскую экономику, в том числе за счет вторичных санкций для дружественных и нейтральных стран. В этих условиях цены на нефть и другие сырьевые товары будут снижаться;

5) реализация отдельных проинфляционных факторов (в частности, более сильное ослабление курса рубля), которые приведут к более высоким показателям инфляции. Следствием этого станут более низкие темпы роста реальных денежных доходов населения и сжатие потребительской активности.

Среди факторов внешней среды, которые оказывают влияние на деятельность компаний электроэнергетической отрасли можно выделить:

1. Политически фактор: изменение законодательства, государственное регулирование, санкционные ограничения;

2. Социальный фактор: демография, уровень жизни, социальная политика, деятельность профсоюзных организаций;

3. Экономический фактор: инфляция, ставка рефинансирования, потребление электроэнергии, налогообложение;

4. Технологический фактор: цифровизация в электроэнергетике, государственная поддержка НИОКР, доступность российских инновационных технологий, ускоренное развитие зелёной энергетики.

С другой стороны, А. С. Евдокимова и А. В. Цветных выделяют схожие факторы влияния внешней среды на электроэнергетику и дополнительно затрагивают в своём исследовании внутренние [2]:

1. Внешние факторы: уровень жизни, стоимость электроэнергии, платёжеспособность потребителей электроэнергии, состояние и стабильность нормативно-правовой базы государственного регулирования тарифов на электроэнергию, энергоёмкость предприятий, структура и объём электропотребления, динамика изменений структуры и объёмов потребления электроэнергии, приоритеты развития регионов, уровень инфляции. инвестиционная привлекатель-

ность отрасли, потенциал роста промышленности в регионах, конъюнктура рынка электроэнергии, финансовые возможности и приоритеты инвесторов.

2. Внутренний факторы: рентабельность операционной деятельности, состояние основных средств, потребность предприятий отрасли в инвестициях, уровень текущих издержек, доля неконтролируемых издержек.

Перечисленные факторы формируют систему мониторинговых показателей, использование которых необходимо для повышения эффективности планирования стратегии развития предприятий электроэнергетики.

Выводы. Таким образом, среди факторов развития предприятий электросетевого комплекса выделяют внутренние, которые отражают сильные и слабые стороны в их деятельности, а также внешние, которые можно классифицировать по областям возникновения: политические, экономические, социальные, технологические. В настоящий период особую опасность представляют именно внешние факторы развития предприятий, главным из которых, в недалёком прошлом, была пандемия COVID-19, а в настоящее время – внешнеполитическая и геополитическая нестабильность, которые нарушили цепочки поставок и традиционные экономические отношения. Для более устойчивого положения электросетевого комплекса необходимо уделить особое внимание поддержанию и развитию их внутренних факторов эффективности развития.

Библиографический список

1. Годовой отчёт 2021, Россети ФСК ЕЭС. URL: <https://www.rosseti.ru/shareholders-and-investors/disclosure-of-information/annual-reports/> (дата обращения: 11.04.2025).
2. Евдокимова А. С., Цветцых А. В. Факторы развития предприятий электроэнергетики // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2011. Т. 2. № 7. С. 297–298. EDN TAPERJ
3. Перспективы развития мировой экономики, МВФ, апрель 2024. URL: <https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2024/04/16/world-economic-outlook-april-2024> (дата обращения: 11.04.2025).
4. Перспективы развития мировой экономики, МВФ, январь 2025. URL: <https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2025/01/17/world-economic-outlook-update-january-2025> (дата обращения: 11.04.2025).
5. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов в ред. от 30.09.2024. Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/makroec/prognozy_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya/prognoz_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_rf_na_2025_god_i_na_planovyy_period_2026_i_2027_godov.html (дата обращения: 11.04.2025).
6. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 11.04.2025).

Оценка результатов федерального проекта «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами»

Горячих Светлана Павловна, канд. экон. наук, доцент,
декан факультета экономики и финансов,
Вятский государственный университет

Барамзина Виктория Александровна, студент,
направление подготовки «Экономика»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В 2024 году завершился пятилетний национальный проект «Экология», который включал в себя федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами». 29 января 2025 года Комитет Государственной думы по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды принял отчет о реализации нацпроекта, который был отрицательно оценен специалистами и вызвал противоречивую реакцию у должностных лиц и общественности. Тема актуальна, потому что в 2025 году запущен новый национальный проект, преследующий те же цели, что и завершившийся, следовательно, требуется выяснить главные причины неудовлетворительных результатов федерального проекта, способы, которые обеспечат успешное завершение проекта. Цель статьи – провести анализ и дать оценку результатам, основываясь на данных из отчета о реализации нацпроекта. В работе использовались такие методы исследования, как сравнение, монографический и абстрактно-логический. В результате были выявлены слабые стороны национального проекта и предложены меры для недопущения ошибок в новом, которые следует принять во внимание должностным лицам, отвечающим за проект.

Ключевые слова: национальный проект, экология, экологическая обстановка России, твердые бытовые отходы.

Введение. В октябре 2024 года на основе данных Росприроднадзора аналитики аудиторской группы FinExpertiza провели расчёт. Эксперты утверждают, что количество производимых ТБО увеличивается примерно на 1–2% в год, а за 2023 год среднестатистический россиянин произвёл 322,3 кг мусора [8;9].

Решить данную проблему был призван федеральный проект «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами», который входил в нацпроект «Экология», стартовавший в 2019 году. 29 января 2025 года Комитет Государственной Думы по экологии, природным ресурсам и охране окружающей среды заслушал отчет о реализации национального проекта «Экология» в 2019–2024 годах, по результатам которого Комитет оценил выполнение проекта как неудовлетворительное. Целью работы является проведение анализа и оценка результатов проекта, исходя из этого, задачами стали изучить отчет о результатах нацпроекта, проанализировать положительные и отрицательные результаты и дать рекомендации для их улучшения.

Методы исследования. В работе использовались такие общенаучные методы исследования: сравнение, монографический и абстрактно-логический.

Результаты исследований, их обсуждение. Цель федерального проекта «Комплексная система обращения с ТКО» – создание высокотехнологичной инфраструктуры для переработки и утилизации отходов. Показателями, на достижение которых направлен федеральный проект, являлись обеспечение снижения экологической нагрузки на население за счет сокращения захоронения твердых коммунальных отходов, в том числе прошедших обработку, сортировку и формирование комплексной системы обращения с твердыми коммунальными отходами, включая создание условий для утилизации запрещенных к захоронению отходов [2;7].

Итоги зачитывал и показывал презентации первый заместитель главы Минприроды России Константин Цыганов. Он отметил, цель исполнения нацпроекта – 2030 год, а «2024 год – это промежуточные результаты» [7]. Потраченные 1,3 трлн. руб. – «самые серьезные инвестиции в экологию за последние годы», с запуска национального проекта «удалось сделать очень многое с учетом пандемии, геополитических и экономических изменений», констатировал чиновник [7].

Основными результатами стали:

1. Рост доли ТКО, направленных на обработку и сортировку на 52,2%;
2. Рост доли ТКО, направленных на утилизацию на 13,3%;
3. Снижение доли ТКО, направленных на захоронение на 16%;
4. Введение 295 объектов с мощностью по обработке ТКО – 23,24 млн. тонн, утилизации ТКО – 7,57 млн тонн и 6,15 млн тонн – размещение ТКО;
5. Внедрение института региональных операторов;
6. Создание государственной информационной системы учёта отходов, включая электронную модель федеральной схемы обращения с ТКО;
7. Принятие ряда фундаментальных нормативных правовых актов [7].

Однако претензии к Минприроды были – и к результатам реализации нацпроекта, и к расходам. Рассмотрим основные причины недовольства результатами нацпроекта [1].

1. Финансовая

По данным Минприроды России, бюджет федерального проекта за 6 лет составил 163,6 млрд. руб., что составило 11,1% от общего бюджета национального проекта [3].

Стоит отметить, что в паспорте и отчёте по проекту значительно отличается сумма финансирования. В паспорте от 2018 года общая сумма финансового обеспечения проекта заявлена 305,8 млрд. руб., в то время как реальные затраты в отчёте об итогах проекта составили 163,6 млрд. руб., что на 46,5% ниже реально затраченной суммы [4;7].

2. Неосведомленность должностных лиц, отсутствие данных

Сергей Мамедов, аудитор Счетной палаты, подметил, что федеральный проект по обращению с ТКО реализуется без полноценной и объективной информации в области обращения с отходами. При этом на разработку федеральной государственной информационной системы учета таких отходов уже было потрачено около 670 миллионов рублей из федерального бюджета.

3. Многочисленные нарушения законодательства

Представитель Генеральной прокуратуры Юрий Александров, принявший участие в заседании комитета, доложил о том, что за 5 лет реализации нацпроекта прокурорами выявлено свыше 20 тыс. нарушений законов, по которым вынесено более 11 тыс. актов реагирования, в результате которых дисциплинарно наказаны 4 тыс. лиц, привлечены к административной ответственности 1,5 тыс. лиц и возбуждено 151 уголовное дело. «По каждому факту мы стараемся реагировать», – сообщил Юрий Александров [10].

Среди нарушений – отклонение от проектно-сметной документации, завышение стоимости работ, предоставление недостоверных сведений, случаи ненадлежащего планирования органами власти мероприятий и иные нарушения.

4. Не достигнуты плановые показатели

В Минприроды сообщили о высоком уровне достижения плановых показателей, в основном за счет того, что большинство плановых показателей были скорректированы в сторону уменьшения. Однако, по итогам проверок и экспертно-аналитических исследований, проведенных Счётной палатой, указывают на

наличие возможностей улучшения эффективности и результативности мероприятий национального проекта.

5. Бездействие при обнаружении проблем

Депутат Государственной думы Жанна Рябцева подчеркнула, что выявленные по результатам проверок недостатки устраняются непозволительно медленно либо не устраняются. Депутат назвала это саботажем чиновников.

Основная цель не достигнута, сказал член комитета «Деловой России» по переработке отходов и вторичным ресурсам Сергей Завьялов [2]. И хотя эта цель обозначена к достижению в 2030 г. – за оставшиеся годы предстоит «существенно» повысить эффективность проектируемых мероприятий, добавил он.

С 1 января 2025 года стартовал новый национальный проект «Экологическое благополучие», который пришёл на смену предыдущему проекту «Экология». Мероприятия по реализации нового проекта должны быть завершены до 31 декабря 2030 года. Цель нового проекта – сохранить и восстановить окружающую среду для улучшения экологической ситуации.

В рамках нового проекта будет реализовано шесть федеральных проектов, включая проект по обращению с отходами. Он объединит в себе уже существующие федеральные проекты «Комплексная система обращения с ТКО» и «Экономика замкнутого цикла» [11].

Новый проект будет направлен, в частности, на создание инфраструктуры утилизации отходов, переработку вторичных материальных ресурсов (ВМР) и производство продукции с использованием вторичного сырья, стимулирование использования ВМР в отраслях экономики, пояснил Буцаев. «Очень рассчитываем, что вместе с теми показателями, которые ставятся перед нами, мы будем обеспечены и финансовыми ресурсами», – заметил он [2].

Какие меры могут помочь не допустить ошибок федерального проекта:

1. Усиление контроля над выполнением плана на федеральном и региональных уровнях, мониторинг реализации совместно с контрольно-счётными органами, ужесточение мер наказания в случае его невыполнения;

2. Определение контрольных точек, которые детализируют и подтверждают достижение результатов проекта;

3. Ввести запрет на изменение контрольных показателей;
4. Создание инфраструктуры для раздельного сбора мусора;
5. Привлечение граждан к раздельному сбору отходов, агитация необходимости раздельного сбора;
6. Стимулирование предпринимателей на производство из вторсырья, переход на экономику замкнутого цикла [1;3].

«Задача к 2030 году – сортировать всё, что подлежит сортировке, и не менее четверти из них использовать вторично» – говорил Владимир Путин в Послании Президента федеральному собранию в 2025 году [6].

Выводы. Избавиться полностью от мусора – это, скорее всего, невозможная задача, поскольку люди будут производить отходы в течение всей своей жизни. Однако есть возможность изменить стратегию и значительно увеличить количество перерабатываемого мусора. Для реализации этой цели государство может создать систему управления отходами, которая будет включать в себя меры по сокращению их образования, как на производстве, так и в повседневной жизни. В результате изучения отчета о результатах национального проекта, проведен их анализ и оценка результатов, выявлены положительные и отрицательные стороны проекта и сформулированы рекомендации, при следовании которыми можно значительно улучшить результаты нового национального проекта.

Библиографический список

1. Бодров В. Воздух, мусор, тормоза: почему пробуксовывает нацпроект «Экология» // Федерал Пресс. URL: <https://fedpress.ru/article/2803980/> (дата обращения 20.07.2022).
2. Малева Ю. В новый нацпроект «Экология» войдет объединенный проект по обращению с отходами // Ведомости. 2024. 14 февр.
3. Молоков М. А. Комплексная система обращения с ТКО в Российской Федерации: проблемы трактовки и формирования // Финансы и управление. 2024. № 1. С. 59–70.
4. Паспорт национального проекта «Экология». URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/nr_ecology/241022_Паспорт%20НП%20Экология%202.PDF (дата обращения: 14.04.2025).
5. Перерабатывать, а не копить: как нацпроект помогает совершенствовать систему обращения с отходами // Национальные проекты России. URL: <https://национальныепроекты.рф/mediaProjects/pererabatyvat-a-ne-kopit-kak-natsproekt-pomogaet-sovershenstvovat-sistemu-obrashcheniya-s-otkhodami/#2> (дата обращения: 14.04.2025).
6. Послание Президента Федеральному Собранию // Президент России. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/messages/73585> (дата обращения: 15.04.2025).
7. Презентация об итогах национального проекта «Экология». URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/nr_ecology/250129_итоги%20НП%20Экология.PDF (дата обращения: 14.04.2025).

8. Россияне сгенерировали на 1,3 млн тонн больше мусора // FinExpertiza. URL: https://finexpertiza.ru/upload/iblock/fc0/jsfqy09a4t0v1mn66v2f8i0vtnh9a677/TSIFRY_Rossiyane_sg_enerirovali_na_1_3 mln_tonn_bolshe_musora.xlsx (дата обращения: 14.04.2025).

9. Сведения об образовании, обработке, утилизации отходов производства и потребления за 2023 год, представленные региональными операторами и операторами, осуществляющими деятельность с твердыми коммунальными отходами. URL: https://rpn.gov.ru/upload/iblock/a89/ysuv1oh1eb154juebdmjksch0y7rffmw/regionalnymi-operatorami-i-operatorami_-osushchestvlyayushchimi-deyatelnost-s-tverdymi-kommunalnymi-otkhodami-_1_.xlsx (дата обращения: 14.04.2025).

10. Торба А. На чистую воду: рассмотрены итоги нацпроекта «Экология» // Строительная газета. 2025. 14 февр.

11. Экологическое благополучие // Национальные проекты России. URL: <https://национальныепроекты.рф/new-projects/ekologicheskoe-blagopoluchie/> (дата обращения: 14.04.2025).

Особенности и риски торговли деривативами на рынке цифровых валют

Каранина Елена Валерьевна, д-р экон. наук, профессор,
заведующий кафедрой финансов и экономической безопасности,
Вятский государственный университет
Скопин Дмитрий Игоревич, аспирант,
направление подготовки «Финансы»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей и рисков торговли криптодеривативами на цифровые валюты. Практика применения в трейдинге производных финансовых инструментов, таких как фьючерсы, опционы, форварды и споты, набирает обороты на рынке цифровых валют (крипторынке). Криптодеривативы имеют свои уникальные особенности, предлагая новые возможности хеджирования и спекуляции для трейдеров, но также сопряжены с рисками потери вложений.

Авторами проведен анализ рынка цифровых валют, торговли на нём криптодеривативами, выявлены особенности, тенденции и риски. Исследование построено на сравнительном подходе в части сопоставления традиционных сегментов финансового рынка – ценных активов и производных финансовых инструментов на них, и рынка цифровых валют и криптодеривативов.

В данной статье рассматриваются ключевые особенности деривативов на цифровые активы, анализируются основные риски, включая волатильность, кредитное плечо и регуляторную неопределенность, а также предлагаются некоторые рекомендации для участников рынка.

Ключевые слова: криптодеривативы, цифровые валюты, криптовалюты, рынок цифровых валют, риски, криптотрейдинг.

Введение. Рынок деривативов – производных финансовых инструментов, использующихся для управления рисками базисных активов, сформировался во второй половине XX века [1, с. 11], то есть задолго до появления первой криптовалюты на блокчейне – битокина (bitcoin, BTC), выпущенного в 2009 г. Криптовалютный рынок или рынок цифровых валют характеризуется стремительным развитием – к настоящему времени в обращении находится свыше 17 тысяч разных криптоактивов, торгуемых более чем на 1200 централизованных (CEX) и децентрализованных (DEX) криптовалютных биржах, его общая капитализация на апрель 2025 г. достигает 2,9 млрд долл. США [2]. Экономическая сущность крипторынка имеет определённую схожесть с рынком ценных бумаг и других базисных активов [5, с. 634–636], что предопределило применение деривативов к криптоактивам с целью управления рисками и получения прибыли от колебаний курсов криптовалют без необходимости владения криптоактивами.

Методы исследования. В статье использованы общенаучные методы анализа и синтеза, применен сравнительный подход в части сравнения традиционных деривативов и криптодеривативов, традиционного рынка производных финансовых инструментов и рынка цифровых валют (криптовалютного рынка).

Результаты исследований, их обсуждение. На традиционном производном рынке представлены как биржевые деривативы – с посредником при сделке (договоре) в лице биржи и по её правилам с регистрацией договоров: фьючерсы, опционы и свопы; так и внебиржевые – без посредника при сделке: форварды [4, с. 128; 147]. Криптодеривативы, в свою очередь, представлены фьючерсами, опционами, свопами и бессрочными контрактами (perpetual futures), применяющимися в зависимости от колебаний курсов на крипторынке – Табл. 1.

Таблица 1

Основные виды криптодеривативов

Вид криптодериватива	Описание	Особенности применения	Пример криптодериватива
фьючерсы	контракты на обязательство покупки / продажи криптоактива по фиксированной цене в будущем	используют для спекуляций на краткосрочных колебаниях цен	Фьючерсы USDT-M/USDC-M, Coin-M, HYPER
опционы	контракты на право купить / продать криптоактива по фиксированной цене в будущем	используют для защиты от рисков и получения прибыли от больших колебаний цены	криптоопционы для Bitcoin (BTC), Ethereum (ETH) и Solana (SOL)
свопы	контракты на обмен одним криптоактивом на другой с согласованной в будущем ценой	используют для получения прибыли от разницы в процентных ставках между активами	обмен BNB стандарта ERC-20 на BEP2, миграция токенов Storj, обмен токенов VeChain, EOS, Tron
бессрочные контракты	контракты на бесконечно долгий срок, не имеющие срока экспирации (исполнения сделки)	используют для получения прибыли от небольших колебаний цены в долгосрочной перспективе	Perpetual futures на Bitcoin, Ethereum, товары, биржевые индексы (S&P 500 или NASDAQ 100), валютные пары (EUR/USD, USD/JPY).

Отметим, что несмотря на закономерную схожесть криптодеривативов с традиционными деривативами данные финансовые инструменты имеют определённые отличия – Таб.2.

Таблица 2

Основные отличия криптовалютных и традиционных деривативов

Показатель отличия	Традиционные деривативы	Криптдеривативы
базисный актив	ценные бумаги, валюты, сырьё и товары	криптоактивы: криптовалюты, стейблкоины, DeFi-токены
волатильность	умеренная	крайне высокая
место торговли	регулируемые биржи и внебиржевая торговля	криптовалютные биржи
торговая сессия	в соответствии с графиком бирж, агентов	круглосуточно 24 часа 7 дней в неделю
кредитное плечо	как правило, в формате 3х, 5х, 10х (10–20х на NYSE)	до 100х (125х на Bybit)
расчёты	маржинальное обеспечение и выплаты в фиатных деньгах	маржинальное обеспечение и выплаты по криптодеривативам производятся в криптовалютах, например, за фьючерсы USDT-M/USDC-M расчёты в стейблкоинах USDT и USDC

В настоящее время работает 115 криптодеривативных бирж, общий объём криптодеривативов составляет 749 млрд долл. США [3]. Размер рынка в 2024 г. оценивался в 1,5 млрд долл. США, по прогнозам аналитиков, к 2032 г. ожидается рост до 5 млрд долл. США – рост в среднем на 18,77% с 2025 по 2032 годы [7]. Популярность использования криптодеривативов в криптотрейдинге обусловлена рядом преимуществ. Во-первых, криптодеривативы способны хеджировать рыночную волатильность, снижая убытки трейдеров при колебаниях курсов. Во-вторых, они позволяют трейдерам зарабатывать на спекуляциях без необходимости владения базисным активом. В-третьих, криптодеривативы зачастую более ликвидны чем спотовые рынки – вход и выход на позиции трейдерам легче, а влияние проскальзывания снижается. В-четвертых, достаточно большое кредитное плечо на криптодеривативы. В-пятых, криптодеривативы открывают возможности для использования разнообразных трейдинговых стратегий. Наконец, трейдеры могут получать прибыль как при бычьем, так и при медвежьем рынке благодаря высокому кредитному плечу, которое также по-

вышает ликвидность и увеличивает шансы на короткую продажу. Такая гибкость позволяет большему числу участников торговать криптодеривативами на спотовых рынках и увеличивает количество пользователей криптовалютных бирж и платформ. Кроме того, криптодеривативы используют технологию смарт-контрактов – устраняются посредники и связанные с ними риски.

Несмотря на преимущества криптодеривативов, торговля с ними также сопряжена с определёнными рисками. Во-первых, непосредственно рынок цифровых валют, выступающих базисом для криптодеривативов, характеризуется крайней волатильностью и уязвимостью к широкому спектру манипуляций – от известных торговых стратегий до применения торговых ботов, высокоалгоритмической торговли, а также кибернетических атак с целью хищения активов или влияния на их стоимость [6, с. 127–129]. Во-вторых, для рынка криптодеривативов характерны риски потенциальной ликвидации активов в силу применений большого кредитного плеча; риски ограничения ликвидности в конкретных рыночных ситуациях, например, в ситуации стресса; а также неопределённость в законодательстве и проблемы с соблюдением требований регуляторных рамок [7].

Выводы. Таким образом, криптодеривативы – современный финансовый инструмент, набирающий популярность среди криптотрейдеров. Как и традиционные производные финансовые инструменты, криптодеривативы применяются для хеджирования рисков и спекулятивных целей. Однако торговля деривативами на цифровые валюты, предоставляя значительные возможности, требует от трейдеров глубокого понимания рисков. Участникам рынка необходимо применять строгий риск-менеджмент, учитывать волатильность и регуляторную динамику. Дальнейшее развитие регулирования и институционализация крипторынка могут снизить некоторые угрозы, однако осторожность остается ключевым принципом успешной торговли с криптодеривативами.

Библиографический список

1. Каранина Е. В. Управление рисками: механизмы, инструменты, профессиональные стандарты : учеб. М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. 257 с.
2. Сайт агрегатора криптовалют CoinGecko: графики глобальной капитализации рынка криптовалют. URL: <https://www.coingecko.com/ru/global-charts> (дата обращения 10.04.2025).

3. Сайт агрегатора криптовалют CoinGecko : рейтинг лучших деривативных бирж по открытому интересу и объему торгов. URL: <https://www.coingecko.com/ru/обмен/derivatives> (дата обращения 10.04.2025).
4. Селивановский А. С. Правовое регулирование рынка производных финансовых инструментов : учеб. / Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2022. 375 с.
5. Скопин Д. И. Определение факторов эффективности развития рынка цифровых валют // Обеспечение устойчивости и безопасности развития экосистем: современные методы и инструменты диагностики рисков и угроз : сб. науч. ст. по итогам научно-практической конференции при поддержке Международной ассоциации организаций финансово-экономического образования (МАОФЭО), Киров, 20 декабря 2024 года. Киров : ООО «Издательский дом «Научная библиотека», 2025. С. 630–648.
6. Скопин Д. И. Развитие рынка цифровых валют: особенности и механизмы манипулирования // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. Т. 1. № 11(152). С. 124–132. DOI 10.36871/ek.up.p.r.2024.11.01.015.
7. Website Market Research Intellect: Crypto Derivative Trading Platforms Market Size By Product, By Application, By Geography, Competitive Landscape And Forecast. URL: [https://www. market-researchintellect.com/product/crypto-derivative-trading-platforms-market/](https://www.market-researchintellect.com/product/crypto-derivative-trading-platforms-market/) (accepted: 10.04.2025).

Значение и содержание мотива преступления как признака состава преступления, предусмотренного ст. 292 УК РФ

Мосечкин Илья Николаевич, канд. юрид. наук, доцент,
доцент кафедры уголовного права, процесса и национальной безопасности,
Вятский государственный университет

Коновалова Алла Борисовна, канд. юрид. наук, доцент,
доцент кафедры уголовного права, процесса и национальной безопасности,
Вятский государственный университет

Зубарева Сабрина Сергеевна, студент,
направление подготовки «Правовое обеспечение национальной безопасности»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена отсутствием официального разъяснения относительно содержания субъективных признаков состава преступления, предусмотренного ст. 292 УК РФ, и их неоднообразной оценкой в правоприменительной практике. Цель исследования – выявление значимости и содержания мотива преступления в процессе квалификации и индивидуализации наказания по ст. 292 УК РФ. Методологической основой исследования являются системно-структурный метод, позволяющий изучить состав преступления по внешней и внутренней взаимосвязях, а также традиционный формально-юридический, позволяющий уяснить смысл рассматриваемой нормы. Метод контент-анализа использовался при изучении содержания актов судов. В ходе исследования авторы выявили неоднозначность подходов к определению «иной личной заинтересованности» и её соотношению с «ложно понятыми интересами службы», отсутствие актов официального толкования по данному вопросу. Авторы обосновали позицию, согласно которой исключается ответственность по ст. 292 УК РФ, если действия мотивированы исключительно ложно понятыми интересами службы, без стремления к получению личной выгоды. Предлагается уточнить законодательную формулировку или дать более четкие разъяснения Пленума Верховного Суда РФ для устранения пробелов в правоприменительной практике.

Ключевые слова: мотив, служебный подлог, конструктивный признак, заинтересованность, побуждение.

Введение. Мотив корыстной или иной личной заинтересованности выступают конститутивными (конструктивными) признаками, которые необходимо установить для квалификации совершенного деяния по ст. 292. Признаки не определены в законе, вместе с тем отсутствует и разъяснение их содержания Верховным Судом РФ применительно к ст. 292 УК РФ. Целью данного исследования является выявление значимости и содержания мотива преступления в процессе квалификации и индивидуализации наказания по статье 292 УК РФ. Задача заключатся в: определении содержательного значения мотивов как признаков рассматриваемого состава преступления; разработке рекомендаций по совершенствованию правоприменительной практики.

Методы исследования. Методологической основой исследования являются системно-структурный метод, позволяющий изучить состав преступления по внешней и внутренней взаимосвязях, а также традиционный формально-юридический, позволяющий уяснить смысл рассматриваемой нормы. Метод контент-анализа использовался при изучении содержания актов судов.

Результаты исследований, их обсуждение. В силу отсутствия нормативного определения «мотив преступления» считаем необходимым указать, что в настоящем исследовании используется традиционное содержание, охватывающее внутреннее побуждение лица, вызванное потребностями и интересами человека и обуславливающее определенную линию его поведения [1]. В ст. 292 УК РФ используются синонимы слова «мотив», а именно: корысть или иная личная заинтересованность.

Представляется, что наиболее рационально опираться на разъяснения, данные применительно к иным должностным преступлениям, для которых аналогичные признаки выступают конститутивными (например, ст. 285 УК РФ). В частности, по отношению к составу, закреплённому в ст. 285 УК РФ, корыстную заинтересованность следует определять как «стремление должностного лица путем совершения неправомерных действий получить для себя или других лиц выгоду имущественного характера, не связанную с незаконным безвозмездным обращением имущества в свою пользу или пользу других лиц (например, незаконное получение льгот, кредита, освобождение от каких-либо имущественных затрат, возврата имущества, погашения долга, оплаты услуг, уплаты налогов и т. п.)» [2]. Под иной личной заинтересованностью следует понимать «стремление должностного лица извлечь выгоду неимущественного характера, обусловленное такими побуждениями, как карьеризм, семейственность, желание приукрасить действительное положение, получить взаимную услугу, заручиться поддержкой в решении какого-либо вопроса, скрыть свою некомпетентность и т. п.» [2].

В большинстве случаев корыстная мотивация выражается в стремлении получить для себя какую-либо выгоду имущественного характера, включая денежные средства, услуги, имущественные права. В приговорах по ст. 292 УК РФ корысть связывается, например, с желанием получить стимулирующие выпла-

ты за участие в проведении диспансеризации, получить материальное поощрение за сохранение контингента обучающихся, желанием скрыть похищенные денежные средства, стремлением избежать неблагоприятных последствий в виде привлечения к материальной ответственности и другими побуждениями.

Наибольшие же трудности возникают при определении мотива иной личной заинтересованности и его соотношении с мотивом ложно понятых интересов службы. Данный вопрос является предметом дискуссии в науке уголовного право уже несколько десятилетий.

Личная заинтересованность гораздо более разнообразно выражена, в приговорах признак раскрывается посредством указания, например, на стремление виновного к повышению статистических показателей служебной деятельности о выявленных административных правонарушениях, карьеризмом, желании получить повышение, стремлении избежать дисциплинарной ответственности. По мнению В. А. Канунникова, служебный подлог совершается из корыстных или иных личных побуждений, к числу последних, по его мнению, следует относить ложно понимаемые интересы службы, продвижение по службе, преследуя цель карьерного роста [3]. Но есть и другое мнение. Так, А. Ю. Маркова утверждает, что «ложно понятые интересы службы не могут быть отнесены к иной личной заинтересованности. В подобном случае у него (преступника) нет анти-социального интереса, которое придает служебному подлогу характер преступления. Следовательно, мотив иной личной заинтересованности в силу этого не включает в себя мотив ложно понятого интереса службы» [4]. В судебной практике можно найти подтверждение данной позиции. Так, Свердловский областной суд в приговоре № 22-6188/2016 от 5 августа 2016 г. указал, что в случае, когда лицо действует из ложно понятых интересов службы и не стремится получить в результате личные блага, состав преступления (ст. 292 УК РФ) отсутствует [5]. Таким образом, ответственность по ст. 292 УК РФ при установлении мотива ложно понятых интересов службы должна исключаться.

В ряде случаев суды ограничиваются только констатацией наличия корыстной и/или иной личной заинтересованности, не раскрывая содержание этих

признаков и обстоятельств, на основании которых такой мотив был установлен, что является существенным недостатком

Выводы. Анализ понятия мотива преступления по ст. 292 УК РФ и судебной практики выявил неоднозначность подходов к определению «иной личной заинтересованности» и её соотношению с «ложно понятыми интересами службы». Законодатель указывает на корысть или иную личную заинтересованность как конститутивные признаки, однако однозначного толкования «иной личной заинтересованности» нет.

В судебной практике, основанной на разъяснениях Пленума Верховного Суда РФ относительно других должностных преступлений, разделяется корыстная и иная личная заинтересованность. Корысть сводится к получению имущественной выгоды, а иная личная заинтересованность – к стремлению к выгодам неимущественного характера (карьеризм, желание приукрасить результаты, получить взаимную услугу).

Проблема остается в определении границ между «иной личной заинтересованностью» и «ложно понятыми интересами службы». По мнению отдельных авторов, подкрепленного рядом судебных решений, исключается ответственность по ст. 292 УК РФ, если действия мотивированы исключительно ложно понятыми интересами службы, без стремления к получению личной выгоды.

В дальнейшем необходимо уточнение законодательной формулировки или более четкие разъяснения Пленума Верховного Суда РФ для устранения пробелов в правоприменительной практике и более однозначного разграничения мотивов при квалификации служебного подлога. Это позволит точнее применять ст. 292 УК РФ и исключить необоснованное привлечение к уголовной ответственности лиц, действовавших исключительно из ложно понятых интересов службы.

Библиографический список

1. Музюкин А. П. К вопросу о понятии мотива преступления // Человек: преступление и наказание. 2009. № 3. С. 104–106.
2. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 16 октября 2009 г. № 19 «О судебной практике по делам о злоупотреблении должностными полномочиями и о превышении должностных полномочий» // Российская газета. 2009. № 207. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Канунников В. А. Уголовная ответственность за служебный подлог : дис. ... канд. юрид. наук : 12.00.08. Ростов н/Д, 1998. 219 с.
4. Маркова А. Ю. Служебный подлог // Теория и практика современной науки. 2017. № 5 (23). С. 492–495.
5. Апелляционный приговор Свердловского областного суда от 5 августа 2016 г. по делу № 22-6188/2016.

Обучение изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания в общеобразовательной школе

Татарина Майя Николаевна, канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры иностранных языков и методики обучения иностранным языкам,
Вятский государственный университет
Стрекаловский Иван Сергеевич, студент,
направление подготовки «Современная лингводидактика и технология
обучения иностранным языкам»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье обоснована значимость разработки комплексов речевых упражнений культуроведческой направленности для обучения школьников изучающему чтению текстов культурологического содержания в общеобразовательной школе (старшая ступень). Актуальность темы исследования объясняется значимостью развития коммуникативных умений школьников в области чтения и овладения ими социокультурными знаниями и умениями. Цель статьи – теоретическое обоснование и практическая разработка комплекса упражнений культуроведческой направленности для обучения изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания в общеобразовательной школе. Результаты разведывательного эксперимента демонстрируют эффективность разработанного нами комплекса ознакомительных, сопоставительных и аналитических речевых упражнений культуроведческой направленности и доказывают рабочую гипотезу исследования. Материал статьи полезен учителям английского языка, которые занимаются вопросами совершенствования процесса обучения различным видам иноязычного чтения.

Ключевые слова: изучающее чтение, текст, культурологическое содержание, речевые упражнения, культуроведческая направленность.

Введение. Чтение – вид иноязычной речевой деятельности, представляющий большие возможности для коммуникативного развития учащихся основной школы и овладения ими социокультурными знаниями и умениями. Расширение словарного запаса учеников подросткового возраста, в том числе за счёт тематической фоновой лексики в рамках содержания учебно-методических комплектов (УМК) создаёт условия для развития умений различных видов чтения, в том числе изучающего.

В соответствии с требованиями Федеральной рабочей программы основного общего образования, составленной на основе ФГОС ООО, в 5–9-х классах происходит развитие умений читать про себя и понимать содержание нетрудных аутентичных текстов, относящихся к различным жанрам и стилям, включающие определённый процент незнакомой лексики, с различной степенью глубины понимания прочитанного [5, с. 7].

В предыдущей публикации по теме магистерской диссертации мы пришли к выводу, что для реализации представленных программных требований важно включить в процесс обучения иноязычному чтению *тексты культурологического содержания*, основу которых составляет культурно-этническая информация о культуре своей страны и стран изучаемого иностранного языка [4, с. 212].

Однако результаты констатирующего эксперимента показали, что ученики 9-х классов Общеобразовательного фонда (ОФ) «Классическая гимназия “Престиж”» и частного образовательного учреждения (ЧОУ) «Гимназия “Успех”» г. Кирова далеко не всегда могут точно понять культурологическое содержание прочитанного иноязычного текста, осмыслить культурно-исторические ценности, включённые в него, установить временную и причинно-следственную связь описываемых событий. Требуется специальный комплекс упражнений культуроведческой направленности, который снимал бы подобного рода трудности.

В более ранней публикации по теме магистерской диссертации [4, с. 211] мы уже вели речь о том, что, если культурологическое знание понимается как сведения о культуре как целостном феномене, то культуроведческое знание – это осведомлённость об отдельных фактах культуры [3, с. 153], на приобретение которой и нацелено каждое упражнение комплекса.

Изложенное определяет *актуальность* темы исследования, *целью* которого является теоретическое обоснование и практическая разработка комплекса упражнений культуроведческой направленности для обучения изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания в общеобразовательной школе. На основании этого *объектом исследования* является процесс обучения иноязычному изучающему чтению учеников общеобразовательной школы; *предметом* – обучение изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания на уроках иностранного языка.

Задачи, стоящие перед нами в данной статье, заключаются в следующем:

1) разработать комплекс упражнений для обучения изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания в общеобразовательной

школе; 2) описать результаты разведывательного эксперимента по выявлению эффективности представленного комплекса упражнений.

Методы исследования. Для проведения исследования использованы методы: анализ научно-методической литературы по проблеме исследования; методическое проектирование (комплекса упражнений), разведывательный формирующий эксперимент (пробное обучение), контрольный эксперимент с целью доказательства *рабочей гипотезы*. Она звучит следующим образом: обучение изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания на уроках иностранного языка будет более эффективным, если разработать комплекс упражнений культуроведческой направленности, адекватных социокультурному потенциалу учебного речевого материала.

Результаты исследований, их обсуждение. В коммуникативной ситуации, которая создаётся культурологическим содержанием иноязычного текста или бывает сформулирована в учебном задании к нему, перед школьниками ставятся учебно-речевые задачи различной степени интеллектуального затруднения. Задачи: 1) связаны с выявлением в содержании текста сведений о культурных и исторических ценностях; 2) направлены на сравнение культурных и исторических ценностей в родной и иноязычной культурах; 3) предлагают школьнику интерпретировать выявленные сведения о культурных и исторических ценностях.

Совокупность приведённых учебно-речевых задач стала основой для разработки комплексов речевых упражнений (РУ), включающих соответственно *ознакомительные, сопоставительные и аналитические РУ культуроведческой направленности*. Ознакомительные РУ нацеливают учащегося на выявление в тексте культурного компонента содержания (сведений о культурных и исторических ценностях); сопоставительные – на их сравнение в родной и иноязычной культурах; аналитические – на интерпретацию выявленных фатов.

Комплексы РУ были разработаны и проведены в ходе пробного обучения, организованного в рамках разведывательного эксперимента, в котором приняли участие девятиклассники ОФ «Классическая гимназия “Престиж”» (контроль-

ная группа, КГ) и ЧОУ «Гимназия “Успех”» г. Кирова (экспериментальная группа, ЭГ). Всего в пробном обучении приняло участие 30 человек.

Приведём комплекс РУ, использованных в ходе пробного обучения в ЭГ на материалах взаимодействия девятиклассников с текстом культурологического содержания “Ice Festivals” («Ледовые фестивали»)» [1, с. 79]. Что касается КГ, в ней велась работа по традиционной программе, предложенной авторским коллективом учебно-методического комплекта «Английский в фокусе» [2].

1) Ознакомительное РУ культуроведческой направленности. Sasha, Dan, Lara and James wrote articles to their school newspaper about world famous ice festivals. Make notes about the holidays in a cluster form. Which facts about these holidays are the most unusual?

2) Сопоставительное РУ культуроведческой направленности. Read the teens’ articles again and fill in the third column of the chart “Know–Want to Know–Learnt” (первые два столбика этой таблицы уже заполнены учащимися под руководством учителя на дотекстовом этапе). Are your impressions about the holidays different now, after reading the articles? Which Russian holidays are similar to these ice festivals? What are the differences?

3) Аналитические РУ культуроведческой направленности. Write your own article to your school newspaper about a Russian ice festival. Use Sasha’s, Dan’s, Lara’s and James’ articles as examples and the plan: 1) *What?* 2) *Where?* 3) *When?* 4) *What happens?* 5) *The most unusual cultural facts.*

Итоги работы школьников оценивались в баллах по нескольким критериям. Первым критерием было понимание учащимся культурологического содержания текста и выполнение заданий в соответствии с поставленной в упражнении учебно-речевой задачей ознакомительного, сопоставительного или аналитического характера (5 баллов). Вторым критерий – качество решения учебно-речевых задач с позиций логичности и связности (2 балла), третий – с точки зрения лексико-грамматической, а также орфографической и пунктуационной правильности (3 балла). Максимальное количество баллов за выполнение задания – 10. Однако, если учащийся не понял культурологическое содержание тек-

ста в соответствии с поставленной в упражнении учебно-речевой задачей (первый критерий), выполнение всего задания оценивалось в 0 баллов.

Сравнительные результаты контрольного эксперимента представлены в графическом виде на рис. 1, который показывает, что средний балл учащихся ЭГ, полученный ими во время входного контроля, составил 6,6 балла, в КГ – 6,7 балла. По результатам итогового контроля показатели составили соответственно 7,2 балла и 6,9 балла. За время пробного обучения улучшились показатели у 20 % учащихся ЭГ, в то время как в КГ этот показатель составил лишь 12 %.

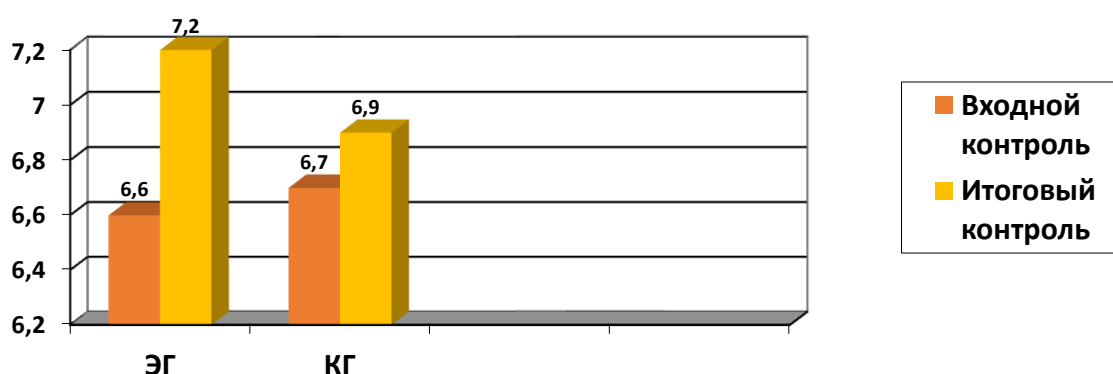


Рисунок 1. Сравнительные результаты контрольного эксперимента по обучению изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания в 9-м классе

Полученные количественные результаты в целом подтверждают эффективность комплекса упражнений культуроведческой направленности, используемого в процессе изучающего чтения школьниками текстов культурологического содержания, т. е. являются доказательством рабочей гипотезы исследования.

Участники ЭГ стали испытывать меньше затруднений в процессе осмысления культурного компонента содержания текста, овладели приёмами выявления причинно-следственных связей в изложенной информации, давая критическую оценку культурно-исторических ценностей. Комментарии ряда учеников отражали их избирательное отношение к культурологическому содержанию, к форме его представления, к актуальным проблемам культурной жизни общества, поднятым в тексте.

Выводы. Изложенное в статье подтверждает значимость целенаправленного применения комплексов ознакомительных, сопоставительных и аналити-

ческих РУ культуроведческой направленности для обучения школьников изучающему чтению иноязычных текстов культурологического содержания в общеобразовательной школе. Мы полагаем, что материал статьи будет полезен тем, кто интересуется вопросами совершенствования процесса обучения различным видам иноязычного чтения.

Библиографический список

1. Баранова К. М., Дули Д., Копылова В. В. и др. Английский язык. 9 класс : учеб. для общеобразоват. учреждений и шк. с углубл. изучением англ. яз. М. : Express Publishing : Просвещение, 2013. 216 с.
2. Ваулина Ю. Е., Эванс В., Дули Дж. и др. Английский в фокусе для 9 класса. М. : Express Publishing : Просвещение, 2018. 216 с.
3. Лёвушкина О. Н. О культурологических, культуроведческих и лингвокультурологических понятиях в методике обучения русскому языку // Преподаватель XXI век. 2012. № 3. С. 152–160.
4. Стрекаловский И. С., Татаринова М. Н. Текст культурологического содержания как средство обучения // Социальные и гуманитарные науки в условиях вызовов современности : материалы III Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых с международным участием, Комсомольск-на-Амуре, 13–14 декабря 2024 г. : в 2 ч. / редкол. : И. В. Цевелева (отв. ред.), Н. Э. Ракитина. Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2025. С. 210–213.
5. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Иностранный (английский) язык. 5–9 классы. М. : ФГБУ «Институт стратегии развития образования», 2023. 73 с.

**Формирование произносительных навыков
говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода
в начальной школе**

Татаринова Майя Николаевна, канд. пед. наук, доцент,
доцент кафедры иностранных языков и методики обучения иностранным языкам,
Вятский государственный университет
Крывзун Вера Викторовна, студент,
направление подготовки «Современная лингводидактика и технология
обучения иностранным языкам»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье даётся обоснование важности использования положений коммуникативно-когнитивного подхода в процессе формирования произносительных навыков говорения в начальной школе. Актуальность заявленной темы обусловлена важностью организации интенсивной речевой практики на базе коммуникативных заданий с учётом особенностей когнитивной деятельности младшего школьника и возможности совершенствования его умственных способностей. Цель статьи – представить комплекс упражнений для формирования произносительных навыков говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода в начальной школе, а также апробировать его. Результаты разведывательного эксперимента показали, что для формирования произносительных навыков учащихся начальной школы более эффективны условно-речевые классные и языковые домашние упражнения. Материал статьи может заинтересовать учителей, чьи ученики испытывают сложности в процессе овладения произносительной стороной иноязычного говорения.

Ключевые слова: иноязычное говорение, произносительные навыки, коммуникативно-когнитивный подход, начальная школа.

Введение. В соответствии с требованиями Федеральной рабочей программы начального общего образования на младшей ступени обучения иностранным языкам происходит «расширение лингвистического кругозора учащегося в процессе овладения новыми фонетическими средствами в рамках учебной тематики» [5, с. 4; 7–8]. Анализ методической литературы (И. А. Зимняя, А. А. Леонтьев, Г. В. Третьяк, А. И. Тюрдеева, А. Н. Шамов и др.) выявил, что в процессе формирования произносительных навыков устной речи на иностранном языке важно объединить преимущества коммуникативного и когнитивного подходов в едином подходе, который включал бы в себя и коммуникацию, и познание [4, с. 209]. Коммуникативно-когнитивный подход к формированию произносительных навыков учащихся начальной школы предполагает обучение путем интенсивной целенаправленной речевой деятельности на базе подлинно коммуникативных заданий и учитывает при этом особенности мен-

тальной деятельности младшего школьника и возможности совершенствования его интеллектуальных способностей.

Следует также отметить, что сегодня коммуникативно-когнитивный подход является одним из ведущих при обучении иностранному языку в общеобразовательной школе [6, с. 5]. Вместе с тем *проблема* заключается в отсутствии подсистемы упражнений для формирования произносительных навыков говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода в начальной школе.

Изложенное обосновывает *актуальность* темы магистерской диссертации. *Цель* исследования, представленного в ней, – теоретическое обоснование, проектирование и экспериментальная проверка методики формирования произносительных навыков говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода в начальной школе. *Объектом* нашего исследования является процесс обучения произносительной стороне иноязычного говорения в начальной школе. *Предмет* исследования – методика формирования произносительных навыков говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода в начальной школе.

Задача настоящей статьи в том, чтобы представить комплекс упражнений для формирования произносительных навыков говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода в начальной школе, а также апробировать его.

Методы исследования. При выполнении исследования использованы такие методы, как: а) *критический анализ педагогической и методической литературы*; б) *изучение учебных программ для общеобразовательной школы*; в) *констатирующий эксперимент (анкетирование)*; г) *формирующий эксперимент (пробное обучение)*; д). *обработка результатов математическими методами*.

Результаты исследований, их обсуждение. Первым шагом исследовательской работы стал констатирующий эксперимент, в ходе которого было выяснено, что при обучении школьников фонетическому аспекту устной речи «популярностью» среди учителей иностранного языка пользуется, во-первых, фонетическая зарядка. Педагоги указывают, что она позволяет эффективно отработать фонетические навыки и снять фонетические сложности любого поряд-

ка – аудитивные, произносительные, ритмико-интонационные. Во-вторых, преподаватели отмечают, что время от времени проводят на уроках коммуникативные фонетические игры. При этом, учителя считают, что в учебниках английского языка для начальной школы следует увеличить количество упражнений для формирования фонетических навыков.

В связи с изложенным нами разработаны условно-речевые упражнения (УРУ) для формирования фонетических навыков говорения на основе коммуниктивно-когнитивного подхода. УРУ апробированы в ходе разведывательного эксперимента, проведенного нами в сентябре–октябре 2024–2025 учебного года в частном образовательном учреждении (ЧОУ) гимназия «Успех» г. Кирова. Пробное обучение, ставшее главной частью разведывательного эксперимента, проводилось по теме “My Letters” «Мои буквы» учебно-методического комплекта (УМК) “Spotlight–2” («Английский в фокусе» для 2-го класса) [2, с. 6–7].

В контрольной группе (КГ) 2-го «А» класса использовался комплекс языковых упражнений (ЯУ), предложенных авторами УМК для работы на уроке [там же] и дома [2, с. 4], а в экспериментальной группе (ЭГ) 2-го «Б» класса – комплекс УРУ, предназначенных для работы на уроке и ЯУ, предназначенных для работы дома. Нашей *целью* явилось выявление более эффективного комплекса упражнений для формирования произносительных навыков младших школьников.

Покажем комплекс упражнений, использованный в ЭГ.

1. *Коммуникативная ситуация:* Сегодня мы отправляемся в волшебную страну английских букв и звуков – Букволандию. Посмотрите, какая она яркая и красивая!



В этой стране проживает художник, который часто рисует её жителей.

Учебно-речевая задача. Сегодня мы познакомимся с буквами и звуками, которые помогут нам правильно произнести названия предметов, что нарисовал художник (упр. 1, стр. 6). Первый звук поможет нам правильно произнести название насекомого, которое мы видим на картинке. Какое это насекомое?

Школьники: муравей.

Учитель: Правильно (Right). По-английски название этого насекомого звучит: ant (произносит 3 раза). А произнести нам его поможет звук, передаваемый вот этой буквой (учитель показывает карточку с маленькой буквой *a*, называет звук [æ] и произносит его три раза). Чтобы правильно его произнести, надо широко открыть рот (произносит звук три раза).

2. А теперь давайте немного поиграем (Let's play).

Учебно-речевая задача. Я называю звуки, вы поднимаете руку тогда, когда слышите звук [æ].

3. *Коммуникативная ситуация.* Мы пришли в гости к художнику из Букволандии. Он снова показывает нам свои картины.

Учебно-речевая задача 1. Давайте «озвучим» эти картины. Say the sound after me, 3 times (перевод). Say it one by one (перевод). Сначала учитель спрашивает учеников посильнее. Together again, 3 times (перевод).

Учебно-речевая задача 2. Послушайте слово, в котором есть звук [æ]. Какое это слово? Right, «муравей» – ant (произносит три раза). Say it after me, 3 times. Say it one by one. Together again, 3 times (перевод).

4. Дома следует произнести новый звук 5 раз, слово 5 раз, запомнить значение, прописать букву, обозначающую этот звук, и прописать слово по строчке.

Аналогично разрабатываются классные УРУ и домашние ЯУ для введения звуков [b; k; d; e; f; g; h].

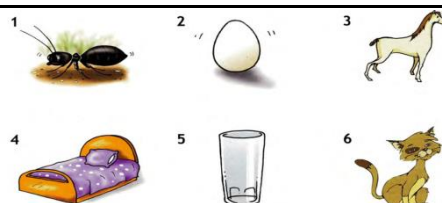
5. *Коммуникативная ситуация.* Мы уже долго гостим в английской Букволандии, познакомились со многими её жителями и даже научились их правильно называть-по-английски. Завтра мы снова пьем чай у нашего знакомого художника.

Учебно-речевая задача. Давайте за чаем вместе споём песенку про английский алфавит (в стиле рэп): a – ant, b – bed, c – cat, d – dog, e – egg, f – flag, g – glass, h – horse.

6. Дома выучите эту песенку и спойте её 5 раз. Подготовьтесь спеть песенку в классе на оценку.

7. *Коммуникативная ситуация.* Наш художник немного рассеян. Он пришёл к детям в английский детский сад, показал им свои картинки, но забыл сделать к ним им подписи.

Учебно-речевая задача. Давайте поможем маленьким англичанам «оживить» картины художника. Нам помогут в этом изученные звуки и слова. Назови их правильно по-английски!



Задания, выполненные учениками в ходе итогового среза, оценивались по двум критериям: 1) качество сформированности аудитивного поднавыка; 2) качество сформированности произносительного поднавыка. Оценка полученных результатов проводилась путем присвоения баллов – от 0 до 5 по каждому критерию, затем высчитывался средний балл.

Для оценки качества сформированности слухопроизносительных навыков использовался коэффициент успешности (K_y) [1]. Данные, демонстрируют отличия в показателях K_y у учащихся КГ и ЭГ в конце разведывательного эксперимента. Эти показатели составили 0,68 и 0,78, что соответствует среднему уровню сформированности произносительных навыков в обеих группах. Однако отличия в показателях в 0,1 в пользу ЭГ свидетельствуют о том, что более эффективным для формирования произносительных навыков младших школьников на данном этапе оказался комплекс УРУ для работы на уроке и ЯУ для работы дома.

Выводы. Резюмируя изложенное выше, мы делаем вывод, что для формирования произносительных навыков учащихся начальной школы на основе коммуникативно-когнитивного подхода предпочтительнее проводить комплекс УРУ для работы на уроке и ЯУ – дома. Именно он позволил младшим школьникам успешно распознавать иноязычные звуки и слова на слух, в достаточно быстром или нормальном темпе произносить звуки, слова и песенку про алфавит без необоснованных пауз и нарушений ритма.

Далее мы планируем в ходе формирующего эксперимента полностью апробировать две частные системы УРУ для формирования фонетических навыков говорения на основе коммуникативно-когнитивного подхода: направленных соответственно на формирование 1) слухопроизносительных и 2) ритмико-интонационных навыков.

Библиографический список

1. Беспалько В. П. О возможностях системного подхода в педагогике // Советская педагогика. 1990. № 7. С. 59–60.
2. Быкова Н. И., Дули Дж., Поспелова М. Д., Эванс В. Английский в фокусе для 2 класса. М. : Express Publishing : Просвещение, 2012. 150 с.

3. Быкова Н. И., Поспелова М. Д., Эванс В. и др. Английский в фокусе : рабочая тетрадь к учебнику для 2 класса общеобразовательных учреждений. М. : Express Publishing : Просвещение, 2007. 82 с.
4. Третьяк Г. В., Тюрдеева А. И. Когнитивно-коммуникативный подход в обучении иностранным языкам // Сахаровские чтения 2020 года. Экологические проблемы XXI века : материалы 20-й междунар. науч. конф. : в 2 ч. Т. 1. Минск : Информационно-вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь, 2020. С. 207–210.
5. Федеральная рабочая программа начального общего образования. Иностранный (английский) язык. 2–4 классы. М. : ФГБУ «Институт стратегии развития образования», 2023. 45 с.
6. Федеральная рабочая программа среднего общего образования. Иностранный (английский) язык. 10–11 классы (базовый уровень). М. : ФГБУ «Институт стратегии развития образования», 2023. 116 с.

Анализ системы и структуры органов исполнительной власти субъектов Дальневосточного федерального округа РФ

Токарева Полина Викторовна, канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры финансов и экономической безопасности,
Вятский государственный университет

Шибанова Ксения Константиновна, студент,
направление подготовки «Экономическая безопасность»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Цель исследования заключается в анализе системы и структуры органов исполнительной власти субъектов Дальневосточного федерального округа, поскольку в нормативных актах, регламентирующих этот вопрос, произошли изменения. Нормативная база субъектов должна соответствовать правовым актам государства, чтобы обеспечивать законную и эффективную деятельность публичной власти в субъекте. Ведущий подход исследования состоит в анализе нормативных актов, их сопоставлении. В результате анализа было выявлено несоответствие некоторых актов субъектов с актами на федеральном уровне, что может привести к ухудшению и неточности в работе органов власти. Для решения данной проблемы необходимо проводить проверку соответствия документов на уровне субъекта с документами на уровне государства. Также есть субъекты, в которых нормативная база соответствует государственному уровню. Результаты исследования могут быть применены в учебных и научных целях.

Ключевые слова: система, структура, исполнительная власть, субъекты.

Введение. Исполнительная власть занимается проведением политики, принятой законодательной властью. Принцип федерализма в России подразумевает выделение субъектов, которые обладают самостоятельным уровнем власти. Объектом исследования являются система и структура органов исполнительной власти на примере некоторых субъектов Дальневосточного Федерального округа Российской Федерации. Предметом исследования являются актуальность действующей системы и структуры органов исполнительной власти, их соответствие Федеральному закону от 21 декабря 2021 года № 414-ФЗ «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации» [9].

Актуальность исследования органов исполнительной власти субъектов РФ основана на важности данного публичного образования для эффективной реализации исполнительной власти в рамках каждого субъекта России. В связи с редакцией Федерального закона № 414-ФЗ возникает вопрос о соответствии действующей структуры и системы органов, в частности

формирование системы и структуры органов исполнительной власти субъектов.

Цель исследования заключается в анализе нормативно-правовой базы по формированию системы и структуры органов исполнительной власти. Задачи исследования включают изучение нормативных актов субъекта, их сравнение с Федеральным законом № 414-ФЗ, на основании этого составляются соответствующие выводы.

Ведущий подход для исследования заключается в изучении нормативно-правовых актов субъектов РФ, их сравнение с Федеральным законом № 414. Сопоставление положений нормативно-правовых актов приведено в таблице. На основании анализа делается вывод о соответствии правовых актов, выделяется проблема и решение. В качестве исследуемых объектов выступают Камчатский край, Приморский край и Хабаровский край.

Результаты исследований, их обсуждение. В каждом субъекте России должна быть определена система и структуры органов исполнительной власти на основании федерального нормативно правового акта.

В соответствии с уставом Камчатского края от 04.12.2008 г. N 141 п.3 ст. 13 [7] высшим исполнительным органом власти является Правительство Камчатского края. Высшее должностное лицо Камчатского края – Губернатор – возглавляет исполнительную власть. Система исполнительных органов власти в субъекте осуществляется на основании постановления Губернатора Камчатского края №57 от 27.05.2022 «О системе исполнительных органов Камчатского края» [2], согласно которому в систему входят Правительство Камчатского края, иные исполнительные органы государственной власти Камчатского края: министерства, агентства, службы, инспекции, администрация Губернатора Камчатского края. Актуальная структура органов исполнительной власти представлена в постановлении Губернатора Камчатского края от 21.09.2020 № 171 «Об утверждении структуры исполнительных органов государственной власти Камчатского края» [1]. В соответствии с системой органов, в структуре представлены идентичные органы.

В соответствии с уставом Приморского края от 06.10.1995 №14-КЗ [8] ст.41 Система исполнительных органов Приморского края состоит из Губернатора Приморского края, Правительства Приморского края и иных исполнительных органов. Ст. 44 Устава определяет структуру по отраслевому принципу, однако в самой структуре подобного деления нет. Субъект также выделяет финансовый орган, который является обязательным исполнительным органом, однако не указано наименование данного органа. Структура региона регламентируется постановлением Губернатора Приморского края № 52-пг от 06.08.2019 «Об утверждении структуры органов исполнительной власти Приморского края» [3]. Документ устанавливает, что структурными подразделениями государственного органа являются: управления и отделы в составе министерства; отделы в составе агентства, департамента, инспекции. Актуальная структура органов исполнительной власти Приморского края включает в себя министерства, агентства, департаменты, инспекции. Отделы или управления в структуре органов не отображены.

Согласно уставу Хабаровского края от 19.05.2022 исполнительную власть в Хабаровском крае осуществляют Губернатор Хабаровского края, Правительство Хабаровского края, иные исполнительные органы. Постановление Губернатора Хабаровского края от 8 июля 2022 года №61 «О системе и структуре исполнительных органов Хабаровского края» [4] определяет, что система исполнительных органов состоит из Губернатора Хабаровского края, Правительства Хабаровского края, иных исполнительных органов: министерства, комитеты, главные управления, управления, представительство Правительства Хабаровского края. Структура органов исполнительной власти субъекта определяется Постановлением Губернатора Хабаровского края от 8 июля 2022 года №61 «О системе и структуре исполнительных органов Хабаровского края» [4]. Актуальная структура органов исполнительной власти Хабаровского края соответствует системе органов, за исключением Губернатора субъекта. Результаты анализа представлены в таблице (табл. 1).

Таблица 1

Система и структура органов исполнительной власти субъектов

Субъект РФ	Система органов	Структура органов	Соответствие Федеральному закону № 414-ФЗ
Камчатский край	Правительство	Правительство	Не соответствует ч.1. ст.31 ФЗ № 414. В систему должно входить высшее должностное лицо.
	Иные органы, в т.ч.:	Иные органы, в т.ч.:	
	администрация Губернатора	министерства	
	министерства	агентства	
	агентства	службы	
	службы	инспекции	
	инспекции	аппарат Губернатора и Правительства	
Приморский край	Губернатор	Иные органы, в т.ч.:	В соответствии с ч.3. ст.31 система и структура органов определяется высшим должностным лицом субъекта самостоятельно. Могут быть несоответствия с общим ФЗ №414.
	Правительство	Министерства	
	Иные органы	Агентства	
		Департаменты	
		Инспекции	
Хабаровский край	Губернатор	Правительство	Система и структура соответствуют нормативным актам.
	Правительство	Иные органы, в т.ч.:	
	Иные органы, в т.ч.:	Министерства	
	Министерства	Комитеты	
	Комитеты	Главное управление	
	Главное управление	Управления	
	Управления	Представительство Правительства Хабаровского края	
	Представительство Правительства Хабаровского края		

Выводы. В каждом рассматриваемом субъекте были изучены следующие нормативные акты: Устав субъекта, постановление Губернатора о системе и о структуре органов исполнительной власти.

Сравнение нормативно-правовых актов показало, что не в каждом субъекте система и структура идентичны. Такое возможно из-за того, что высшее должностное лицо самостоятельно устанавливает систему и структуру органов. Существенное отличие состоит в том, что система и структура, в соответствии с Указом Президента № 314, должны быть регламентированы одним нормативным актом. На примере рассмотренных субъектов только в Хабаровском крае выполнено данное требование. Финансовый орган в качестве обязательного исполнительного органа, в соответствии с ФЗ № 414, выделен только в Приморском крае.

Проведенный анализ позволяет определить проблему, которая состоит в не тождественности нормативного регулирования системы и структуры органов исполнительной власти субъектов РФ и России в целом. Это может привести к неопределенности иерархического подчинения органов власти. Для решения проблемы необходимо осуществлять проверку нормативной базы субъектов, выявлять несоответствия и ликвидировать их, чтобы не возникало неблагоприятных последствий. Также необходимо следить за обновлениями правовых документов на уровне государства, чтобы своевременно вносить изменения на уровне субъектов страны.

Практическая значимость исследования заключается в новизне исследования в силу редакции нормативных актов и определения соответствия действующих актов вновь обновленным. Результаты исследования могут быть применены в учебных целях, а также в качестве ознакомительного материала для специалистов в правовой отрасли.

Библиографический список

1. Постановление Губернатора Камчатского края от 21.09.2020 № 171 «Об утверждении структуры исполнительных органов Камчатского края» // Официальные ведомости. 2020. № 169-171. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
2. Постановление Губернатора Камчатского края от 27.05.2022 № 57 «О системе исполнительных органов Камчатского края» // Официальные ведомости. 2022. № 116. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
3. Постановление Губернатора Приморского края от 06.08.2019 № 52-пг «Об утверждении структуры органов исполнительной власти Приморского края» // Приморская газета. 2019. № 62. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
4. Постановление Губернатора Хабаровского края от 08.07.2022 № 61 «О системе и структуре органов исполнительной власти Хабаровского края» // Официальный интернет-портал правовой информации. 2021. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
5. Постановление Законодательной Думы Хабаровского края от 19.25.2022 № 1331 «Об Уставе Хабаровского края» // Официальный интернет-портал правовой информации. 2022. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
6. Указ Президента РФ от 09.03.2004 № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» : ред. от 27.03.2023// Российская газета. 2004. № 50. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
7. Устав Камчатского края от 04.12.2008 № 141 // Официальные ведомости. 2008. № 199-200. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
8. Устав Приморского края от 06.10.1995 № 14-КЗ // Утро России. 1995. № 197. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
9. Федеральный закон от 21.12.2021 № 414-ФЗ «Об общих принципах организации публичной власти в субъектах Российской Федерации» : ред. от 13.12.2024// Российская газета. 2021. № 294. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Факторы, определяющие здоровье студентов среднего профессионального образования

Халилов Роберт Фанисович, преподаватель кафедры физической культуры,
Санкт-Петербургский филиал Московского международного колледжа
цифровых технологий «Академия TOP»

Аннотация. В настоящее время остается недостаточно исследованным вопрос об эффективности факторов, определяющих здоровье студенческой молодежи. Цель исследования – выявить факторы, определяющие здоровье студентов колледжа компьютерных технологий. В эксперименте приняли участие 96 студентов колледжа и 11 преподавателей академии ТОП. Установлено, что факторами, определяющими здоровый образ жизни, являются рациональный режим труда и отдыха; двигательная активность; полноценное питание; закаливание и массаж; культура межличностного общения и психофизическая регуляция; отсутствие вредных привычек. Определено, что здоровье на 50–55% зависит от образа жизни человека, на 20–23% – от наследственности, на 20–25% – от состояния окружающей среды и на 8–12% – от работы национальной системы здравоохранения..

Ключевые слова: студенты среднего профессионального образования, здоровый образ жизни, вредные привычки, микро- и макронутриенты.

Введение [3]. Образовательный процесс в средней и высшей школе предполагает не только обучение и воспитание, но и оздоровление подрастающего поколения. В последние годы произошёл резкий рост числа подростков, употребляющих наркотики и другие психотропные вещества. Одно из научных физиологических определений здоровья ставит его в зависимость от уровня адаптации и саморегуляции организма. Основой здоровья является стабильность гомеостаза, под которым понимается «постоянство внутренней среды, сохраняющееся путем противодействия нарушающим ее равновесие внешним и внутренним факторам». В основе развития болезни, за ключевой патогенетический фактор считают нарушение гомеостаза. В современном мире патофизиологи рассматривают любое устойчивое отклонение внутренней среды организма от физиологической нормы, сопровождающееся снижением адаптационных ресурсов и повышением вероятности летального исхода, как патологическое состояние, то есть болезнь.

Анализ научной литературы свидетельствует об отсутствии единой, универсально принятой трактовки понятия «здоровье». Это обусловлено, с одной стороны, высокой степенью сложности и многогранностью данного феномена, затрудняющей его точное и однозначное определение. С другой стороны, раз-

нообразие трактовок связано с различиями в методологических основаниях, лежащих в основе научных, философских и религиозных подходов, каждый из которых оперирует собственными критериями оценки состояния здоровья. В целом, категория здоровья представляет собой не только интегральный показатель индивидуального благополучия, но и важнейшую характеристику состояния общества в целом, отражающую уровень его биосоциального и культурного развития.

Ведущий подход. Прежде чем перейти к анализу категории здоровый образ жизни, необходимо рассмотреть виды и факторы здоровья. В научной литературе принято выделять три вида здоровья: физическое, психическое и нравственное.

Физическое здоровье представляет собой интегративное состояние организма, характеризующееся стабильным и сбалансированным функционированием всех его анатомо-физиологических систем. Оно определяется не только отсутствием патологических процессов, но и достаточным уровнем физической подготовленности, а также оптимальным функциональным резервом, обеспечивающим адекватную реакцию на внешние и внутренние воздействия. [1]. Ключевым показателем физического здоровья целесообразно считать энергетический потенциал организма – способность эффективно усваивать, аккумулировать и рационально использовать энергию, необходимую для поддержания жизненно важных физиологических процессов, адаптации к нагрузкам и устойчивого функционирования в изменяющихся условиях среды (Круглякова Э. В., Коробейникова Е. И.).

Психическое здоровье не ограничивается отсутствием ментальных заболеваний и определяет себя как удовлетворительное состояние высших психических функций, эмоционально-волевого компонента личности и учитывает, как человек субъективно оценивает собственное психологическое состояние (Семёлева Е. В., Плигина Е. В.).

Под нравственным здоровьем понимается система ценностей, установок и мотивов поведения индивидов в обществе, представляющая основу социальной

жизни человека [2]. Оно выражается в способности к сопереживанию, сочувствию и альтруистическому поведению, а также в готовности нести ответственность за свои поступки и учитывать их моральные последствия. Нравственное здоровье формируется под воздействием социального окружения, воспитания, культурных и религиозных норм, а также личного жизненного опыта. Нарушения нравственного здоровья могут проявляться в виде морального релятивизма, социальной безответственности, а также девиантного или асоциального поведения. Мы можем говорить о наличии многообразных причин неблагополучия здоровья человека, однако основная из них заключается в деструктивном образе жизни.

Результаты исследований, их обсуждение. Сбор исследовательских данных осуществлялся в срок с 2024 по 2025 года и проходил в два этапа на базе Санкт Петербургского филиала академии ТОП. Субъектами проводимого исследования выступали студенты СПб. филиала Московского международного колледжа цифровых технологий «Академия TOP». Объектами исследования были признаны условия жизнедеятельности, собранные показатели здоровья, образа и качества жизни обучающихся следующих факультетов: Информатика и вычислительная техника и Информационная безопасность в группах РПО 24\3, РПО 24\2 ,ПРО 2, КГиД 24 -1, КГиД 24-2 . Генеральная совокупность всего исследования составляет 96 человек. В процессе исследования были использованы эмпирические методы изучения уставной документации, фиксация сведений, сравнение, а также теоретические методы – анализ, синтез, индукция, дедукция, моделирование.

Проранжировав результаты анкетирования студентов получили следующие данные. К вредным привычкам отнесли: курение, употребление наркотических препаратов, неумеренные игры за компьютером, зависимость от брокерских компаний – ставки на спорт, нерациональное питание и т. д.

Подробнее остановимся на каждой из перечисленных пагубных привычек.

В настоящее время курение приобрело новые формы. Всё больше молодых людей имеют пристрастие к электронным сигаретам. Рост числа зависи-

мых подростков обусловлен ярким и привлекательным дизайном самих устройств, а также многообразием вкусов: от экзотических фруктов до домашней выпечки. Однако помимо никотина, который содержится в обычных сигаретах, аэрозоль электронных сигарет содержит в своём составе пропиленгликоль, глицерин, ароматизаторы, тяжёлые металлы (никель, свинец). Все эти вещества повреждают органы дыхания, способны спровоцировать аллергическую реакцию вплоть до развития бронхиальной астмы, а также нарушают работу нейроэндокринной системы, что особенно важно для формирующегося организма.

О вреде табакокурения известно достаточно много. Сигаретный дым содержит тысячи токсичных веществ, которые повреждают не только дыхательную, но и сердечно-сосудистую систему, увеличивая риск развития сердечных заболеваний и инсульта.

Употребление наркотиков – ещё одна вредная привычка, которая, к сожалению, всё ещё персистирует среди молодёжи. Подобное пристрастие может привести к серьёзным проблемам с психическим здоровьем, таким как депрессия, тревога и психоз. Наркотики оказывают повреждающее действие на развивающийся мозг подростка, что негативно сказывается на когнитивных функциях, памяти и способности к обучению. Зависимость приводит к разрушению семейных отношений и социальных связей, увеличивает риск попаданий в жизнеугрожающие ситуации и совершение преступлений.

Неумеренные игры за компьютером отнимают у подростков много времени, которое могло быть посвящено учёбе, социализации, занятию спортом. Постоянное пребывание за компьютером подразумевает малоподвижный образ жизни, а значит, оно влечёт за собой проблемы со здоровьем. Наиболее распространёнными из них являются нарушение остроты зрения, боли в спине, ожирение и бессонница. Подростки, страдающие игровой зависимостью, часто испытывают агрессию и раздражительность, повышенную утомляемость, что приводит к разрушению социальных контактов и снижению успеваемости в училище.

Неожиданно распространённой проблемой оказалась зависимость от брокерских компаний. Молодые люди часто не понимают всех рисков, связанных с

брокерскими ставками, и могут принимать необдуманные решения. Подобная пагубная привычка очень рискованна и может приводить к финансовым проблемам и долгам в раннем возрасте. Стресс и тревога, связанные с постоянными ставками, негативно влияют на психическое здоровье подростка, могут отвлекать его от учёбы и других важных аспектов жизни, в том числе от занятий спортом.

Неправильное питание – пожалуй, самая распространённая проблема среди студентов. Дисгармоничность рациона приводит к дефициту необходимых микро- и макронутриентов, что негативно сказывается на физическом и умственном развитии подростка, приводит к снижению адаптационных резервов и, как следствие, частой заболеваемости.

Выводы. Важное условие – своевременность проведения профилактической и реабилитационной работы. В целом, проведенное исследование свидетельствует о качественном оказании своевременной помощи и оказание качественной информационной поддержки. Полученные результаты и сопоставление с Открытыми данными позволяют высказать мнение о необходимости повышения культуры здоровья студенческой молодежи.

Литература

1. Комиссарчик К. М., Халилова Л. И., Плотникова С. С., Лешева Н. С. Индивидуализация учебного и тренировочного процесса по физической культуре со студентами высшего учебного заведения: ключевые аспекты и применение // Культура физическая и здоровье. 2023. № 4 (88). С. 62–67.
2. Митенкова Л.В. Роль физической культуры в становлении личности студента // Социально-гуманитарные, естественные и технические исследования: проблемы теории и практики : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Краснодар, 2024. С. 171–172.
3. Халилова Л. И., Комиссарчик К. М., Халилов Р. Ф., Комиссарчик А. К. Влияние спортивных нагрузок на здоровье сердечно-сосудистой системы спортсменов во время занятий флорболом // Мировые стратегии развития науки и образования в новой реальности: междисциплинарные исследования : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. М., 2024. С. 102–106.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Анализ интенсивности ложных ячеек и качества передачи в сетях АТМ

Батенков Кирилл Александрович, д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры сетей связи и систем коммутации,
Московский технический университет связи и информатики

Аннотация. В современных телекоммуникационных системах, использующих технологию АТМ, обеспечение высокого качества передачи данных является критически важной задачей. Особую значимость приобретает контроль ложных ячеек и блоков с ошибками, так как они напрямую влияют на надежность и производительность сети. Целью работы является анализ параметров качества функционирования сетей АТМ, в частности интенсивности ложных ячеек и коэффициента существенных ошибок в блоках. Исследование основано на теоретическом анализе рекомендаций ITU-T I.356 и статистических методах оценки параметров передачи данных. Для практической части использованы данные измерений сети АТМ, включая расчет интервалов измерения, исключение блоков с существенными ошибками и определение интенсивности ложных ячеек. Определены ключевые зависимости между пиковой скоростью передачи, размером блока ячеек и граничным числом ошибок. Показано, что учет блоков с существенными ошибками позволяет минимизировать искажение статистических показателей качества. Проведенный анализ подтвердил важность мониторинга ложных ячеек и блоков с ошибками для обеспечения стабильной работы сетей АТМ. Разработанная методика оценки параметров качества может быть использована для диагностики и оптимизации сетевых характеристик. Полученные результаты могут быть применены при проектировании, настройке и эксплуатации АТМ-сетей, а также для разработки алгоритмов контроля качества обслуживания (QoS) в современных телекоммуникационных системах.

Ключевые слова: Asynchronous Transfer Mode, ложные ячейки, качество передачи.

Введение. Объектом исследования выступают сети АТМ (Asynchronous Transfer Mode) – технология асинхронной передачи данных, широко применяемая в телекоммуникационных системах благодаря возможности гарантированного качества обслуживания (QoS) [1]. Предметом исследования являются параметры качества функционирования АТМ-сетей, в частности интенсивность ложных ячеек (CMR) и коэффициент существенных ошибок в блоках (SECBR), регламентированные в рекомендациях ITU-T I.356 [2].

Актуальность исследования обусловлена возрастающими требованиями к надежности и производительности телекоммуникационных систем, где даже незначительные ошибки передачи могут привести к существенному снижению качества обслуживания. Основная проблема заключается в отсутствии унифицированных методов оценки влияния ложных ячеек и блоков с ошибками на общие показатели качества сети, что затрудняет их оперативное выявление и устранение.

Целью исследования является разработка методики оценки интенсивности ложных ячеек и коэффициента существенных ошибок в блоках для сетей АТМ на основе статистического анализа и рекомендаций ITU-T.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- анализ существующих параметров качества функционирования АТМ-сетей согласно рекомендациям ITU-T I.356;
- разработка методики расчета интенсивности ложных ячеек (CMR) с учетом исключения блоков с существенными ошибками;
- определение коэффициента существенных ошибок в блоках (SECBR) и его влияния на общие показатели качества сети;
- практическая апробация предложенной методики на примере сети АТМ.

Методы исследования.

Интенсивность ложных ячеек a_m (cell misinsertion rate – CMR) – отношение числа ложных ячеек n_m , наблюдаемых на некотором временном интервале, к длительности этого интервала t_m [2]:

$$a_m = \frac{n_m}{t_m}.$$

Ложными ячейками являются принятые ячейки, для которых в рамках данного соединения отсутствуют события передачи этих ячеек, то есть данные ячейки не передавались в этом соединении. Возникновение ложных ячеек может быть обусловлено ошибками ассоциации ячеек с определенным соединением на физическом уровне. Также отметим, что при расчете интенсивности ложных ячеек ячейки, относящиеся к интервалам измерения, соответствующим блокам с существенными ошибками, не учитываются.

Существенные ошибки.

Блок ячеек (cell block) – последовательность заданного числа ячеек n_a в рассматриваемом соединении [2].

Блок ячеек с существенными ошибками (severely errored cell block) – последовательность более чем n_o ячеек с ошибками, потерянных и ложных ячеек в рассматриваемом блоке ячеек.

Значение числа ячеек в блоке n_a определяется пиковой скоростью передачи (PCR – peak cell rate) агрегированного потока высоко- и низкоприоритетных ячеек. При этом предполагается, что за секунду должно передаваться от 12,5 до 25 блоков ячеек на пиковой скорости, то есть

$$n_a = 2^{\lceil \log_2 \frac{v_{PCR}}{25} \rceil},$$

где $1600 < v_{PCR} \leq 819200$ ячеек/с – пиковая скорость передачи ячеек.

Скорость передачи информации пользователя (байт/с) при этом составит

$$v_u = 48 \cdot v_{PCR}.$$

Граница существенности числа ошибок в блоке:

$$n_o = \frac{n_a}{32}.$$

Коэффициент существенных ошибок в блоках ячеек p_b (severely errored cell block ratio – SECBR) – отношение числа блоков ячеек с существенными ошибками $n_{b,e}$ к общему числу переданных блоков n_b :

$$p_b = \frac{n_{b,e}}{n_b}.$$

Данный коэффициент количественно характеризует всплески неуспешно переданных ячеек и позволяет не учитывать влияние данных всплесков на коэффициенты потери ячеек, ошибок в ячейках и интенсивность ложных ячеек.

Результаты исследований, их обсуждение.

Измеренные статистические данные непрерывно передаваемой пользовательской информации с пиковой скоростью 105 ячеек/с для исследуемой сети АТМ приведены в таблице.

Для определения интенсивности ложных ячеек необходимо знать интервал измерения.

Поскольку измерения согласно исходным данным проводились непрерывно, то интервал измерения вычисляется исходя из скорости и объема переданных ячеек за время, в котором не учитываются интервалы блоков с существенными ошибками:

$$t_m = \frac{[n_b - (n_{b,0,3} + n_{b,1,3})] \cdot n_a}{v_{PCR}} = \frac{[4,2 \cdot 10^7 - (1 + 1)] \cdot 4096}{10^5} = 1,7 \cdot 10^6 \text{ с} = 19,7 \text{ сут.}$$

Таблица 1

Статистические данные исследуемой сети АТМ

Но- мер ин- тер- вала изме- ре- ний i	Число пере- данных блоков высоко- приори- тетных ячеек $n_{b,0,i}$	Число пере- данных блоков низ- копри- оритет- ных ячеек $n_{b,1,i}$	Число потерян- ных вы- сокопри- оритет- ных яче- ек в каж- дом бло- ке $n_{l,0,i}$	Число по- терянных низкопри- оритетных ячеек в каждом блоке $n_{l,1,i}$	Число высоко- приори- тетных ячеек с ошибка- ми в каждом блоке $n_{e,0,i}$	Число низкопри- оритетных ячеек с ошибками в каждом блоке $n_{e,1,i}$	Время пере- носа высо- копри- оритет- ных ячеек $\tau_{0,i}$	Время перено- са высо- копри- оритет- ных ячеек $\tau_{1,i}$	Число ложных ячеек на интер- вале из- мерения блока $n_{m,i}$
1	$5,9 \cdot 10^6$	$5,7 \cdot 10^6$	0	47	0	0	396,6	400,3	1
2	$7,6 \cdot 10^6$	$7,1 \cdot 10^6$	0	14	0	0	395	399,2	2
3	1	1	$2,6 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^3$	0	0	393	403,7	5
4	$6,3 \cdot 10^6$	$3,5 \cdot 10^6$	0	44	0	0	400,1	395,5	8
5	$1,9 \cdot 10^5$	$5,3 \cdot 10^6$	0	7	0	0	397	395,3	0
6	$3,1 \cdot 10^3$	$8,7 \cdot 10^3$	1	4	0	1	399,9	400,6	2

В число ложных ячеек не включаются ячейки, полученные при наблюдении блоков с существенными ошибками, то есть

$$n_m = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq 3}}^{n_g} n_{m,i} = 1 + 2 + 8 + 0 + 2 = 13.$$

Таким образом, интенсивность ложных ячеек

$$a_m = \frac{n_m}{t_m} = \frac{13}{19,7} = 0,66 \text{ сут}^{-1}.$$

Отсюда также следует, что исследуемая сеть удовлетворяет требованиям любого класса сетей.

Общее число ячеек, переданных не в интервале наблюдения существенных ошибок:

$$n + n_l = n_a \cdot \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq 3}}^{n_g} (n_{b,0,i} + n_{b,1,i}) = n_a (n_b - n_{b,e}) = 4096 \cdot (4,2 \cdot 10^7 - 2) = 1,7 \cdot 10^{11}.$$

Общее число потерянных ячеек, переданных не в интервале наблюдения существенных ошибок:

$$n_l = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq 3}}^{n_g} (n_{l,0,i} n_{b,0,i} + n_{l,1,i} n_{b,1,i})$$

$$= 0 \cdot 5,9 \cdot 10^6 + 47 \cdot 5,7 \cdot 10^6 + 0 \cdot 7,6 \cdot 10^6 + 14 \cdot 7,1 \cdot 10^6 + 0 \cdot 6,3 \cdot 10^6 + 44 \cdot 3,5 \cdot 10^6 + 0 \cdot 1,9 \cdot 10^5 + 7 \cdot 5,3 \cdot 10^6 + 1 \cdot 3,1 \cdot 10^3 + 4 \cdot 8,7 \cdot 10^3 = 5,6 \cdot 10^8.$$

Выводы. Проведенный анализ показывает, что контроль интенсивности ложных ячеек и учет блоков с существенными ошибками являются критически важными для обеспечения надежности АТМ-сетей. Расчеты подтверждают, что исследуемая сеть соответствует требованиям всех классов качества, что подчеркивает эффективность применяемых методов оценки.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию алгоритмов обнаружения и коррекции ложных ячеек, а также на разработку более точных моделей для прогнозирования качества передачи в условиях высокой нагрузки.

Библиографический список

1. Батенков А. А., Батенков К. А., Фокин А. Б. Вероятность связности телекоммуникационной сети на основе приведения нескольких событий несвязности к объединению независимых событий // Информационно-управляющие системы. 2021. № 6(115). С. 53-63. DOI 10.31799/1684-8853-2021-6-53-63. EDN AOUANJ.
2. Rec. I.356. B-ISDN ATM layer cell transfer performance. 2000-03. Geneva : ITU-T, 2001. 64 p.

Применение гомоморфного шифрования в системе васкулярной биометрической аутентификации

Иминова Зарина Бахтияржановна, студент,
направление подготовки «Информационная безопасность»,
Вятский государственный университет

Харина Наталья Леонидовна, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры радиоэлектронных средств,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье рассматривается архитектура защищенной системы биометрической аутентификации. В качестве биометрического признака применяется сосудистый рисунок, обладающий высокой устойчивостью к подделке и стабильностью при внешних воздействиях. Предложенный подход основан на применении гомоморфного шифрования, позволяющего выполнять сравнение признаков в зашифрованном виде без их раскрытия. В качестве криптографической схемы используется «Concrete», реализованная в библиотеке «Concrete ML». Используются методы компьютерного зрения, сверточные и сиамские нейронные сети, квантование признаков, а также методы статистической оценки точности и надежности. Реализована клиент-серверная архитектура, при которой обработка открытых биометрических данных выполняется в доверенной среде на стороне клиента, тогда как сравнение признаков осуществляется в зашифрованном виде на сервере, находящемся в недоверенной вычислительной среде. Проведен экспериментальный анализ системы, включающий оценку точности, времени отклика и устойчивости к атакам. Представленные результаты подтверждают практическую применимость решения в условиях недоверенной вычислительной среды.

Ключевые слова: гомоморфное шифрование, биометрическая аутентификация, васкулярная аутентификация, защищенные вычисления.

Введение

В условиях активного внедрения биометрических технологий в цифровую инфраструктуру всё большую значимость приобретают вопросы конфиденциальной обработки биометрических данных [1]. В отличие от паролей, биометрические шаблоны – такие как лицо, отпечатки пальцев, радужка глаза или венозный рисунок ладони – являются уникальными и неизменяемыми, а потому не подлежат отзыву или замене в случае утечки [2-3]. Учитывая рост целевых атак на персональные данные, защита шаблонов становится ключевым аспектом построения безопасных биометрических систем [4].

Традиционные подходы, такие как канальная защита (например, TLS), шифрование на хранении или применение доверенных вычислительных сред, не исключают необходимость доступа к биометрическим шаблонам в открытом виде для сравнения [1]. Это означает, что при компрометации серверной сторо-

ны шаблон может быть раскрыт. Полное гомоморфное шифрование (FHE), решает данную проблему, позволяя производить вычисления над зашифрованными данными без их расшифровки [5-6].

Несмотря на высокую теоретическую проработанность, применение FHE в биометрических системах – особенно в части извлечения и сравнения признаков в зашифрованной форме – остаётся предметом активных исследований [7]. Настоящая работа направлена на разработку и экспериментальное исследование архитектуры клиент-серверной системы биометрической аутентификации, использующей васкулярную биометрию и гомоморфное шифрование. В качестве экспериментальной выборки использовалась база данных 400 пользователей [8-9], включающая по 6 шаблонов на каждого участника.

Объектом исследования являются методы и технологии аутентификации пользователей на основе васкулярного рисунка ладони, полученного в инфракрасном диапазоне. Предметом исследования являются методы применения гомоморфного шифрования в биометрических системах на основе васкулярных изображений.

Цель статьи – разработка архитектуры защищенной системы биометрической аутентификации на основе васкулярных изображений ладони в инфракрасном спектре с применением гомоморфного шифрования для безопасной обработки биометрических признаков. Основные задачи:

- спроектировать архитектуру защищённой биометрической системы с использованием гомоморфного шифрования;
- реализовать клиентскую обработку изображений, извлечение признаков с помощью нейросети, квантование и шифрование;
- обеспечить передачу признаков и сравнение в зашифрованном виде на серверной стороне;
- оценить точность, надёжность и эффективность работы системы на основе стандартных метрик и экспериментальных данных.

Методы исследования

Исследование направлено на разработку системы биометрической аутентификации с сохранением конфиденциальности биометрических шаблонов за

счёт гомоморфного шифрования. В основе лежит клиент-серверная архитектура: обработка изображений и шифрование осуществляются на клиенте, а сравнение – в зашифрованном виде на сервере, что исключает раскрытие данных.

Для реализации использованы следующие методы:

- методы компьютерного зрения: локализация области интереса (ROI), адаптивное контрастирование, бинаризация и скелетизация венозного рисунка;
- сверточные нейронные сети (CNN): извлечение устойчивых признаков и формирование вектора размерности 128;
- сиамская архитектура: сравнение признаков на основе расстояния между эмбедингами;
- гомоморфное шифрование: схема «Concrete» из библиотеки «Concrete ML» для выполнения операций без расшифровки;
- статистический анализ: расчёт accuracy, F1, AUC, FAR, FRR.

Этапы эксперимента включают: предобработку выборки, обучение модели, шифрование признаков, сравнение и анализ результатов.

Результаты исследований, их обсуждение

Архитектура системы включает клиентский модуль для предобработки и шифрования биометрических признаков, а также сервер, выполняющий сравнение в зашифрованном виде.

На клиентской стороне выполняется локализация области интереса («Region of Interest», ROI), содержащей наибольшее количество информации о сосудистой структуре. После выделения ROI изображение подвергается предварительной обработке, включающей нормализацию размеров, бинаризацию и скелетизацию. Результатом является нормализованное изображение с приведенным венозным рисунком, пригодное для дальнейшего анализа.

Подготовленное изображение ROI подается на вход сверточной нейросети, обученной для извлечения признаков. На выходе модели формируется вектор признаков фиксированной размерности, количественно характеризующий топологию венозной сети. Этот вектор используется в качестве биометрического представления пользователя.

Полученные признаки проходят квантование до целочисленного представления, после чего шифруются с использованием открытого ключа в рамках схемы гомоморфного шифрования. В качестве криптографического инструмента используется библиотека «Concrete ML», обеспечивающая эффективную обработку квантованных данных. Это позволяет выполнять сравнение признаков в зашифрованном виде, снижая задержку и сохраняя конфиденциальность биометрической информации. Сформированный зашифрованный вектор сериализуется в формат, пригодный для безопасной передачи по сети.

На стороне сервера зашифрованный вектор признаков сравнивается с эталонным шаблоном, хранящимся также в зашифрованной форме. Полученный вектор объединяется с эталоном и поступает на вход классификационному модулю, реализованному в виде сиамской архитектуры. Данный модуль обучен на множестве пар признаков и предсказывает вероятность соответствия между текущим и эталонным шаблоном, основываясь на структуре взаимных различий.

Результат классификации формируется в виде краткого ответа, не содержащего биометрических данных или признаков, и возвращается клиенту. На основании полученного результата принимается решение о допуске пользователя.

Предлагаемая система биометрической аутентификации организована по принципу клиент-серверной архитектуры с четким разграничением функциональных блоков. Вся предварительная обработка изображений, а также извлечение признаков выполняются на клиентской стороне, находящейся в доверенной среде. Серверная часть системы предназначена исключительно для хранения зашифрованных шаблонов и выполнения классификации в зашифрованном виде. Структура взаимодействия компонентов представлена на рисунке 1.

Система продемонстрировала устойчивость к искажениям, включая повороты, шум и смещения. Основные показатели эффективности приведены в таблице 1. Средний размер зашифрованного шаблона составляет 50–60 КБ. Использование гомоморфного шифрования гарантирует, что чувствительные биометрические данные не раскрываются в открытом виде ни на одном этапе.

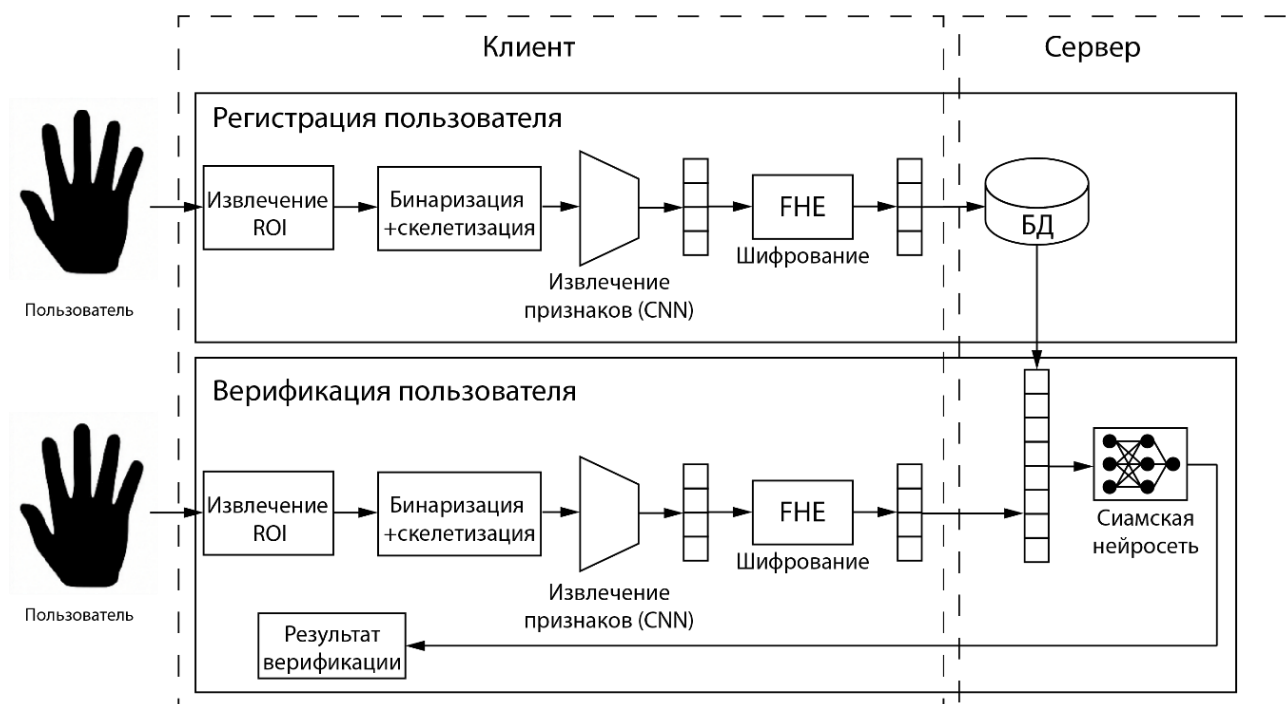


Рисунок 1. Структура архитектуры системы, включающая клиентскую обработку, зашифрованную передачу и сравнение в шифре на сервере

Таблица 1

Показатели эффективности биометрической системы

Метрика	Значение
Accuracy	97,9%
FAR	0,67%
FRR	1,38%
F1-score	0,98
AUC	0,96
Время отклика	1,5-2,9 с

Выводы

Разработанная в рамках исследования архитектура биометрической аутентификации обеспечивает высокий уровень безопасности благодаря гомоморфному шифрованию при сохранении практической эффективности. Данный подход позволил обеспечить сохранение конфиденциальности биометрических данных на всех этапах обработки, включая передачу и сравнение признаков.

Результаты экспериментального анализа подтвердили высокую точность аутентификации (97,9 %), низкий уровень ложных срабатываний (FAR – 0,67 %, FRR – 1,38 %) и приемлемое время отклика (1,5–2,9 секунды). Система демонстрирует качество распознавания, сопоставимое с обычными биометрическими системами, и при этом обеспечивает высокий уровень защиты данных.

Научная новизна работы заключается в практической реализации биометрической идентификации с использованием схемы гомоморфного шифрования «Concrete» для сравнения признаков в зашифрованной форме. Теоретическая и прикладная значимость состоит в доказанной возможности безопасного применения биометрических технологий в распределённых системах с ограниченным уровнем доверия к серверу. Решение может быть использовано в облачных сервисах идентификации, банковских системах удалённой верификации личности и корпоративных сетях с высокими требованиями к приватности.

Библиографический список

1. Ермолов С. Ю. Биометрические технологии: проблемы безопасности и защиты персональных данных // Информационные технологии. 2021. № 4. С. 45–52.
2. Мураховский Г. С., Епифанов В. А. Биометрическая идентификация человека: технологии и применение. СПб. : Питер, 2019. 256 с.
3. Wang Y. A survey on deep learning-based methods for biometric recognition // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 2784–2799.
4. Кутепов М. В. Проблемы защиты биометрических шаблонов в распределённых системах // Вестник ИТ и безопасности. 2022. Т. 18. № 3. С. 90–98.
5. Gentry C. Fully homomorphic encryption using ideal lattices // Proc. of the 41st ACM Symposium on Theory of Computing (STOC 2009). 2009. May. P. 169–178.
6. Brakerski Z., Vaikuntanathan V. Efficient fully homomorphic encryption from (standard) LWE // SIAM Journal on Computing. 2014. Vol. 43. No. 2. P. 831–871.
7. Bourse F., Minelli M., Minihold M., Paillier P. Fast homomorphic evaluation of deep discretized neural networks // Advances in Cryptology – CRYPTO 2018. Springer, 2018. P. 483–512.
8. Tongji Contactless Palmvein Dataset. URL: https://www.researchgate.net/figure/Contactless-Palmvein-Benchmark-Datasets_tbl1_323940991 (дата обращения 16.04.2025).
9. CASIA MS Palmprint V1 Database. URL: <http://biometrics.idealtest.org/dbDetailForUser.do?id=5#/> (дата обращения 16.04.2025).

Применение Telegram-бота для удаленного управления серверным оборудованием с использованием протокола IPMI

Мельников Артём Денисович, студент,
направление подготовки «Информационная безопасность»,
Вятский государственный университет

Метелев Александр Петрович, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры радиоэлектронных средств,
Вятский государственный университет

Аннотация. Современные подходы к построению IT-инфраструктуры требуют наличия надежных средств удаленного администрирования серверного оборудования. Одним из решений в этой области является применение Telegram-ботов в сочетании с протоколом IPMI, обеспечивающим базовый уровень управления питанием серверов независимо от основной операционной системы. В рамках исследования реализован Telegram-бот, способный выполнять команды включения, выключения, перезагрузки и получения статуса сервера. В качестве средства управления использована утилита ipmitool, взаимодействующая с IPMI-интерфейсом сервера. Рассмотрена архитектура программного решения, приведены примеры реализации, и обсуждены вопросы безопасности. Полученные результаты демонстрируют возможность создания простого и эффективного инструмента для удаленного управления серверным оборудованием в малых и средних инфраструктурах.

Ключевые слова: удаленное администрирование, Telegram-бот, IPMI, серверное оборудование, ipmitool, автоматизация.

Введение

Управление серверным оборудованием на уровне аппаратного обеспечения играет ключевую роль в обеспечении стабильной работы IT-инфраструктур [1]. Особенно это актуально в условиях ограниченного физического доступа к серверам, например, при удалённой работе системных администраторов или обслуживании распределённых вычислительных узлов. В таких случаях востребованы технологии, позволяющие производить базовые операции управления – включение, выключение, перезагрузку и контроль состояния серверов – независимо от состояния основной операционной системы или гипервизора.

Одной из широко применяемых в таких целях технологий является протокол IPMI (Intelligent Platform Management Interface), который предоставляет доступ [6] к управлению питанием и мониторингу аппаратных ресурсов напрямую через специальный микроконтроллер (BMC). Вместе с тем, для повышения удобства взаимодействия с такими средствами управления целесообразно использование простых и доступных интерфейсов, в частности – популярных мессенджеров.

Telegram зарекомендовал себя как безопасная и масштабируемая платформа [4] для реализации чат-ботов. Создание бота для Telegram, способного взаимодействовать с сервером по IPMI, позволяет упростить удалённое администрирование, снизить порог входа и повысить скорость реагирования на инциденты.

Целью данного исследования является разработка и внедрение Telegram-бота, обеспечивающего выполнение базовых команд управления сервером посредством IPMI-интерфейса. В рамках поставленной цели были решены следующие задачи:

- 1) спроектирована архитектура программного решения;
- 2) реализовано взаимодействие между Telegram-ботом и утилитой ipmitool;
- 3) обеспечена обработка команд и отправка ответов в мессенджере;
- 4) проанализированы особенности и ограничения применяемого подхода;
- 5) предложены направления для расширения функциональности и повышения безопасности системы.

Методы исследования

Исследование направлено на разработку программного средства для удалённого управления серверным оборудованием с применением интерфейса IPMI и Telegram-бота. В качестве объекта исследования рассматривалась архитектура системы, реализующей взаимодействие между администратором и сервером посредством Telegram-интерфейса. Предметом исследования является устойчивость и функциональность такого решения в условиях ограниченного физического доступа и требования минимальной инфраструктуры.

Для реализации использованы следующие методы:

- средства прикладного программирования: использование Python 3.10 [3] и фреймворка Aiogram [5] для построения асинхронного Telegram-бота;
- средства командного управления оборудованием: утилита ipmitool [6] для взаимодействия с IPMI-интерфейсом;
- методы системного проектирования: проектирование архитектуры клиент-бот-сервер и протокол взаимодействия;

- методы экспериментальной оценки: функциональное тестирование на стенде с реальным сервером HP ProLiant и IPMI-интерфейсом;
- анализ производительности: измерение времени выполнения операций и отклика Telegram-интерфейса;
- оценка устойчивости: моделирование ситуаций с недоступностью IPMI и Telegram API, анализ реакции системы [1].

Этапы эксперимента включают:

- создание Telegram-бота с базовыми командами управления (power on/off, reset, status);
- развёртывание на тестовой машине, подключённой к IPMI-интерфейсу сервера;
- тестирование работы команд с разных устройств: ПК, смартфона, VPN-соединения;
- проверка отказоустойчивости при недоступности IPMI-интерфейса;
- измерение времени отклика при передаче команды и получении ответа;
- фиксация типовых сценариев применения: включение по расписанию, аварийное отключение, удалённый мониторинг.

Результаты исследований, их обсуждение

Разработанное программное средство представляет собой Telegram-бота, позволяющего производить базовые действия по управлению сервером: включение, выключение, перезагрузка, запрос статуса. Бот функционирует на базе Python [3] с использованием библиотеки Aiogram [5] и взаимодействует с IPMI-интерфейсом посредством утилиты ipmitool [6].

Архитектура представлена на Рис. 1. В неё входят следующие компоненты:

- клиент (Telegram-приложение);
- Telegram API;
- серверный бот (Python-скрипт);
- IPMI-интерфейс сервера.

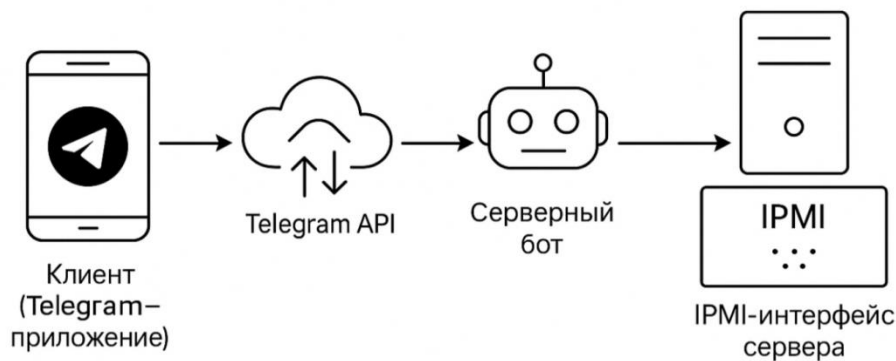


Рисунок 1. Архитектура системы удалённого управления сервером через Telegram-бота и IPMI

Экспериментальная часть исследования проводилась на стенде, включающем физический сервер HP ProLiant с поддержкой IPMI версии 2.0, компьютер с установленной ОС Debian и установленным Python 3.10, а также Telegram-бота, развёрнутого локально. Управление сервером осуществлялось по локальной сети через утилиту `ipmitool`, вызываемую Telegram-ботом по запросам пользователя.

Порядок проведения эксперимента включал следующие этапы:

- регистрация Telegram-бота и подключение к Telegram API;
- запуск бота на Debian и установление связи с сервером через IPMI;
- поочерёдная отправка каждой команды (включение, выключение, перезагрузка, статус) с различных устройств (ПК, мобильный клиент);
- моделирование потери соединения IPMI и задержек в сети;
- фиксация времени между отправкой команды и получением ответа ботом (отображение пользователю);
- ведение логов для анализа ошибок и повторных попыток.

В результате было установлено следующее (Табл. 1):

- система устойчива к временной потере соединения: Telegram сохраняет очередь сообщений, а бот корректно обрабатывает повторные подключения;
- при недоступности IPMI-интерфейса бот сообщает об ошибке, что позволяет своевременно выявить проблемы с сетью или питанием;
- интерфейс минималистичен, удобен в использовании с мобильных устройств и не требует дополнительного обучения персонала (Рис. 2).

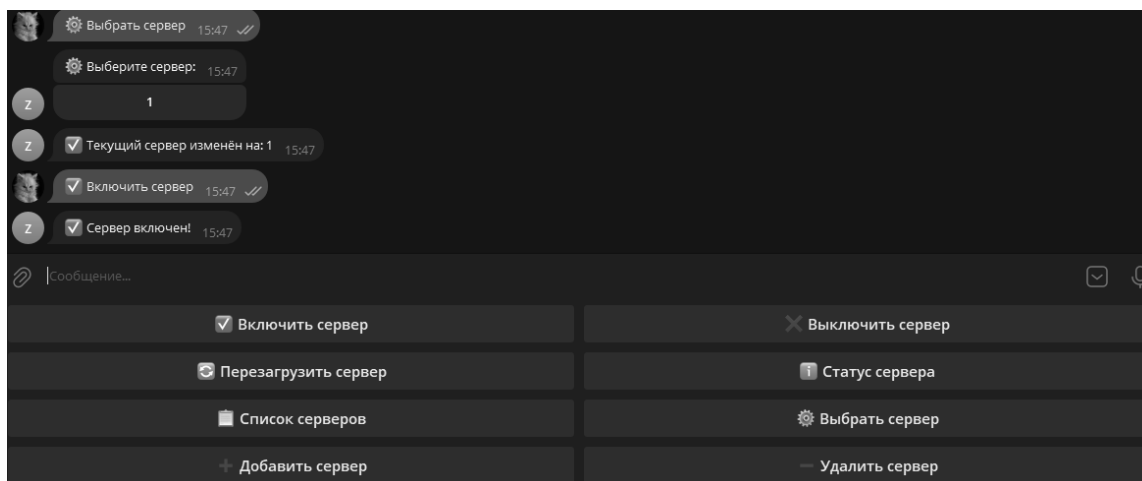


Рисунок 2. Интерфейс Telegram-бота на мобильном устройстве

Таблица 1

Результаты тестирования Telegram-бота управления сервером

Метрика	Значение
Время отклика	1,2–2,1 с
Кол-во поддерживаемых команд	4 (вкл., выкл., перезагрузка, статус)
Устойчивость к сбоям IPMI	Обнаружение и легирование
Объём занимаемого места	6 МБ

Выводы

В результате проведённого исследования разработано программное решение для удалённого управления серверным оборудованием с использованием Telegram-бота и протокола IPMI, результаты тестирования которого показали, что:

- Telegram-бот обеспечивает простой и интуитивно понятный интерфейс взаимодействия с сервером;
- использование IPMI позволяет управлять оборудованием независимо от состояния ОС;
- программное решение показало устойчивость к потерям соединения и корректную обработку ошибок;
- система отличается низкой ресурсоёмкостью и может работать даже на одноплатных компьютерах;
- реализована возможность масштабирования и интеграции с мониторингом и логированием.

Реализация данного инструмента показала высокую степень применимости в задачах администрирования в условиях ограниченного физического до-

ступа к серверной инфраструктуре. Полученные результаты подтверждают, что Telegram-бот может выступать в качестве эффективного инструмента для удалённого управления серверами [2] в образовательных учреждениях, малых организациях и в составе тестовых кластеров.

Библиографический список

1. Гусев В. Е. Средства автоматизации системного администрирования. – М. : БХВ-Петербург, 2020. 352 с.
2. Копылов А. И., Синяев В. С. Разработка и внедрение средств удалённого управления серверами в корпоративной сети // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2022. № 12. С. 22–29.
3. Python Software Foundation. Python 3.10 Documentation. URL: <https://docs.python.org/3.10/> (дата обращения: 15.04.2025).
4. Telegram Bot API. Официальная документация. URL: <https://core.telegram.org/bots/api> (дата обращения: 15.04.2025).
5. Aiogram. Документация по фреймворку aiogram (v3). URL: <https://docs.aiogram.dev/en/latest/> (дата обращения: 15.04.2025).
6. IPMItool. Командная справка по IPMItool. URL: <https://linux.die.net/man/1/ipmitool> (дата обращения: 15.04.2025).

Повышение эффективности оптимизации мультимодальных языковых моделей на основе интерпретации оценок внимания

Сергеев Александр Валерьевич, аспирант,
направление подготовки «Информатика и информационные процессы»,
Вятский государственный университет

Котельников Евгений Вячеславович, д-р техн. наук, доцент,
профессор кафедры прикладной математики и информатики,
Вятский государственный университет,
профессор Школы вычислительных социальных наук,
Европейский университет в Санкт-Петербурге

Аннотация. В статье представлен метод интерпретации мультимодальных языковых моделей (MLM) путем анализа оценок внимания относительно ключевых объектов изображений. Современные нейросетевые архитектуры обладают высоким качеством решения задач по обработке изображений и текста, однако они плохо поддаются объяснению, что ограничивает их применение в сферах, для которых важно доверие к результатам работы. Целью работы является исследование возможности дообучения MLM путем интерпретации взаимодействия весов внимания с ключевыми объектами на изображениях. В качестве методов исследования применены: вычисление пересечений внимания с масками ключевых объектов, статистический анализ различий между слоями, а также эксперименты по эффективному дообучению моделей PaliGemma2 и Qwen2.5-VL. Результаты показали, что дообучение слоев, обращающих высокое внимание на ключевые объекты изображения, позволяет существенно снизить перплексию модели при изменении менее 0,012% параметров. Предложенный метод может быть применен в областях, требующих доверия к ответам модели и экономии вычислительных ресурсов.

Ключевые слова: интерпретируемость, эффективное по параметрам дообучение, мультимодальные языковые модели, Трансформер.

Введение. Развитие архитектуры Трансформер в области обработки естественного языка [1] и компьютерного зрения [2] привело к появлению мультимодальных языковых моделей (Multimodal Language Model, MLM) – алгоритмов, которые могут обрабатывать разные виды информации, в частности, текст и изображения [3]. Для MLM острой остается проблема интерпретируемости процесса принятия решений, модели трудно поддаются объяснению [4]. Из-за этого затруднено применение MLM в областях, для которых важно доверие к результатам, например, медицина или юриспруденция.

Целью данного исследования является анализ возможности оптимизации мультимодальных языковых моделей путем интерпретации оценок внимания относительно визуальной информации.

Задачи исследования:

1. Исследовать возможность определения голов внимания модели, которые связаны с ключевыми объектами изображения.
2. Применить сведения о связи голов внимания с ключевыми объектами изображения для эффективного по параметрам дообучения моделей.
3. Провести эксперименты с эффективным по параметрам дообучением мультимодальных языковых моделей с 3-4 миллиардами параметров.

Объектом исследования являются мультимодальные языковые модели, предметом исследования – методы интерпретации MLM.

Методы исследования. Были рассмотрены две MLM, которые отличаются форматом представления визуальной информации:

– Модель PaliGemma2 [5] представляет изображение в виде последовательности токенов фиксированной длины. Входное изображение масштабируется к размеру 448x448 пикселей и построчно разбивается на фрагменты размером 14x14 пикселей. В результате формируется последовательность из 1024 визуальных токенов на изображение.

– Модель Qwen2.5-VL [6] для представления изображений использует алгоритм с адаптивным разрешением – в зависимости от разрешения и формата изображения оно задается разным количеством токенов. Изображения также разбиваются на фрагменты 14x14 и последовательности из 2x2 соседних токенов визуальной модели объединяются в один токен языковой модели.

Набор данных, используемый в экспериментах, состоит из изображений, для каждого из которых выделен ключевой объект. В качестве исходного набора изображений используется валидационное множество набора данных COCO [7]. Ключевым объектом является наиболее релевантный объект на изображении, который участвует в описании изображения в целом. Ключевой объект представляется маской – матрицей, размером равная изображению, элемент которой имеет значение 1, если в соответствующей позиции изображения представлен ключевой объект, иначе 0. Для каждого ключевого объекта указано его короткое текстовое описание. Пример данных приведен на Рис. 1. Набор дан-

ных состоит из 3 000 объектов: 1 000 объектов используется для анализа оценок внимания, остальные – для экспериментов по дообучению моделей.

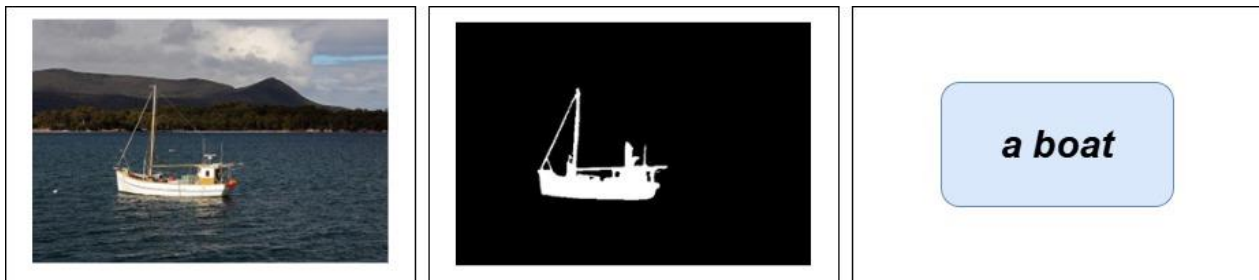


Рисунок 1. Пример набора данных. Слева: исходное изображение. По центру: маска ключевого объекта изображения. Справа: текстовое описание ключевого объекта.

Анализ оценок внимания выполняется путем вычисления доли значений внимания, которые токены ответа обращают на ключевой объект изображения относительно всего изображения. Используется мера IoU по оценкам внимания токенов изображений и маски ключевого объекта изображения (1). IoU принимает значение в диапазоне от 0 до 1, где 1 означает полное пересечение между вниманием и маской, а 0 – отсутствие пересечения.

$$IoU(l, h) = \frac{\sum_{x,y} Attention(l, h) \odot Mask}{\sum_{x,y} [Attention(l, h) \odot Mask > 0]} \quad (1)$$

Для вычисления общей оценки анализа конкретной головы внимания ключевого объекта изображения IoU усредняется по всему набору данных (2):

$$Score(l, h) = \frac{1}{|D|} \sum_{d \in D} IoU_d(l, h) \quad (2)$$

Гипотеза заключается в следующем: дообучение только тех голов внимания, которые имеют высокую оценку анализа внимания ключевого объекта изображения, достаточно для эффективной оптимизации моделей.

Дообучение моделей выполняется с помощью обучения LoRA адаптеров [8] для тех слоев, которые имеют высокую оценку анализа внимания.

Для оценки качества дообучения используется мера смещения перплексии (ΔPPL) относительно исходной модели – насколько языковая модель стала лучше понимать распределение токенов после оптимизации. Большее смещение перплексии означает лучшее качество дообучения.

Результаты исследований, их обсуждение. Были вычислены оценки анализа внимания модели на ключевые объекты изображения для моделей PaliGemma2 и Qwen2.5-VL. Тепловая карта оценок представлена на Рис. 2.

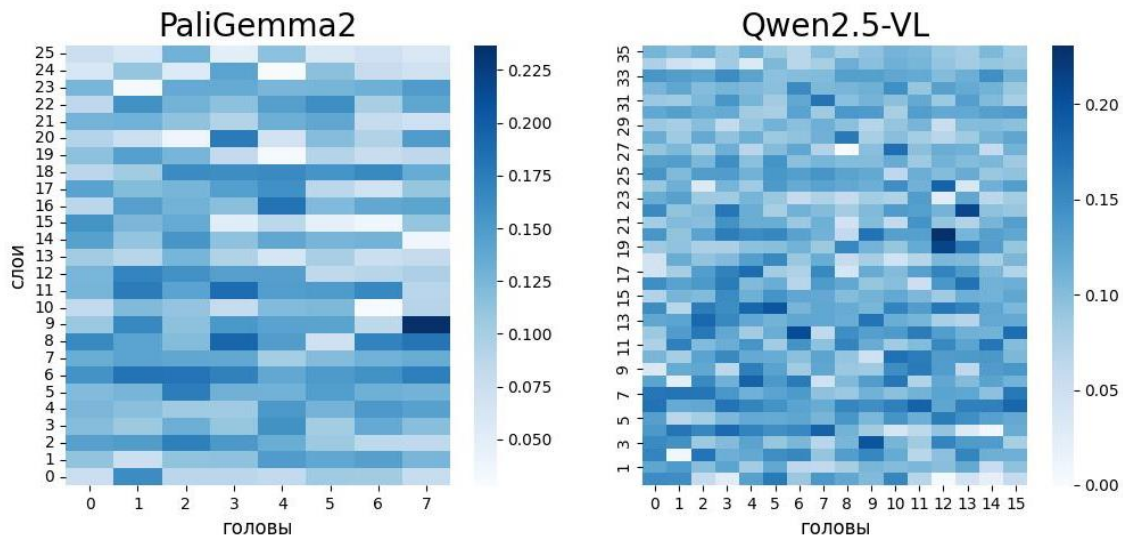


Рисунок 2. Тепловая карта оценок анализа внимания на ключевые объекты изображений.

Оценки анализа внимания демонстрируют значимое отличие от слоя к слою. Это подтверждает статистический тест Краскела-Уоллиса – для модели PaliGemma2 $p\text{-value} = 3,62 \cdot 10^{-9}$, для модели Qwen2.5-VL $p\text{-value} = 7,05 \cdot 10^{-8}$, что говорит о неравенстве медиан оценок по слоям (при критерии значимости $\alpha = 0,001$). Таким образом, можно говорить о наличии слоев, которые были обучены обращать внимание на ключевые объекты изображения в процессе формирования ответа.

Обучение моделей проводилось на задаче описания изображения – на вход модели подавалось изображение, на выход – описание ключевого объекта. На основе усредненных по слоям оценок анализа внимания для дообучения были выбраны лучшие, худшие и случайные слои, которые указаны в Табл. 1. Таким образом выполняется дообучение только 0,012% весов для модели PaliGemma2 и 0.008% весов для модели Qwen2.5-VL. В результате дообучения слоев обеих моделей были получены следующие оценки качества, указанные в Табл. 2.

Таблица 1

Индексы обучаемых слоев для каждого эксперимента

Эксперимент	Номера слоев PaliGemma2	Номера слоев Qwen2.5-VL
лучшие	6, 8, 9, 11	6, 12, 14, 20
худшие	13, 15, 24, 25	8, 23, 29, 34
случайные	5, 7, 10, 16	2, 13, 25, 32

Таблица 2

Оценки качества ($\Delta PPL \uparrow$) в экспериментах по дообучению слоев моделей

	Лучшие слои	Худшие слои	Случайные слои
PaliGemma2	0,970	0	0
Qwen2.5-VL	0,993	0,022	0,059

Дообучение слоев, которые демонстрируют лучшие оценки анализа внимания ключевых объектов изображения, показывает наибольшее смещение перплексии, что подтверждает связь между анализом ключевых объектов и эффективностью оптимизации мультимодальной языковой модели.

Высокие значения оценок анализа указывают на то, что соответствующие головы внимания фокусируются на семантически релевантных элементах изображения, что позволяет более обоснованно генерировать текстовые описания. Усиление этих весов посредством дообучения приводит к повышению чувствительности модели к релевантным визуальным токенам, что способствует снижению перплексии и потенциальному улучшению качества генерации.

Выводы. Проведенное исследование подтвердило возможность повышения эффективности оптимизации мультимодальных языковых моделей на основе интерпретации оценок внимания. Во-первых, анализ показал наличие голов внимания в архитектурах MLM, которые демонстрируют направленность на ключевые объекты изображения. Во-вторых, анализ голов внимания продемонстрировал статистически значимое отличие между слоями при анализе изображений, данная информация была использована для эффективного по параметрам дообучения. В-третьих, результаты экспериментов по оптимизации моделей показали, что дообучение слоев с высокой оценкой анализа внимания клю-

чевых объектов позволяет добиться существенного снижения перплексии при изменении менее чем 0,012% весов модели.

Полученные результаты демонстрируют возможность интерпретируемого выбора обучаемых параметров MLM на основе анализа внимания. Теоретическая значимость работы заключается в развитии методов интерпретации моделей и в обосновании выбора обучаемых слоёв. Практическая значимость обусловлена возможностью применения метода в задачах, требующих эффективного дообучения моделей в областях, где важна интерпретируемость решений.

Библиографический список

1. Vaswani A. et al. Attention is all you need // *Advances in neural information processing systems*. 2017. Vol. 30. P. 5998–6008.
2. Dosovitskiy A. et al. An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale // *arXiv preprint arXiv:2010.11929*. 2020.
3. Caffagni D. et al. The Revolution of Multimodal Large Language Models: A Survey // *Findings of the Association for Computational Linguistics: ACL 2024*. 2024. P. 13590–13618.
4. Dang Y. et al. Explainable and interpretable multimodal large language models: A comprehensive survey // *arXiv preprint arXiv:2412.02104*. 2024.
5. Steiner A. et al. PaliGemma 2: A Family of Versatile VLMs for Transfer // *arXiv preprint arXiv:2412.03555*. 2024.
6. Bai S. et al. Qwen2.5-VL technical report // *arXiv preprint arXiv:2502.13923*. 2025.
7. Microsoft COCO: Common objects in context / T. Y. Lin et al. // *Computer vision–ECCV 2014*. Zurich, Switzerland, 6–12 Sept. 2014.
8. Hu E. J. et al. LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models // *ICLR*. 2022. Vol. 1. P. 3.

Улучшение генерации кода через обучение с подкреплением на основе алгоритма GRPO

Скопин Егор Сергеевич, аспирант,
направление подготовки «Информатика и информационные процессы»,
Вятский государственный университет
Котельников Евгений Вячеславович, д-р техн. наук, доцент,
профессор кафедры прикладной математики и информатики,
Вятский государственный университет,
профессор Школы вычислительных социальных наук,
Европейский университет в Санкт-Петербурге

Аннотация. В данной статье представлено исследование по дообучению языковых моделей с использованием алгоритма обучения с подкреплением GRPO (Group Relative Policy Optimization) для улучшения генерации кода. Для обучения и тестирования использовался датасет Mostly Basic Python Problems (MBPP). В процессе обучения генерировалось несколько примеров кода по одной из задач из обучающей части датасета. Сгенерированный код выполнялся, а его корректность оценивалась на основе прохождения тестов или наличия ошибок. На тестовой части MBPP проведено сравнение между исходными и дообученными моделями, результаты которого продемонстрировали повышение количества пройденных тестов после дообучения на 8 процентных пунктов. Полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциале применения алгоритма GRPO для повышения эффективности генерации кода.

Ключевые слова: нейронные сети, языковые модели, генерация кода, обучение с подкреплением.

Введение

Объектом исследования являются большие языковые модели (LLM), применяемые для автоматической генерации программного кода. Предметом исследования выступает процесс дообучения таких моделей с подкреплением с использованием алгоритма Group Relative Policy Optimization (GRPO) [1] для повышения качества генерируемых решений на примере датасета Mostly Basic Python Problems (MBPP) [2]. Актуальность работы обусловлена растущей ролью автоматизированных средств разработки и необходимостью повышения надёжности и корректности кода, генерируемого LLM, в условиях, когда даже небольшие ошибки приводят к критическим сбоям в программных системах.

Цель исследования – разработать и проверить методику дообучения языковых моделей с помощью GRPO для повышения процента успешно выполненных тестов на наборе задач MBPP. Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Реализовать автоматизированный цикл генерации, выполнения и классификации результатов с учётом различных типов ошибок.
2. Провести эксперименты на нескольких языковых моделях
3. Сравнить качество генерации исходных и дообученных моделей по метрике процента пройденных тестов и анализу распределения ошибок.

Методы исследования

Объектами исследования выступают четыре предварительно обученные модели: Qwen2.5-Coder-0.5B-Instruct, Qwen2.5-Coder-1.5B-Instruct, Qwen2.5-Coder-3B-Instruct [3] и Yi-Coder-1.5B-Chat [4]. Датасет MBPP содержит 974 задачи для Python-разработчиков начального уровня, каждая с описанием, эталонным решением и автоматическими тестами. В качестве основного метода применён алгоритм обучения с подкреплением Group Relative Policy Optimization (GRPO).

Классическая схема GRPO включает следующие этапы:

1. Генерация групп ответов (n вариантов) моделью;
2. Оценка каждого варианта по заданной функции награды;
3. Вычисление среднего бала группы и сравнение отдельных ответов с этим средним;
4. Корректировка политики модели для увеличения вероятности более качественных ответов.

Оценка результатов генерации проводилась по алгоритму:

1. Слияние сгенерированного кода с тестами задачи.
2. Выполнение блока кода интерпретатором Python.
3. Классификация результата:
 - **Passed**: все тесты пройдены;
 - **Assertion Error**: хотя бы один тест не пройден;
 - **Interpreter Error**: синтаксические или структурные ошибки;
 - **Runtime Error**: ошибки при выполнении, такие как IndexError, ValueError;
 - **Other**: редкие неклассифицируемые ошибки.
4. Присвоение награды (reward):
 - 1.0 для Passed;
 - -0.3 для Assertion Error;

- –0.6 для Runtime Error;
- –1.0 для Interpreter Error.

В качестве инструментов были использованы библиотеки transformers, trl, peft, vLLM, Unsloth и модифицированная библиотека humaneval для выполнения кода. Дообучение проводилось с помощью Lora-адаптера на обучающей части датасета MBPP (374 задачи). По каждой задаче генерировался код, который затем выполнялся вместе с прикрепленными тестами. По результатам выполнения определялось прохождение всех тестов, с помощью этих результатов была составлена метрика точности модели.

Основные параметры дообучения:

- 4 эпохи (по 374 задачи);
- Температура генераций – 0.9;
- Количество генераций на одну задачу – 8.

Каждый тест по исходным и дообученным моделям был проведен от 3 до 10 раз. Для обучения была выделена 1 видеокарта Nvidia A16 с 16Гб видеопамяти.

Результаты исследований, их обсуждение.

Оценка точности генерации кода проведена на тестовой части MBPP (500 задач). В таблице 1 приведены усреднённые проценты успешно пройденных тестов.

Таблица 1

Процент успешных генераций кода на MBPP датасете

Используемая Модель	Исходная модель (%)	Дообученная (Lora r=16) (%)	Время обучения (часы)
Qwen2.5-Coder-0.5B-Instruct	33.95	36.99	~10
Qwen2.5-Coder-1.5B-Instruct	53.60	58.98	~18
Qwen2.5-Coder-3B-Instruct	59.11	65.93	~30
Yi-Coder-1.5B-Chat	52.30	56.71	~16

По всем моделям отмечено увеличение доли успешных генераций на ~3–7 процентных пунктов, максимальный прирост зафиксирован для Qwen2.5-Coder-3B (~6.8 %).

Был также проведен анализ классов ошибок в полученных генерациях моделей. На рисунках 1 и 2 предоставлены классы для моделей Qwen2.5-Coder-0.5B и Qwen2.5-Coder-1.5B.

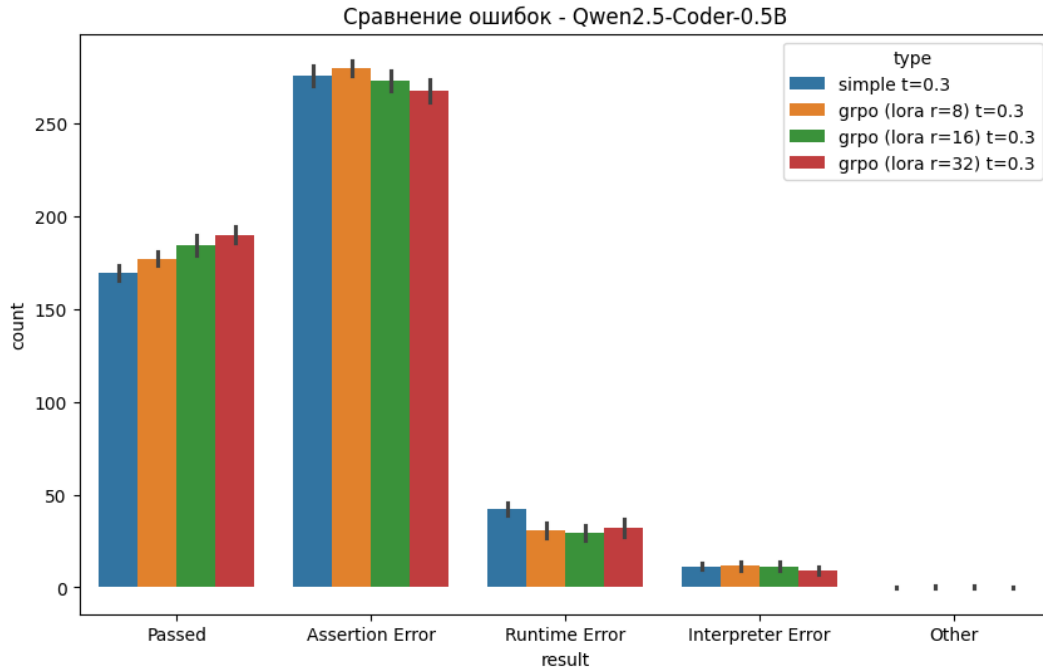


Рисунок 1. Сравнение классов ответов на модели Qwen2.5-Coder-0.5B.

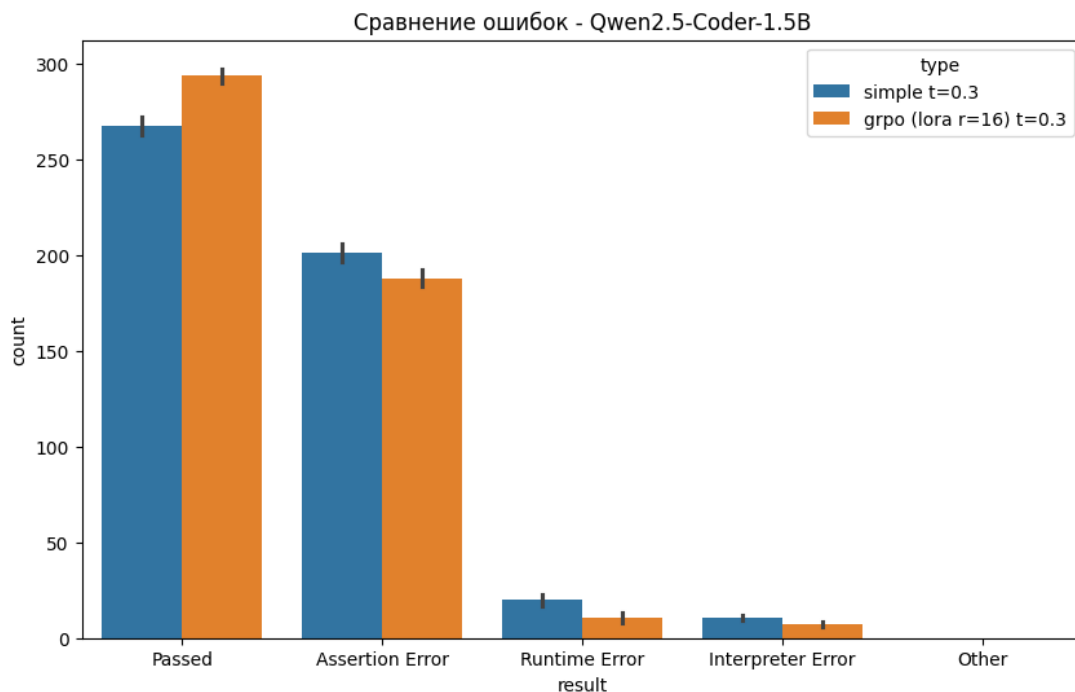


Рисунок 2. Сравнение классов ответов на модели Qwen2.5-Coder-1.5B.

При анализе ошибок было выявлено, что код, сгенерированный через до-обученные модели, имеют значительно меньше ошибок при выполнении, а

также в синтаксисе в случае модели Qwen2.5-Coder-1.5B, в случае ошибок в самих тестах в дообученных моделях также наблюдается меньшее количество. Исходная модель Qwen2.5-Coder-0.5B выдала в среднем 42.4 ошибок класса Runtime Error, когда дообученная модель с параметром $r=16$ в среднем выдала 30.5 ошибок этого класса.

Выводы.

Был реализован процесс тестирования и оценки генерации кода, с этим процессом был адаптирован алгоритм GRPO для задач генерации кода и разработке системы оценки на основе выполнения тестов. Алгоритм GRPO при дообучении LLM на MBPP демонстрирует рост доли успешных генераций от 3 до 7 процентных пунктов в зависимости от модели. Дообученные модели реже выдают ошибки в синтаксисе и структуре кода, а также ошибки при выполнении. Результаты исследования могут быть применены для обучения новых моделей для более качественной генерации кода в средах разработки.

Библиографический список

1. Deepseekmath: Pushing the limits of mathematical reasoning in open language models / Zhihong Shao, Peiyi Wang, Qihao Zhu et al. // arXiv. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.03300>
2. Program synthesis with large language models / A. Odena, C. Sutton, D. M. Dohan, E. Jiang et al. // Google. 2021. URL: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2108.07732>
3. Qwen2.5-Coder Technical Report / Binyuan Hui, Jian Yang, Zeyu Cui et al. // arXiv. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2409.12186>
4. Yi: Open Foundation Models by 01.AI / Alex Young, Bei Chen, Chao Li, Chengen Huang, Ge Zhang et al. // arXiv. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2403.04652>

Разработка программы для автоматического выявления дипфейков

Титов Кирилл Андреевич, студент,
направление подготовки «Информационная безопасность
телекоммуникационных систем»,
Вятский государственный университет
Корчемкина Елизавета Владимировна, студент,
направление подготовки «Информационная безопасность
телекоммуникационных систем»,
Вятский государственный университет
Харина Наталья Леонидовна, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры радиоэлектронных средств,
Вятский государственный университет

Аннотация. В настоящее время технологии создания синтетического медиаконтента стремительно развиваются, а также активно используются в негативных целях: распространение фальшивых новостей, манипуляция общественным сознанием, мошеннические схемы, шантаж и вымогательство, особенно в отношении публичных личностей. Для того чтобы противостоять этой угрозе, необходимы как законодательные меры, так и технические решения. В связи с этим разработка эффективного метода распознавания поддельных видеоматериалов становится важной задачей в сфере информационной безопасности. В данной статье представлена программа автоматического определения подлинности видеоматериалов – выявление дипфейков. Основным методом была выбрана сверточная нейронная сеть (CNN) с модифицированной архитектурой на основе EfficientNetB0. Модель автоматически извлекает признаки из изображений, а для улучшения обобщения применялись методы регуляризации и аугментации данных. Предложенная программа показывает точность распознавания 91,9%. Количественные результаты работы программы позволяют с высокой точностью определять подлинность видеоматериалов. Результаты исследования могут быть применены в системах верификации цифрового контента, обеспечения кибербезопасности, а также для борьбы с дезинформацией.

Ключевые слова: ассигасу, дипфейк, модель, датасет.

Введение

Дипфейк (англ. Deepfake, от deep learning – глубокое обучение и fake – подделка), технология на базе искусственного интеллекта, позволяющая редактировать видео, создавая ложные изображения на основе реальных кадров. Технология имеет широкие перспективы для использования в области образования, науки, рекламы, искусства [8]. Однако, сгенерированные видео не менее активно используют злоумышленники, а с развитием технологии растет и потенциальный ущерб от их использования. Выявить качественную подделку можно только с помощью специальных программ. Обнаружение дипфейков становится важной задачей по мере развития технологий искусственного интеллекта и машинного обучения. Целью исследования является разработка про-

граммы, способной с высокой точностью определять подлинность видеоматериалов. Задачи исследования включают: разработку программы детекции дипфейков на основе нейронных сетей, формирование авторского датасета, а также получение наиболее высоких метрик точности распознавания.

Методы исследования

Методы обнаружения синтетических видеоматериалов при помощи машинного обучения включают в себя различные подходы. В данной работе основным методом была выбрана сверточная нейронная сеть (CNN) с модифицированной архитектурой на основе EfficientNetB0.

Основа для архитектуры была выбрана как баланс между точностью и вычислительной эффективностью [4]. Для борьбы с переобучением добавлены:

1. Dropout (0.3) – метод регуляризации в нейронных сетях [2,3].
2. L2-регуляризация ($1e-5$) – метод, который помогает предотвратить переобучение нейронной сети, штрафую слишком большие значения весов [5].
3. Аугментация данных – метод искусственного увеличения обучающей выборки [7].

Выбранная для исследования архитектура представлена на Рис. 1.

Для исследования использован авторский датасет, содержащий 154 реальных видео и 154 сгенерированных роликов, на основе реальных и взятых из открытых источников материалов. Все записи приведены к формату MP4, имеют различные разрешения, длительность от 3 до 30 секунд. Кадры синтетических и реальных видеороликов из авторского датасета представлены на Рис. 2.

Процесс обучения начинается с извлечения кадров из видеофайлов. Подсчитывается общее количество извлеченных кадров в каждой категории. Полученный датасет служит основой для обучения нейронной сети EfficientNetB0.

Данные разделяются в пропорции 80% на 20% для корректного обучения и оценки модели.

На каждой эпохе модель просматривает пакеты изображений из обучающего набора. Разница между предсказанием и истинным значением вычисляется с помощью функции потерь.

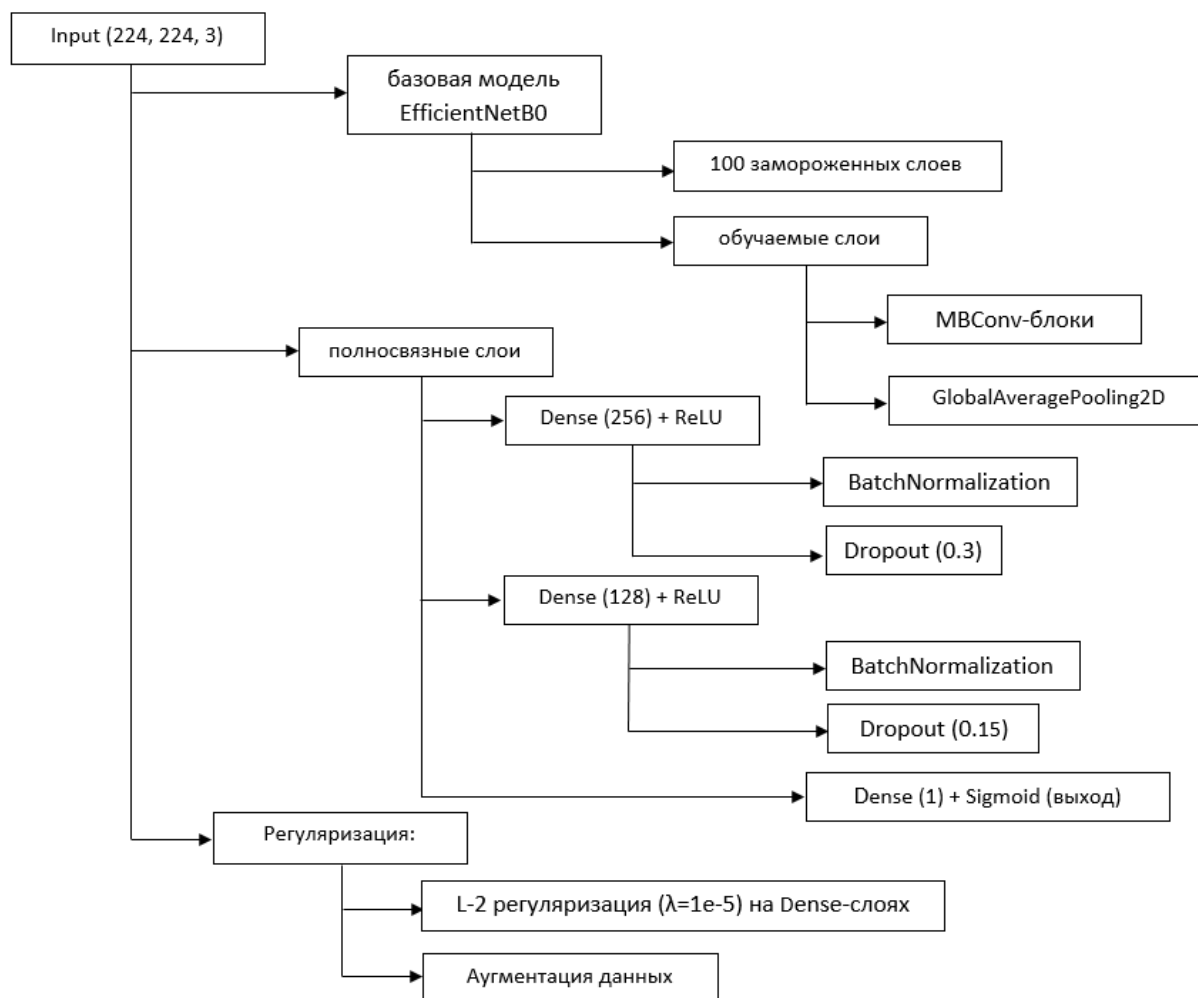


Рисунок 1 – Схема архитектуры модели.



Рисунок 2 – Кадры синтетических и реальных видеороликов из авторского датасета.

После вычисления ошибки модель корректирует свои внутренние параметры с помощью оптимизатора Adam. Этот процесс называется обратным распространением [1, 6].

Визуализация изменения val_accracy и val_AUC во время обучения представлена на Рис. 3.

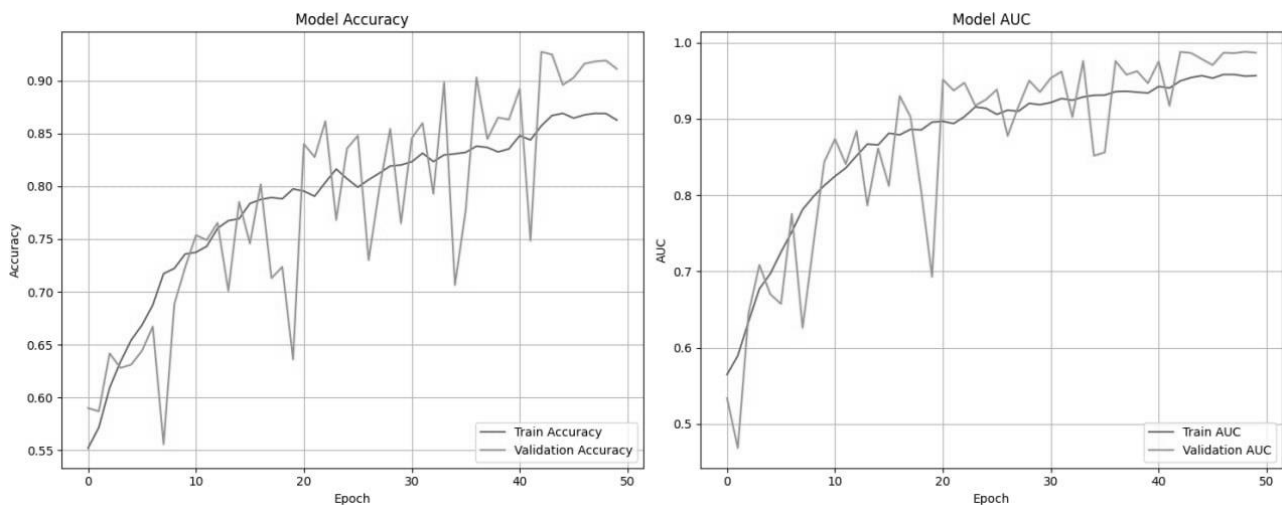


Рисунок 3 – Изменение val_accracy и val_AUC в процессе обучения.

На графиках val_AUC и val_accracy наблюдаются скачки, что объясняется разнородными обучающими данными, аугментацией, а также сложностью модели EfficientNetB0.

Результаты исследований, их обсуждение.

После обучения получены следующие лучшие метрики модели: val_accracy = 0.9190, val_AUC = 0.9879, val_Precision = 0.9839.

Файл, в который сохраняется обученная модель, при выборе видеоролика автоматически определяет подлинность видеоматериала с визуализацией принятия решения. Визуализация принятия решения представлена на Рис. 4.



Рисунок 4 – Визуализация принятия решения.

Разработанная модель на основе архитектуры EfficientNetB0 продемонстрировала высокую точность классификации – 91,9%. Результат обусловлен применением методов регуляризации и аугментацией данных, что позволило избежать переобучения и улучшить обобщающую способность модели.

Достоверность результатов подтверждена тестированием на независимой валидационной выборке, что исключает влияние случайных факторов. Использование сбалансированного датасета минимизировало возможные смещения в предсказаниях модели.

Полученные результаты согласуются с современными тенденциями в глубоком обучении, где EfficientNet зарекомендовал себя как эффективный компромисс между точностью и скоростью работы.

Таким образом, экспериментальные данные и статистическая оценка подтверждают надежность модели, а преимущества обоснованы как архитектурными решениями, так и корректной методикой валидации.

Выводы. В ходе исследования была разработана программа детекции дипфейков на основе модифицированной архитектуры EfficientNetB0. Точность распознавания достигла значения 91,9% ($AUC=0,98$, $Precision=0,98$), что подтверждает эффективность алгоритма. Новизна работы заключается в оптимальной комбинации методов регуляризации и аугментации данных применительно к задаче обнаружения синтетических видеороликов. Практическая значимость исследования проявляется в возможности интеграции модели в системы верификации цифрового. Полученные результаты решают поставленные задачи: разработку эффективного алгоритма детекции, формирование репрезентативной обучающей выборки и достижение высоких метрик точности.

Библиографический список

1. ADAM: A METHOD FOR STOCHASTIC OPTIMIZATION / D. P. Kingma, J. L. Ba // Published as a conference paper at ICLR 2015. URL: <https://wtf-deeplearning.github.io/optimization-regularization/1412.6980.pdf> (accessed 08.04.2025).
2. Dropout: A Simple Way to Prevent Neural Networks from Overfitting / N. Srivastava, G. Hinton et al. // Journal of Machine Learning Research 15 (2014) 1929-1958. URL: <https://wtf-deeplearning.github.io/optimization-regularization/srivastava14a.pdf> (accessed 08.04.2025).
3. DropOut в нейронных сетях. URL: <https://deepmachinelearningru/docs/Neural-networks/Regularization/DropOut> (дата обращения 10.04.2025).

4. EfficientNet B0 to B7. URL: <https://keras.io/api/applications/efficientnet/> (дата обращения 10.04.2025).
5. Layer weight regularizers. URL: <https://keras.io/api/layers/regularizers/> (дата обращения 10.04.2025).
6. Алгоритмы обучения нейросетей. Часть 2. URL: <https://telegra.ph/Algoritmy-obucheniya-nejrosetej-CHast-2-04-05> (дата обращения 10.04.2025).
7. Аугментации. URL: <https://ai.mitup.ru/journal/glossary/augmentatsii/> (дата обращения 10.04.2025).
8. Дипфейк. URL: <https://bigenc.ru/c/dipfeik-f9f89b> (дата обращения 10.04.2025).

ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Обоснование выбора агарозного и полиакриламидного носителей для биоплёнки в системе турбидостатной ферментации рамнолипидов

Барамзин Михаил Николаевич, инженер-исследователь, аспирант,
направление подготовки «Биотехнология»,
Вятский государственный университет
Литвинец Сергей Геннадьевич, канд. с-х. наук, доцент,
проректор по науке и инновациям,
Вятский государственный университет

Аннотация. Рамнолипиды представляют собой поверхностно-активные вещества гликолипидной природы, которые могут найти применение в косметической промышленности. Турбидостатная система ферментации позволяет создать непрерывный процесс получения рамнолипидов благодаря отъёмно-доливному процессу, который позволяет поддерживать концентрацию рамнолипидов на определённом уровне. Целью данного исследования является проверка на устойчивость биоплёнки во время турбидостатного процесса ферментации рамнолипидов при использовании в качестве носителя пластинок агара и полиакриламида. Было определено, что высокая концентрация рамнолипидов приводит к дестабилизации биоплёнки, но скорость разбавления в два раза помогает избежать рассеивания биоплёнки, полиакриламидный носитель обеспечивает лучшее крепление биоплёнки, что показывает его перспективность для использования в качестве носителя. Данные результаты могут быть применены для дизайна системы турбидостатной ферментации при использовании гетерологичных продуцентов рамнолипидов.

Ключевые слова: рамнолипид, биоплёнка, агарозный носитель, полиакриламидный носитель, турбидостатная ферментация.

Введение. Рамнолипиды относятся к поверхностно-активным веществам биологического происхождения и обладают гликолипидной структурой: состоят из молекул рамнозы и остатков жирных кислот [1]. Данные гликолипиды представляют собой перспективный компонент косметических средств, обладающий высокой эмульгирующей способностью [1]. Также значимыми преимуществами являются биоразлагаемость и низкая токсичность [2].

В составе биоплёнки рамнолипиды несут функцию повышения подвижности колонии и роста клеток и распределены в ней неравномерно [3]. На основе биоплёнки в ходе непрерывного проточного культивирования можно получить систему производства рамнолипидов [4]. Данная технология позволит решить проблему избыточного пенообразования при производстве рамнолипидов [4], но идея биоплёночного производства рамнолипидов имеет проблему,

связанную с тем, что рамнолипид может способствовать разрушению биоплёнки, потому его необходимо регулярно удалять из неё [4].

Целью данного исследования является проверка на устойчивость биоплёнки во время турбидостатного процесса ферментации рамнолипидов при использовании в качестве носителя пластинок агара и полиакриламида.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

1. Отобрать на среде с твин-80 культуру с наиболее высокой роевой активностью.
2. Определить оптимальную скорость разбавления среды для обеспечения стабильности биоплёнки.
3. Определить состояние биоплёнки до ферментации и во время ферментации по количеству матриксного белка.
4. Измерить концентрацию клеток в оттоке.
5. Сравнить устойчивость биоплёнки на агарозном и полиакриламидном носителях.

Методы исследования. Объекты исследования: культуры штаммов гетерологичных продуцентов рамнолипидов: *Escherichia coli* E14, *Pseudomonas viridiflava* P5, P6, P8.

Тестирование на образование биоплёнки [4]. Готовилась питательная среда с 1% агара с 0,5% твин-80, 1% пептона и 1% глюкозы. Культуры асептически засеивались и инкубировались в термостате 5 суток (*Escherichia coli* E14 при 37°C, *Pseudomonas viridiflava* P5, P6, P8 при 27°C).

Турбидостатическая ферментация. Ферментация продуцентов рамнолипидов производилась на 1% растворе глюкозы. Биоплёнка наносилась на прикреплённые к стенке стеклянного флакона пластинки 1% агарозного носителя и 6% полиакриламидного носителя. Два раза в сутки часть среды отбиралась и доливалась свежая среда, достигалось разбавление в 2-3 раза.

Состояние биоплёнки оценивалось по содержанию матриксного белка в единице площади и по концентрации клеток в сливе, измеренного по оптической плотности OD600.

Оценка концентрации рамнолипидов. Рамнолипиды экстрагировались при помощи этилацетата путём смешения равных объёмов пробы среды (500 мкл) и равного объёма (500 мкл) этилацетата, суспендирования и разделения на центрифуге при 13,4 тысячах оборотов в минуту экстракта. Экстракты выпаривались и взвешивались.

Последовательность действий в эксперименте: отбор культуры с наиболее выраженной способностью к образованию биоплёнки, турбидостатическая ферментация, оценка состояния биоплёнки, оценка концентрации рамнолипидов.

Результаты исследований, их обсуждение. В ходе отбора культуры с наиболее выраженной способностью к образованию биоплёнки было определено, что культура *Pseudomonas viridiflava* P5 обладает наивысшей способностью к роению.

При помощи биоплёнки данной культуры была произведена турбидостатическая ферментация рамнолипидов на двух типах носителей для биоплёнки, определялась концентрация рамнолипидов, клеток в сливе и количество матриксного белка (табл. 1).

Таблица 1

Результаты турбидостатической биоплёночной ферментации рамнолипидов при использовании культуры *Pseudomonas viridiflava* P5

Часы	Носитель	Концентрация клеток в сливе (OD600), кл/мл	Количество матриксного белка, мг/см ²	Концентрация рамнолипидов, мг/мл	Разбавление, разы
0	Агарозный	0,00	1,00	0,00	0,00
20		3,48*10 ⁸	7,00	7,00	2,00
25		7,00*10 ⁸	4,00	24,00	2,00
46		7,00*10 ⁸	2,00	2,00	3,00
52		6,00*10 ⁷	8,00	5,00	2,00
72		7,60*10 ⁸	5,00	10,00	2,00
0	Полиакриламидный	0,00	8,00	0,00	0,00
20		7,10*10 ⁷	3,00	6,00	2,00
25		5,00*10 ⁷	2,00	20,00	2,00
46		8,00*10 ⁸	3,00	10,00	3,00
52		5,00*10 ⁷	7,00	7,00	2,00
72		3,00*10 ⁸	3,00	4,00	2,00

Описанные результаты показывают, что с ростом концентрации рамнолипидов в среде снижается стабильность биоплёнки, что совпадает с ростом концентрации клеток в оттоке и снижением количества матриксного белка. Подобная закономерность также была определена в работе Wigneswaran et al, где сообщалось, что: «концентрация рамнолипидов влияет на скорость рассеивания биоплёнки и снижает скорость её образования, но приводит к увеличению итоговой биомассы» [4].

Концентрация клеток в сливе при использовании полиакриламидной среды часто на порядок ниже, чем при использовании агарозной среды, что может свидетельствовать о лучшем креплении биоплёнки к полиакриламидному носителю. Также аргументом в пользу полиакриламидной подложки как лучшего носителя биоплёнки является меньшая амплитуда колебания количества матриксного белка, хотя на агарозном носителе численно количество больше.

Кратность разбавления, не нарушающего стабильность биоплёнки, составила не более чем в два раза.

Выводы. В результате обработки полученных данных были сделаны следующие выводы:

1. Гетерологичный штамм *Pseudomonas viridiflava* P5 обладает наиболее выраженной способностью к формированию биоплёнок.
2. Оптимальная скорость разбавления для избегания дестабилизации биоплёнки составила не более чем в два раза.
3. Определено состояние биоплёнки до ферментации и во время ферментации. Обнаружено, что с ростом концентрации рамнолипидов в среде падает количество матриксного белка: высокая концентрация рамнолипидов приводит к дестабилизации биоплёнки.
4. Определена концентрация клеток в сливе, увеличение которой часто совпадало с увеличением концентрации рамнолипидов и снижением стабильности биоплёнки.
5. Для турбидостатической ферментации рамнолипидов в качестве носителя для роста биоплёнки больше подходит полиакриламидная среда, потому

что обеспечивает лучшее прикрепление биоплёнки, хотя агарозная среда обеспечивает рост биоплёнки с большей биомассой.

Новизна полученных данных состоит в том, что были получены новые данные по оценке стабильности биоплёнки на двух полимерных носителях.

Теоретическая значимость исследования состоит в определении возможности влиять на стабильность биоплёнки, подбирая носитель, который может обеспечить лучшее крепление биоплёнки.

Практическая значимость исследования состоит в обеспечивающего лучшее крепление биоплёнки носителя.

Данные результаты могут быть применены для дизайна системы турбидостатной ферментации на биоплёнке.

Библиографический список

1. Adu S. A., Twigg M. S., Naughton P. J. et al. Glycolipid Biosurfactants in Skincare Applications: Challenges and Recommendations for Future Exploitation // *Molecules*. 2023. Vol. 28. Is. 11. DOI: 10.3390/molecules28114463.
2. Pardhi D. S., Panchal R. R., Raval V. H. et al. Microbial surfactants: A journey from fundamentals to recent advances // *Frontiers in Microbiology*. 2022. Vol. 13. URL: <https://doi:10.3389/fmicb.2022.982603>
3. Weaver A. A., Shrout J. D. Use of analytical strategies to understand spatial chemical variation in bacterial surface communities // *Journal of Bacteriology*. 2025.; Vol. 207. Is. 2. URL: <https://doi:10.1128/jb.00402-24>
4. Wigneswaran V., Nielsen K. F., Sternberg C. et al. Biofilm as a production platform for heterologous production of rhamnolipids by the non-pathogenic strain *Pseudomonas putida* KT2440 // *Microbial Cell Factories*. 2016. Vol. 15. Is. 1. URL: <https://doi:10.1186/s12934-016-0581-9>

Отработка метода получения нокаут-мутантов на основе системы рекомбинации λ -Red для *Escherichia coli* DH5 α

Дудина Любовь Геннадьевна, канд. биол. наук,
доцент кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет
Петрова Елизавета Сергеевна, студент,
направление подготовки «Микробиология»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Изучение структуры липополисахарида (ЛПС) грамотрицательных бактерий имеет большое значение для понимания их патогенности, взаимодействия с иммунной системой, рецепции бактериофагов и т. д. Для исследовательских целей возникла необходимость получить мутантный штамм *E. coli* с редуцированной коровой областью ЛПС. Цель статьи – создание нокаутного мутанта *E. coli* DH5 α с делецией гена *waaC*, кодирующего гептозилтрансферазу I, для формирования укороченной структуры ЛПС. Для этого было необходимо отработать метод на основе λ -Red системы рекомбинации. В ходе работы выявлены критические параметры эффективной рекомбинации: концентрация электрокомпетентных клеток и ДНК на стадии электропорации, последующий способ субкультивирования после электропорации. В результате проведенных исследований был получен мутантный штамм *E. coli* DH5 α Δ *waaC::cat*. Верификация удачной трансформации была проведена методом ПЦР.

Ключевые слова: *E. coli*, липополисахарид, λ -Red рекомбинация.

Введение. Липополисахарид представляет собой основной компонент наружной мембраны грамотрицательных бактерий, состоящий из заякоренного в мембране липидного компонента (липид А), и полисахаридного компонента, в котором выделяют коровую область и О-антиген. Липополисахарид определяет многие важные для микроорганизма функции, в том числе адгезивность к некоторым биотическим и абиотическим объектам. Одним из направлений работы нашей лаборатории является изучение механизмов взаимодействия клеток энтеробактерий со специфическими бактериофагами, в том числе идентификация поверхностных структур микробной клетки, ответственных за рецепцию частиц фага. Среди подходов, используемых в этих целях, наиболее эффективным считается сравнение рецепторных свойств бактерий дикого штамма и его изогенного производного, лишенного способности продуцировать тот или иной антиген – нокаутного мутанта. В этой связи перед нами встала задача отработать воспроизводимый способ получения такого мутанта с усеченным кором липополисахарида на примере одного из наиболее известных представителей энтеробактерий – *E. coli*, а именно, штамма *E. coli* DH5 α . Для этого из кластера генов, кодирующих синтез ЛПС *E. coli* DH5 α , це-

левым был выбран ген *waaC*, кодирующий фермент гептозилтрансферазу I, ответственный за перенос моносахаридного остатка L-глицеро-D-манно-гептозы (Hep) на 3-дезоксид-манно-окт-2-улозоновую кислоту (Kdo) [1]. В результате такой мутации от нативного липополисахарида остается лишь липид A и несколько моносахаридных остатков внутренней коровой области ЛПС.

Для получения нокаутных мутантов по целевым генам в *E. coli* можно использовать метод на основе λ -Red системы рекомбинации – это способ сайт-специфического мутагенеза, разработанный Datsenko and Wanner [2]. Гомологичная рекомбинация – это процесс, с помощью которого можно производить обмен сегментами ДНК между двумя молекулами ДНК внутри регионов, имеющих идентичные последовательности нуклеотидов. В случае метода Datsenko and Wanner происходит замена целевого гена на кассету устойчивости к антибиотику, которая находится на синтезированной методом ПЦР ДНК-вставке. Синтез праймеров осуществляется таким образом, чтобы кассета устойчивости к антибиотику была фланкирована короткими участками гомологии (30-50 п.н.) непосредственно до и после целевого гена. Рекомбинационное событие осуществляется *in vivo* благодаря белкам Exo, Beta и Gam, гены биосинтеза которых несет хелперная плазмида pKD46.

Учитывая вышеизложенное, цель работы состояла в получении нокаут-мутанта *E. coli* DH5 α по гену *waaC* с помощью λ -Red системы рекомбинации.

Методы исследования. В работе был использован штамм *E. coli* K12 DH5 α . Плазмида pKD46 – низкокопийная плазмида, несущая гены λ -Red (γ , β , *exo*) под контролем арабинозного промотора. Плазмида pKD46 является чувствительной к повышенным температурам культивирования, элиминируется из бактериальной клетки при температурах выше 37 °C и несет на себе ген устойчивости к ампициллину. Плазмида pKD46 была введена в клетки *E. coli* DH5 α методом кальциевой трансформации с получением штамма *E. coli* DH5 α /pKD46.

Поиск нуклеотидных последовательностей, окружающих ген *waaC*, являющихся участками гомологии для λ -Red рекомбинации, был осуществлен с помощью сервиса GenBank (National Center for Biotechnology Information).

Линеаризованная плаزمида pBR328, несущая ген *cat* была использована в качестве матрицы для синтеза кассеты устойчивости к хлорамфениколу. Праймеры для синтеза ДНК-вставки имели по 50 нуклеотидов для синтеза участков гомологии, окружающих ген *waac*, и по 20 нуклеотидов, необходимых для синтеза кассеты *cat*. Нуклеотидные последовательности праймеров и их назначение представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Олигонуклеотидные последовательности использованных праймеров
и их назначение**

Название праймера	Нуклеотидная последовательность (5' → 3')	Назначение	Длина ПЦР-фрагмента, п.н.
sintF	CGCTACTGGAAGAACTCAACGCGCTA TTGTTACAAGAGGAAGCCTGAC- GGgtgacggaagatcacttcg	Синтез ДНК-вставки для рекомбинации	1111
sintR	GTGTAAGGTTTCAATGAATGAAGTTT AAAGGATGTTAGCATGTTTTACCTacca gcaatagacataagcg		
Prov1F	CGGCTATCACAAAGTGCGTA	Подтверждение рекомбинации	225
Prov1R	GCCGATCAACGTCTCATTTT		1011
Prov2F	TGTGACGGAAGATCACTTCG		
Prov2R	ACCAGCAATAGACATAAGCG		

Реакционная смесь для синтеза вставки содержала: 200 мкМ нуклеотидов, 0,5 мкМ каждого из праймеров, 2,5 единицы PfuSe (SibEnzyme, Россия) на 50 мкл смеси. Режим ПЦР для синтеза ДНК-вставки: денатурация 5 мин при 92 °С, 30 циклов: 92 °С – 30 сек, 54 °С – 30 сек, 72 °С – 2 мин; финальная элонгация 5 мин при 72 °С. ПЦР-вставка была выделена и очищена из агарозного геля с помощью набора Cleanup Mini (Евроген, Россия).

Получение нокаута осуществляли следующим образом. Ночную культуру *E. coli* DH5α/pKD46 разводили 1:50 в 30 мл среды LB с содержанием NaCl 1 г/л и выращивали при температуре 30 °С в течение 1,5 часов, после чего добавляли ампициллин до конечной концентрации 100 мкг/мл и арабинозу до концентрации 0,2 % и продолжали культивирование до достижения ОП₆₀₀ ≈ 0,5. Затем клетки делали электрокомпетентными путем трехкратной промывки ледяным 10 % глицерином и концентрирования в нем клеток в 300 раз. Электропорацию проводили с помо-

щью прибора Gene Pulser Xcell Total System (Bio-Rad, США) в кювете с шириной зазора 0,1 см в соответствии с инструкцией производителя, используя 20 мкл клеток и 200 нг продукта ПЦР. После электропорации клетки переносили в 1 мл среды LB и инкубировали ночь при комнатной температуре без перемешивания. Затем клетки высевали на агаризованную среду LB с содержанием хлорамфеникола 10 мкг/мл для первичной селекции нокаутов. Затем 4 из выросших колоний дополнительно культивировали при температуре 42 °С для элиминации плазмиды pKD46, после чего была проведена проверка корректности замены целевого гена на кассету *cat* в ПЦР с праймерами, указанными в табл. 1.

Результаты исследований, их обсуждение. На первом этапе работы в ПЦР была синтезирована ДНК-вставка, представляющая собой кассету устойчивости к хлорамфениколу *cat*, до и после которой расположены последовательности длиной по 50 п.н., гомологичные последовательностям непосредственно до и после целевого гена *waaC*. Результаты визуализации выделенной и очищенной ДНК-вставки представлены на рис. 1.



Рисунок 1. Электрофореграмма синтезированной в ПЦР ДНК-вставки
Линия 1 – ДНК-маркеры. Длина ДНК-фрагментов сверху вниз (п.н.): 3000, 2000, 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100. Линия 2 – ДНК-вставка 1111 п.н. Фрагменты разогнаны в 1,5 % агарозном геле

Для получения нокаутного мутанта штамма *E. coli* DH5α необходимо было произвести ряд модификаций методики Datsenko and Wanner [2]. Оптимальной температурой для роста культуры *E. coli* DH5α является 37 °С, однако при этой температуре происходит элиминация плазмиды pKD46 в связи с тем, что регули-

рующий репликацию этой плазмиды термолabileльный белковый продукт герA101-ts теряет свою активность при температуре 37 °C [2]. При температуре 30 °C *E. coli* DH5α обладает очень низкой скоростью роста, что не позволяет достичь концентрации бактериальных клеток, требуемой для эффективной рекомбинации. Для преодоления этой проблемы использовали разведение ночной культуры 1:50 вместо 1:100, а также производили предварительное культивирование *E. coli* DH5α/pKD46 в течение 1,5 часов без добавления арабинозы. Отложенное внесение арабинозы, индуцирующей экспрессию генов системы λ-Red, связано с тем, что продукт гена γ является токсичным для бактериальной клетки, так как подавляет систему репарации ДНК клетки, в связи с чем длительное культивирование в присутствии арабинозы приводит к снижению эффективности рекомбинации.

На стадии электропорации также необходимо было произвести изменения, а именно: 1) увеличить концентрацию клеток (концентрирование на стадии получения электрокомпетентных клеток в 300 раз вместо 100 раз); 2) увеличить количество ДНК-вставки (из расчета 1 мкг ДНК на 100 мкл электрокомпетентных клеток).

Результаты селекции нокаутированных по гену *waaC* клеток *E. coli* DH5α на среде с хлорамфениколом и проверки в ПЦР четырех отобранных колоний на корректность замены целевого гена с двумя парами праймеров представлены на рис. 2. Таким образом, для трех из четырех проверенных колоний была подтверждена корректность прошедшей замены целевого гена *waaC* на кассету устойчивости к хлорамфениколу *cat* с помощью λ-Red системы рекомбинации.

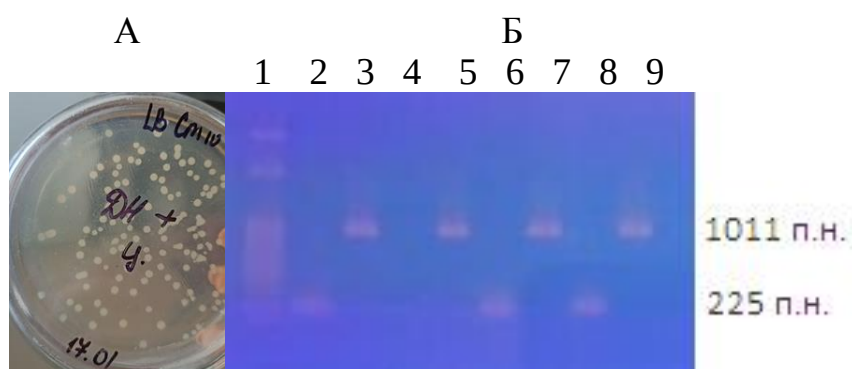


Рисунок 2. Верификация факта конструирования нокаут-мутанта *E. coli* DH5α $\Delta waaC::cat$
 А – колонии на чашке с селективной средой с хлорамфениколом в концентрации 10 мкг/мл;

Б – результаты проверки четырех колоний в ПЦР. Линия 1 – ДНК-маркеры. Длина ДНК-фрагментов сверху вниз (п.н.): 3000, 2000, 1000, 900, 800, 700, 600, 500, 400, 300, 200, 100. Линии 2, 4, 6, 8 – результаты ПЦР-проверки с парой праймеров Prov1F- Prov1R. Линии 3, 5, 7, 9 – результаты ПЦР-проверки с парой праймеров Prov2F- Prov2R. ПЦР-продукты разогнаны в 0,75 % агарозном геле

Вывод. Таким образом, в результате проведенной работы с помощью λ -Red системы рекомбинации был получен нокаут-мутант *E. coli* DH5 α *E. coli*.

Библиографический список

1. Frirdich E., Lindner B., Holst O., Whitfield C. Overexpression of the *waaZ* gene leads to modification of the structure of the inner core region of *Escherichia coli* lipopolysaccharide, truncation of the outer core, and reduction of the amount of O polysaccharide on the cell surface // J. Bacteriol. 2003. Vol. 185. P. 1659–1671.
2. Datsenko K. A., Wanner B. L. One-step inactivation of chromosomal genes in *Escherichia coli* K-12 using PCR products // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2000. Vol. 97. № 12. P. 6640–6645.

Об особенностях индукции каллусогенеза *Fragaria vesca* L.

Душина Елена Эдуардовна,
младший научный сотрудник НОЦ «Ботанический сад»,
Вятский государственный университет
Ротова Юлия Сергеевна, студент,
направление подготовки «Биология»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В последние годы растительные клеточные культуры приобретают все большее значение в пищевой промышленности, выступая как источник биологически активных соединений и цельных пищевых ингредиентов. Клеточные культуры ряда ягодных культур могут сохранять вкус и аромат плодов нативных растений, что актуализирует получение новых клеточных линий из группы пищевых растений. Один из таких популярных пищевых видов – Земляника лесная (*Fragaria vesca* L.). Все известные данные о клеточных культурах земляники касаются исследований каллусогенеза сортовых растений, тогда как потенциал дикорастущего вида остается неисследованным. С учетом вышесказанного, а также того факта, что фитогормональный состав культуральных сред влияет на безопасность клеточной биомассы, целью настоящего исследования стало получение стабильной линии каллусной культуры *F. vesca*. С помощью листовых эксплантов стерильных культур земляники мы получили каллус земляники на среде Мурасиге-Скуга, содержащей 1 мг/л НУК и 1 мг/л 6-бензиламинопурина. С помощью окрашивания клеток трипановым синим установили, что культура жизнеспособная.

Ключевые слова: культуры растительных клеток, каллусная культура, земляника лесная, асептические проростки, культуры *in vitro*, питательные среды.

Введение. Земляника лесная (*Fragaria vesca* L.) – ценная ягодная культура, обладающая высоким содержанием биологически активных соединений и выраженными органолептическими свойствами [1]. Для растений рода *Fragaria* разработан ряд технологий получения первичного морфогенного каллуса и растений-регенерантов [2-4], однако все известные данные касаются получения новых высокопродуктивных устойчивых сортов, а также безвирусного посадочного материала уже имеющихся сортов. При этом вопрос перевода дикорастущих индивидов *F. vesca* в культуру *in vitro* остается не изучен. В основном культуры клеток *in vitro* применяются в качестве источника биологически активных веществ, однако растет их потенциал и как цельного пищевого ингредиента [5, 6], а ряд исследований подтверждает сохранение характерных вкусоароматических свойств ягодных культур в каллусных тканях [7], что открывает перспективы для их использования в пищевой промышленности. Ранее нами показана возможность пищевого применения культур *Lupinus angustifolius* L., полученных в лаборатории Института биологии и биотехнологии ВятГУ [8], а

также влияние фитогормонального состава культуральных питательных сред на пищевую безопасность культур клеток [9]. Целью настоящего исследования стало получение стабильной линии каллусной культуры *F. vesca* для последующего использования в биотехнологических и пищевых разработках.

Методы исследования. Семена получены из зрелых плодов *F. vesca*, собранных в сосняке зеленомошном в июле 2025 года (Кировская область, Слободской район). После сбора семена стратифицировали путем выдержки во влажной ткани на дверце холодильника при температуре $+3^{\circ}\text{C}$ в течение двух недель. Стерилизацию семян проводили в два этапа: первый – двукратной промывкой семян хозяйственным мылом под проточной водой, второй – выдержкой семян в 50% «Белизне» в течение 10 минут в стерильных условиях ламинарного бокса с последующей троекратной промывкой автоклавированной бидистиллированной водой. Стерильные семена просушивали фильтровальной бумагой и высаживали на питательные среды. Прорастание семян проводили в темноте в термостатах при температуре $+22^{\circ}\text{C}$.

Проращивание семян и рост асептических проростков осуществляли в климатической камере КК 350 STD при 16-часовом световом и 8-часовом темновом фотопериоде. Культивирование и индукцию каллусной ткани проводили в чашках Петри в термостате Binder (Германия) при $26\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ в темноте на питательных средах Мурасиге-Скуга (MS) с разным фитогормональным составом (витамины, мг/л: B1 – 1.0; B2 – 0.5; B3 – 2.0; B5 – 1.0; B6 – 1.0; B7 – 1.0; B9 – 0.5; B12 – 0.0015).

Микроскопические препараты исследовали с помощью оптического микроскопа Motic DMBA-300 с видеоокуляром Levenhuk D800 T. Также препараты живых клеток рассматривались через микроскоп с бинокулярной насадкой при увеличении $\times 100$.

Препараты для микроскопирования готовили по следующей методике: на предметное стекло помещали участок каллуса и окрашивали летальным красителем трипановый синий, оттягивали его фильтровальной бумагой, добавляли каплю дистиллированной воды и закрывали объект покровным стеклом. Далее подсчитывали количество живых клеток на 1000 ед.

Результаты исследований, их обсуждение. Асептические проростки были получены через 17 суток на среде Мурасиге-Скуга (MS), содержащей 1 мг/л нафтилуксусной кислоты (далее – НУК) и 0,5 мг/л кинетина (рис. 1, А). Индукцию каллусогенеза проводили с помощью листовых эксплантатов стерильных виргинильных особей. Для этого применяли 7 комбинаций фитогормонов (таблица 1), из которых успешным стало применение 1 мг/л НУК и 1 мг/ 6-бензиламинопурина (рис.1, Б). Способность листовых эксплантов образовывать каллус составила 100% с высокой скоростью индукции – каллус индуцировался через 15 суток культивирования в темноте. Первичный каллус был светло-желтого цвета, его стабилизацию проводили в течение 5 пассажей на среду аналогичного состава.

В литературе встречается множество сведений об индукции каллусогенеза земляники на примере сортов *Fragaria* × *ananassa* [1,2], известен метод индукции каллусогенеза на листовых эксплантах и черешках дикорастущей земляники с помощью питательных сред на основе 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и тидиазурона на свету [10], а также показана возможность получения первичного каллуса на эксплантах земляники сорта «Свева» с помощью НУК (3 мг/л) и 6-БАП (0,2 мг/л) [11]. Согласно указанным исследованиям, различные концентрации фитогормонов показывают различия в скорости получения регенерантов из каллуса. Полученная нами линия дает такую же эффективность получения первичного каллуса, таким образом нами впервые получена линия каллусной культуры *F. vesca* на средах с натуральным фитогормоном ауксиновой природы.

Таблица 1

Фитогормональный состав индукционных сред

№ п.п.	Ауксин		Цитокинин		Эффективность каллусогенеза (+/–)
	название	мг/л	название	мг/л	
1	НУК	0,5	6-БАП	0,5	–
2	НУК	1	кинетин	0,5	–
3	НУК	1	6-БАП	1	+
4	НУК	0,5	кинетин	0,5	–
5	НУК	1	кинетин	1	–
6	НУК	2	кинетин	0,5	–
7	Безгормональная				–

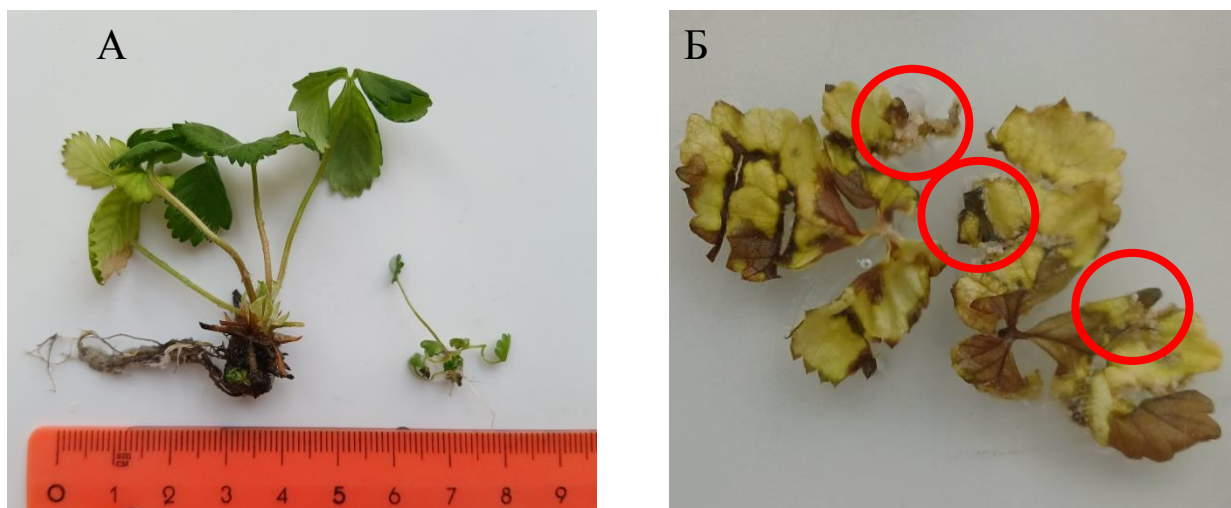


Рисунок 1. А : 1 – особь семенного происхождения, 2 – микроклон; Б – первичный каллус на листовом экспланте (участки выделены красным цветом).

Каллус белого цвета (рис. 2, А) состоит из клеток вытянутой формы (рис. 2, Б) со средней шириной $32,0 \pm 0,9$ мкм и средней длиной 114 ± 34 мкм. Каллус плотный, обводненный. Доля живых клеток при окрашивании трипановым синим составила 90%, что характеризует культуру жизнеспособной.



Рисунок 2. А – внешний вид и Б – микрофотографии каллуса *F. vesca* (увеличение $\times 10$, без окрашивания).

Выводы. Получена линия каллусной культуры *F. vesca* на среде без применения синтетических ауксинов. Благодаря такому подбору фитогормонов в культуральной среде, биомасса может рассматриваться как перспективный пищевой ингредиент.

Библиографический список

1. Vega E. N., García-Herrera P., Ciudad-Mulero M. et al. Wild Sweet Cherry, Strawberry and Bilberry as Underestimated Sources of Natural Colorants and Bioactive Compounds with Functional Properties // Food Chem. 2023. Vol. 414. URL: <https://DOI.org/10.1016/j.foodchem.2023.135669> (published: 15.04.2023).
2. Lucioli S., Pastorino F., Nota P. et al. Extracts from Cell Suspension Cultures of Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch): Cytotoxic Effects on Human Cancer Cells // Molecules. 2019. Vol. 24. URL: <https://DOI.org/10.3390/molecules24091738> (published: 04.05.2019).
3. Chung H.-H., Ouyang H.-Y. Use of Thidiazuron for High-Frequency Callus Induction and Organogenesis of Wild Strawberry (*Fragaria vesca*) // Plants. 2021. Vol. 10. URL: <https://DOI.org/10.3390/plants10010067> (published: 30.12.2020).
4. Sarker B. C., Archbold D. D., Geneve R. L. et al. Rapid In Vitro Multiplication of Non-Runnering *Fragaria vesca* Genotypes from Seedling Shoot Axillary Bud Explants // Horticulturae. 2020. Vol. 6. URL: <https://DOI.org/10.3390/horticulturae6030051> (published: 01.09.2020).
5. Günter E., Popeyko O., Vityazev F. et al. Effect of Carrot Callus Cells on the Mechanical, Rheological, and Sensory Properties of Hydrogels Based on Xanthan and Konjac Gums // Gels. 2024. Vol. 10. URL: <https://DOI.org/10.3390/gels10120771> (published: 27.11.2024).
6. Gubser G., Vollenweider S., Eibl D. et al. Food ingredients and food made with plant cell and tissue cultures: State-of-the art and future trends // Eng. Life. Sci. 2021. Vol. 2. P. 87–98. URL: <https://DOI.org/10.1002/elsc.202000077> (published: 19.01.2021).
7. Nordlund E., Lille M., Silventoinen P. et al. Plant cells as food – A concept taking shape // Food Res. Int. 2018. Vol. 107. P. 297–305. URL: <https://DOI.org/10.1016/j.foodres.2018.02.045> (published: 19.02.2018).
8. Dushina E., Popov S. et. al. Effect of homogenized callus tissue on the rheological and mechanical properties of 3D-printed food // Gels. 2024. Vol. 10. No. 1. 18 p. URL: <https://DOI.org/10.3390/gels10010042> (published: 04.01.2024).
9. Душина Е. Э. Потенциал растительных клеточных культур как источника биологически активных веществ // Химия и технология биологически активных веществ для медицины и фармации : IV Школа молодых ученых : тез. докл., Москва, 15–19 апреля 2024 года. М. : Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, 2024. С. 111.
10. Chung H. H., Ouyang H. Y. Use of Thidiazuron for High-Frequency Callus Induction and Organogenesis of Wild Strawberry (*Fragaria vesca*) // Plants (Basel). 2020. URL: <https://DOI.org/10.3390/plants10010067> (published: 30.12.2020).
11. Biswas M. K., Hossain M. Callus culture from leaf blade, nodal, and runner segments of three strawberry (*Fragaria* sp.) clones // Turk. J. Biol. 2010. Vol. 34. P. 75–80. URL: <https://DOI.org/10.3906/biy-0708-7> (published: 01.01.2010).

Применение SWOT-анализа для оптимизации управления рисками в испытательной микробиологической лаборатории пищевого производства в соответствии с ISO 17025 и ISO 31000

Ершова Мария Александровна, студент,
направление подготовки «Молекулярная биология»,
Вятский государственный университет
Старкова Екатерина Васильевна, канд. биол. наук,
доцент кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет

Аннотация. В условиях возрастающей конкуренции и ужесточения требований к безопасности пищевой продукции оптимизация управления рисками в испытательных микробиологических лабораториях пищевых производств становится ключевой задачей. Данная статья посвящена обоснованию применения SWOT-анализа как эффективного инструмента для решения этой задачи. Целью работы является исследование сущности SWOT-анализа, его преимуществ и возможностей применения для управления рисками в ИМЛ в соответствии с требованиями ISO 17025 и ISO 31000. Ведущим подходом является теоретический анализ, включающий анализ научной литературы, нормативной документации и моделирование применения SWOT-анализа в контексте ИМЛ. Основные результаты связаны с обоснованием выбора SWOT-анализа для управления рисками в ИМЛ, описанием его сущности и возможностей применения на различных этапах управления рисками. Сделан вывод о целесообразности применения SWOT-анализа для комплексной оценки рисков в испытательной микробиологической лаборатории. Предложенный подход может быть использован в качестве основы для разработки практических рекомендаций по внедрению SWOT-анализа в систему управления рисками ИМЛ пищевых производств.

Ключевые слова: SWOT-анализ, управление рисками, микробиологическая лаборатория, ISO 17025, ISO 31000.

Введение. В условиях возрастающих требований к безопасности пищевой продукции и необходимости соответствия международным стандартам, таким как ISO 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» и ISO 31000 «Менеджмент рисков – Руководство» [1, 2], испытательные микробиологические лаборатории (ИМЛ) играют ключевую роль в обеспечении контроля микробиологического качества и предотвращении выпуска небезопасных пищевых продуктов, однако их деятельность сопряжена с рисками, влияющими на достоверность анализов, безопасность персонала и эффективность работы, что требует внедрения эффективного управления рисками, соответствующего требованиям международных стандартов и учитывающего все аспекты деятельности лаборатории [3, 4].

Несмотря на наличие различных методов управления рисками, их специфическое применение в ИМЛ часто остается недостаточно разработанным, что не поз-

воляет учесть все факторы, влияющие на достоверность исследований и безопасность персонала. Актуальность заключается в необходимости поиска и адаптации эффективных методов управления рисками, учитывающих особенности работы ИМЛ в условиях пищевого производства. Одним из перспективных инструментов является SWOT-анализ, предоставляющий возможность комплексной оценки внутренних и внешних факторов, влияющих на деятельность лаборатории [5].

Цель исследования: Обоснование применения SWOT-анализа для оптимизации управления рисками в испытательной микробиологической лаборатории пищевого производства в соответствии с требованиями ISO 17025 и ISO 31000.

Задачи исследования:

- Проанализировать научную литературу и нормативную документацию по вопросам управления рисками в испытательных микробиологических лабораториях и применения SWOT-анализа;
- Описать сущность метода SWOT-анализа;
- Обосновать целесообразность выбора SWOT-анализа для управления рисками в ИМЛ;
- Описать возможности применения SWOT-анализа для управления рисками в ИМЛ.

Объектом исследования является процесс управления рисками в испытательной микробиологической лаборатории пищевого производства, рассматриваемый с точки зрения возможности его оптимизации с помощью SWOT-анализа.

Методы исследования:

- Анализ научной литературы и нормативной документации;
- Сравнительный анализ SWOT-анализа с другими методами управления рисками;
- Системный анализ для выявления факторов, влияющих на деятельность ИМЛ.

Сущность SWOT-анализа. SWOT-анализ – это стратегический инструмент планирования, который используется для оценки сильных сторон (Strengths), слабых сторон (Weaknesses), возможностей (Opportunities) и угроз (Threats), связанных с деятельностью организации или проекта. Он предоставляет структурированный способ оценки внутренних и внешних факторов, влияющих на успех [6].

Сильные стороны (Strengths) представляют собой внутренние факторы, которые дают организации конкурентное преимущество. В контексте ИМЛ сильные стороны могут включать высокий уровень квалификации персонала, современное оборудование, надежную систему менеджмента качества и широкий спектр аккредитованных анализов.

Слабые стороны (Weaknesses) представляют собой внутренние факторы, которые ограничивают возможности организации и могут представлять риски. В ИМЛ это могут быть недостаток финансирования, устаревшее оборудование, зависимость от одного поставщика реактивов или ограниченные возможности обучения персонала [6].

Возможности (Opportunities) представляют собой внешние факторы, которые могут благоприятно повлиять на организацию. В контексте ИМЛ возможности могут включать рост спроса на анализы пищевой безопасности, внедрение новых технологий анализа, появление государственной поддержки или расширение рынка.

Угрозы (Threats) представляют собой внешние факторы, которые могут негативно повлиять на организацию. В контексте ИМЛ угрозы могут включать ужесточение нормативных требований, увеличение конкуренции, экономическую нестабильность или нехватку квалифицированных кадров [6].

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица, в которой перечисляются основные факторы, относящиеся к каждой из четырех категорий. Затем проводится анализ взаимосвязей между этими факторами и разрабатываются стратегии, направленные на использование сильных сторон для реализации возможностей, преодоление слабых сторон и минимизацию угроз [6, 7].

Обоснование целесообразности выбора SWOT-анализа для управления рисками в ИМЛ. Выбор SWOT-анализа в качестве основного инструмента для оптимизации управления рисками в ИМЛ пищевого производства обусловлен рядом убедительных аргументов, касающихся его преимуществ и соответствия специфическим потребностям таких лабораторий.

Во-первых, SWOT-анализ представляет собой комплексный подход, позволяющий одновременно оценить внутренние и внешние факторы, влияющие на деятельность ИМЛ. Внутренние факторы, такие как квалификация персонала,

доступность современного оборудования, эффективность системы менеджмента качества и широта спектра проводимых анализов, формируют сильные и слабые стороны лаборатории. Внешние факторы, такие как нормативные требования, рыночные условия, технологические тенденции и экономические изменения, создают возможности и угрозы. Учет всех этих факторов позволяет получить более полное и всестороннее представление о рисках, с которыми сталкивается ИМЛ, и разработать более эффективные стратегии управления ими [8, 9].

Во-вторых, SWOT-анализ обладает гибкостью и адаптивностью, что позволяет применять его в различных ИМЛ, независимо от их размера, специализации и организационной структуры. Метод может быть адаптирован к специфическим потребностям каждой конкретной лаборатории, что делает его эффективным инструментом для управления рисками в различных контекстах. В динамичной среде пищевой промышленности, где постоянно появляются новые угрозы и возможности, лаборатории должны оперативно реагировать на новые вызовы и адаптировать свои стратегии к изменяющимся условиям [9].

В-третьих, SWOT-анализ способствует вовлечению персонала в процесс управления рисками. Метод относительно прост в применении и не требует специальных знаний и навыков, что позволяет вовлекать сотрудников на различных уровнях в процесс идентификации, оценки и разработки мер по управлению рисками. Вовлечение персонала повышает осведомленность о потенциальных угрозах и способствует формированию культуры безопасности в лаборатории [9, 10].

В-четвертых, SWOT-анализ обеспечивает структурированный и систематический подход к управлению рисками. Метод предполагает четкое определение целей, систематическую оценку факторов, разработку стратегий и мониторинг результатов. Структурированный подход способствует повышению эффективности управления рисками и снижению вероятности упущения важных аспектов [7, 10].

В-пятых, SWOT-анализ является интегративным инструментом, который может быть использован в сочетании с другими методами управления рисками, такими как анализ видов и последствий отказов (FMEA) и анализ дерева событий (ETA). Интеграция SWOT-анализа с другими методами позволяет

получить более полную и детализированную картину рисков и разработать более эффективные стратегии управления ими [7].

В совокупности эти факторы делают SWOT-анализ целесообразным выбором для оптимизации управления рисками в ИМЛ пищевого производства, обеспечивая комплексный, гибкий, системный и эффективный подход к обеспечению безопасности и качества проводимых исследований

Возможность применения SWOT-анализа для управления рисками в ИМЛ. SWOT-анализ предоставляет комплекс возможностей для оптимизации управления рисками в испытательной микробиологической лаборатории. Одним из ключевых применений является идентификация рисков. SWOT-анализ позволяет выявлять потенциальные риски, которые могут быть связаны как с внутренними факторами, такими как слабые стороны лаборатории, так и с внешними угрозами. Например, если слабой стороной лаборатории является “устаревшее оборудование”, это непосредственно указывает на риск возникновения поломок и получения недостоверных результатов. С другой стороны, если внешней угрозой является “ужесточение нормативных требований”, это может привести к риску несоответствия лаборатории новым требованиям и, как следствие, к потере аккредитации [3,11].

Следующим важным аспектом является оценка рисков. SWOT-анализ позволяет оценить не только вероятность возникновения каждого риска, но и тяжесть его потенциальных последствий. Эта оценка является основой для приоритизации рисков, позволяя сосредоточить усилия и ресурсы на управлении наиболее значимыми угрозами для деятельности лаборатории [9, 11].

Кроме того, SWOT-анализ является ценным инструментом для разработки стратегий управления рисками. Используя сильные стороны лаборатории для реализации возможностей, а также возможности для преодоления слабых сторон, SWOT-анализ позволяет разрабатывать эффективные планы действий. К примеру, если слабой стороной является “недостаток финансирования”, то можно рассмотреть возможность получения государственной поддержки для модернизации оборудования и улучшения материально-технической базы лаборатории [4, 7].

Наконец, SWOT-анализ предоставляет основу для разработки планов действий в чрезвычайных ситуациях, связанных с выявленными рисками. Это позволяет лаборатории быть готовой к оперативному реагированию в случае возникновения аварийных ситуаций и минимизировать их негативное воздействие. Более того, SWOT-анализ может быть использован для мониторинга и контроля эффективности принятых мер по управлению рисками, позволяя вносить необходимые корректировки и обеспечивая непрерывное совершенствование системы управления рисками в лаборатории [5, 11].

Выводы. В результате проведенного исследования были достигнуты поставленные цели и решены следующие задачи:

- Раскрыта сущность SWOT-анализа как метода стратегического планирования.
- Обоснован выбор SWOT-анализа в качестве метода для оптимизации управления рисками в ИМЛ.
- Определены и описаны возможности применения SWOT-анализа для управления рисками в ИМЛ.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что SWOT-анализ является ценным инструментом для комплексной оценки рисков и разработки стратегий управления в испытательных микробиологических лабораториях пищевых предприятий. Его применение может способствовать повышению эффективности работы ИМЛ, обеспечению достоверности результатов анализов и, в конечном счете, повышению безопасности пищевой продукции.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 17025-2019. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий : принят Приказом Федер. агентства по техн. Ругулированию и метрологии от 15 июля 2019 г. N 385-ст: дата введ. 2019–09–01. М. : Стандартиформ, 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200166732> (дата обращения: 01.03.2025).
2. ГОСТ Р ИСО 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство : введ. 2020–03–01. М. : Стандартиформ, 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200170125> (дата обращения: 01.03.2025).
3. Величенко А. Р. Реестр рисков в испытательной лаборатории // Молодой учёный. 2020. № 20 (310). С. 90–91. URL: <https://moluch.ru/archive/310/69980/> (дата обращения: 10.03.2025).
4. Мухамеджанова О. Г., Владельщикова Д. А. Организация контроля качества в испытательной лаборатории на основе риск-ориентированного подхода // Естественные и технические науки. 2022. № 6. С. 232–234.

5. Мухамеджанова О. Г. Методология оценки риска в испытательной лаборатории // Естественные и технические науки. 2023. № 3. С. 264–267.
6. Технология SWOT-анализа / А. Г. Бачинский, Н. А. Дмитриев, Д. В. Авласевич, А. А. Кириллов // Форум молодых ученых. 2020. № 3 (43). С. 67–72.
7. Sharath Kumar C. R., Praveena K. B. SWOT analysis // International journal of advanced research (IJAR). 2023. 11 (09). P. 744–748. DOI 10.21474/IJAR01/17584.
8. Коляда Н. Я. Роль SWOT- и SNW-анализов в процессе стратегического управления компанией // National Science. 2023. № 5. С. 38–45.
9. Сухарев П. Н., Григоренко А. С. Метод SWOT-анализа: его преимущества и недостатки // Экономические науки. Маркетинг и менеджмент. 2010. № 6. С. 25–28.
10. Николаева Н. Г., Горюнова С. М., Исмаилова Р. Н. Внедрение риск-ориентированного подхода в практику испытательной лаборатории // Вестник технологического университета. 2020. Т. 23. № 8. С. 85–89.
11. Чилимбаева Г. А. SWOT-анализ – выявление и решение возможных проблем в процессе // Молодой ученый. 2014. № 8.1. С. 33–35.

Платформа ImmTAC для противораковой терапии. Схема получения препарата. Обзор

Катаева Анна Евгеньевна, студент,
направление подготовки «Биотехнология»,
Вятский государственный университет

Герасимов Андрей Сергеевич, канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет

Аннотация. Актуальность работы обусловлена необходимостью создания платформы ImmTAC на российском рынке для увеличения выживаемости пациентов, страдающих от онкологических заболеваний, как следствие, необходимостью разработки технологии производства, позволяющей снизить стоимость препаратов и затраты на лечение для пациентов России.

Цель статьи – продемонстрировать механизм действия препаратов, основанных на платформе ImmTAC, и привести наглядный пример производства биоаналога одного из таких уже зарегистрированных препаратов.

Ведущий подход при проведении исследования – поиск информации, ее анализ и интерпретация.

Основным результатом исследования является теоретическая разработка схемы производства биоаналога препарата, основанного на ImmTAC.

Платформа ImmTAC технологически может быть внедрена на биотехнологический рынок России.

Данная работа может стать основой для дальнейших исследований и полномасштабного внедрения технологии в промышленное производство, что имеет важное значение для российской фармацевтики.

Ключевые слова: онкологические заболевания, увеальная меланома, ImmTAC, Т-клеточный рецептор, белок, IMCgp100, технология производства.

Введение. Онкологические заболевания – это большая группа патологий, сопровождающаяся образованием доброкачественных и злокачественных опухолей в организме. Они различаются по характеру роста, локализации и возможности метастазирования. По виду ткани выделяют эпителиальные, соединительнотканые, сосудистые и другие варианты опухолей.

Поиск новых препаратов для лечения онкологических заболеваний – одна из самых острых проблем медицины и биотехнологии. При некоторых видах опухолей традиционные методы лечения, такие как химиотерапия, оказываются неэффективны и сопровождаются множеством побочных действий, которые могут привести к смерти пациента.

Однако совсем недавно человечество сделало очередной шаг на пути к решению данной проблемы, создав первый препарат на основе платформы ImmTAC.

Платформа ImmTAC (иммуномобилизующие моноклональные TCR против рака) – это первая в своем классе платформа иммунотерапии с новым механизмом действия. Молекулы ImmTAC связываются с клетками, которые представляют пептид, полученный из интересующего антигена, и привлекают Т-клетки для атаки клеток-мишеней. Иными словами, это биспецифичные молекулы, которые инициируют естественный иммунный ответ организма. Они состоят из моноклонального растворимого Т-клеточного рецептора (mTCR) и эффекторного домена анти-CD3 – одноцепочечного варибельного фрагмента (scFv). mTCR «нацелен» на пептиды, представленные на поверхности раковой клетки в виде комплекса человеческого лейкоцитарного антигена (HLA)-пептида (pHLA). scFv связывается с CD3+ Т-клетками и активирует их. Т-клеточный рецептор в свою очередь состоит из альфа- и бета-цепей, соединенных искусственной дисульфидной связью (Рис. 1), а домен анти-CD3 соединен с бета-цепью через гибкий линкер. [1]

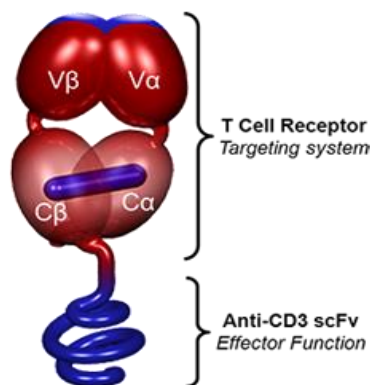


Рисунок 1. Схематичное изображение молекулы ImmTAC

Такие молекулы можно использовать практически для лечения любого вида рака. Разные типы раковых клеток репрезентируют разные специфические белки. Следовательно, обнаружив такие белки, мы можем создать препарат для лечения конкретного вида рака основываясь на платформе ImmTAC. Конструкция молекул ImmTAC остается неизменной, различия будут только в мишени Т-клеточного рецептора. Т-клеточные рецепторы для конкретных мишеней определяют при помощи молекулярного моделирования и технологии фагового дисплея. [2]

В настоящей статье рассмотрен пример технологии получения белка IMCgp100 для создания на его основе препарата для лечения увеальной меланомы.

Увеальная меланома – редкая опухоль нейроэктодермального происхождения, возникающая из меланоцитов сосудистой оболочки глаза. При этом среди всех первичных злокачественных новообразований глаза у взрослых, увеальная меланома – самая частая опухоль.

23 ноября 2020 года английская компания IMMUNOCORE опубликовала пресс-релиз о результатах клинического исследования III фазы препарата тебентафусп (tebentafusp, IMCgp100) у пациентов с метастатической увеальной меланомой, не получавших ранее системной терапии. [5] Именно об этом препарате шла речь выше.

Цели исследования: разработка технологической схемы получения биоаналога препарата Тебентафусп, основанного на платформе ImmTAC.

Задачи: изучить подходящий спектр литературы, в том числе научных статей, патентов российских и зарубежных авторов, сформировать на их основе оптимальную технологию АФИ для указанного препарата.

Ведущий подход. Объектом исследования является онкологическое заболевание увеальная меланома и первый эффективный препарат для ее лечения – тебентафусп. Предмет исследования включает в себя разработку технологической схемы производства биоаналога данного препарата и возможность внедрения платформы ImmTAC на российский рынок.

Основные методы исследования – анализ разных литературных источников, в том числе статей и патентов российских и зарубежных авторов, а также методические указания для сбора информации узких и специфичных вопросов, касающихся данной темы.

Первым этапом исследования является сбор и анализ накопленной информации, ее статистическая обработка. Вторым этапом исследования является создание собственной технологической схемы для производства биоаналога тебентафусп.

Результаты исследований и обсуждение. Сама технология крупномасштабного производства рекомбинантного белка может состоять из следующих этапов: культивирование, отделение клеточной биомассы, лизис клеток, отделение растворимой фракции белка, хроматографическая очистка целевого белка, концентрирование.

Для экспрессии рекомбинантного белка обычно выбирают бактериальную систему экспрессии. Например, можно использовать штамм W3110 *Escherichia coli*. Эта система экспрессии хотя и характеризуется высокой скоростью роста, экономической доступностью, но обладает рядом существенных недостатков, которые затрудняют масштабирование и очистку целевого белка. Главный из них – это формирование телец включения, которые представляют собой агрегаты нерастворимого белка. Получать ImmTAC в тельцах включения возможно [4], однако, такая стратегия невыгодна для крупномасштабного производства, так как подразумевает проведение сложного процесса рефолдинга и очень низкий выход белка [3]. Следует отметить, что в некоторых случаях повышение растворимости белка может не привести к увеличению его выхода, это определяется структурой и физико-химическими свойствами, однако у ImmTAC наблюдается прямая зависимость между растворимостью белка и его титром; также показатель растворимости не всегда является свидетельством того, что белок правильно свернут.

Чтобы избежать образования телец включения и обеспечить правильный фолдинг, можно экспрессировать белок в периплазматическое пространство клеток *E. coli* (в отличие от цитоплазмы, периплазма обладает окислительными условиями, что немаловажно для правильного формирования дисульфидных связей), использовать fusion партнера и шаперонный белок, а также оптимизировать условия культивирования.

Учитывая вышеперечисленные особенности, рассмотрим один из вариантов крупномасштабного производства противоракового препарата, основанного на платформе ImmTAC, где используется система совместимых плазмид в сочетании с шаперонным белком DsbC и fusion партнером FkpA (Рис 2).

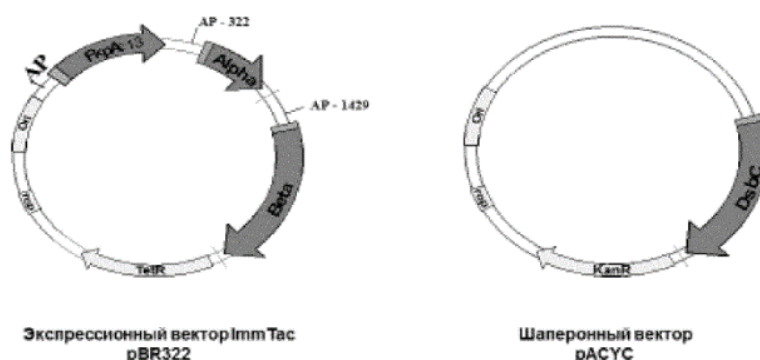


Рисунок 2. Схема совместимых плазмид

Авторами статьи предложена следующая схема.

Плазмиды трансформировать в штамм-хозяин *E. coli*, 67A6, с генотипом W3110 $\Delta fhuA$ $\Delta phoA$ $ilvG2096$ (Valr) Δprc $spr43H1$ $\Delta degP$ $\Delta manA$ $lacIQ$ $\Delta ompT$ $\Delta menE$ $degP S210A$. Процесс культивирования начать в колбах Эрленмейера на 250 мл, а после на 2000 мл, содержащих среду LB и антибиотики тетрациклини и канамицин. Далее содержимое перенести в ферментер на 50 л, а затем на 1500 л. Промышленное культивирование осуществлять в режиме fed-batch при следующих условиях: питательная среда SOB с добавлением солевой подпитки и глицерина в качестве стокового раствора; сдвиг температуры с 30 C до 25 C после добавления индуктора; скорость перемешивания должна быть ориентирована на конкретную контрольную точку скорости поглощения кислорода, равную приблизительно 2,5 ммоль O_2 /л/мин. При достижении 200 ОП550 добавить 1 mM IPTG. Ферментацию осуществлять в течение 72-80 часов.

По окончании ферментации от полученной культуральной жидкости отделить биомассу при помощи сепаратора. Далее осуществить химический лизис клеток (необходим буферный раствор с гипотоническими условиями, а также рекомендуется добавить DTT во избежание образования новых дисульфидных связей). Затем центрифугированием отделить супернатант. Осуществить стерилизующую фильтрацию. Далее – хроматографическую очистку, которую можно провести на промышленном хроматографе низкого давления. Предложенная схема включает 3 этапа хроматографии. Первый этап – аффинная хроматография. В качестве сорбента можно выбрать очищенный белок L связанный с аффинной смолой POROS® AL. Элюирование провести с использованием буфера

MES pH 3,3 с добавлением хлорида натрия до 150-200 мМ. Далее осуществить ферментативное расщепление целевого белка и белка партнера протеазой TEV по предварительно встроенному сайту расщепления. Раствор белка с отщепленной протеазой нанести на SP Sepharose FF. Колонку SP Sepharose FF промыть 20 мМ MES pH 4,0, после чего провести элюцию с использованием линейного градиента от 0 до 300 мМ NaCl в 20 мМ MES pH 4,0. Пул SP Sepharose FF довести до pH 7,0 и нанести на Q Sepharose FF. Колонку Q Sepharose FF промыть 20 мМ Трис-HCl pH 7,0, затем элюировать с использованием 20 мМ Трис pH 7,0, и линейного градиента от 0 до 500 мМ NaCl. Далее следует ультрафильтрация, затем диалфильтрация – замена буфера на фосфатный буфер pH 6,5. Полученный раствор белка следует хранить при температуре +2...+8 С.

Для получения готовой лекарственной формы обычно используют следующие этапы: формулирование, стерилизующая фильтрация, асептический розлив и укупорка, этикетирование, картонирование.

Выводы. В ходе анализа различных литературных источников, можно с уверенностью заключить, что препараты, основанные на платформе ImmTAC могут в значительной степени улучшить качество жизни пациентов, страдающих от онкологических заболеваний.

Технология получения таких препаратов является воспроизводимой для биотехнологических предприятий России, так как она включает в себя традиционные методы работы с клетками *E. coli* и использование относительно недорогих сорбентов для хроматографической очистки.

Таким образом, внедрение платформы ImmTAC для производства препаратов является одним из самых перспективных методов развития российской биотехнологии, что положительно не только отразится на общем благополучии населения, но и на экономике страны.

Библиографический список

1. ImmTAC engineering – Immunocore. URL: <https://www.immuno.myzen.co.uk/technology/imm-tac-engineering> (дата обращения 15.09.2024).
2. Li Yi et al. Directed evolution of human T-cell receptors with picomolar affinities by phage display // *Nature biotechnology*. 2005. Vol. 23,3. P. 349–354. DOI 10.1038/nbt1070.

3. Liddy N. et al. Monoclonal TCR-redirected tumor cell killing // *Nature medicine*. 2012. Vol. 18,6. P. 980–7. DOI 10.1038/nm.2764.
4. Boudousquie C. et al. Polyfunctional response by ImmTAC (IMCgp100) redirected CD8⁺ and CD4⁺ T cells // *Immunology*. 2017. Vol. 152,3. P. 425–438. DOI 10.1111/imm.12779.
5. Препарат на основе Т-клеточного рецептор. URL: <https://hadassah.moscow/news/preparat-na-osnove-t-kletochnogo-receptora/> (дата обращения 10.09.2024).

Исследование биодоступности флавоноидов в парафармацевтических фитоплёнках методом спектрофотометрии

Козвонин Валерий Анатольевич, канд. мед. наук,
доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии,
старший научный сотрудник Лаборатории биомониторинга
Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГУ,

Вятский государственный университет
Вотинцева София Андреевна, студент,
направление подготовки «Химия»,
Вятский государственный университет

Товстик Евгения Владимировна, канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры фундаментальной химии и методики обучения химии,
Вятский государственный университет

Киреева Александра Ренатовна, студент,
направление подготовки «Химия»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Одно из актуальных направлений медицины, в частности в области терапии раневого процесса, – разработка композиций с матрицей из биodeградируемых полимеров. Их сочетание с биологически активными веществами, вводимыми в форме экстрактов лекарственных растений, обуславливает ряд преимуществ: фармацевтическую и экологическую безопасность, экономическую доступность, терапевтическую эффективность. Ключевым аспектом разработки ранозаживляющих композиций является биологическая доступность действующих веществ. Цель настоящего исследования – оценка биодоступности основного действующего вещества (флавоноидов) в полимерной гель-плёнке на основе экстрактов цветков календулы лекарственной методом спектрофотометрии. Установлено, что в формируемых при высыхании геля фитоплёнках на основе водно-аргининового и водно-пропиленгликолевого экстрактов концентрация биодоступных флавоноидов выше, чем в фитоплёнках на основе водного экстракта, на 64,9 и 52,0% соответственно. Определена степень высвобождения флавоноидов из фитоплёнок в течение 24 ч и соответствие суточной терапевтической дозе рутина, обеспечивающей ранозаживляющее фармакологическое действие. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения разработанных полимерных гель-плёнок для локальной регенерации тканей.

Ключевые слова: парафармацевтические фитоплёнки, экстракт цветков календулы лекарственной, флавоноиды, биодоступность, спектрофотометрия.

Введение. Разработка лекарственных препаратов, обладающих как терапевтической эффективностью, так и фармацевтической и экологической безопасностью, особенно актуальна в терапии раневого процесса, в связи с его высокой распространённостью и сопутствующей экономической нагрузкой на систему здравоохранения [1]. Одним из перспективных направлений в этой области считается создание композиций на основе биodeградируемых полимеров, обеспечивающих барьерную функцию, и включение в их состав биологически активных веществ (БАВ), способствующих процессу локальной регенерации тканей и репарации раны [1–3].

Матрицу композиций предпочтительно формировать из комбинации природных и синтетических полимеров [4, 5]. Природные полимеры, такие как желатин, используемый в фармацевтической промышленности в качестве плёнообразующего компонента, несмотря на физиологическую индифферентность и собственное фармакологическое действие (репаративное, гемостатическое) ограничены в применении за счёт быстрой деградации и низких показателей эксплуатационных свойств [3]. Введение синтетических полимеров, например биологически инертного гелеобразователя – поливинилового спирта (ПВС), позволяет оптимизировать функциональные свойства разрабатываемых лекарственных композиций [5].

Вследствие наблюдаемой тенденции к росту сегмента растительных лекарственных препаратов, обусловленной доказанной эффективностью и безопасностью, целесообразно применение экстрактов лекарственных растений как источника БАВ в составе разрабатываемых композиций [6, 7]. К наиболее ценным БАВ для терапии раневого процесса относят вещества полифенольной природы, в частности флавоноиды, обладающие противовоспалительным и регенеративным действием; антибактериальной активностью [8]. В настоящем исследовании используется фармакопейный источник флавоноидов, цветки календулы лекарственной, распространённый компонент наружных лекарственных препаратов в официальной медицине [8, 9].

Ключевым аспектом разработки ранозаживляющих композиций, как лекарственных препаратов однократного применения с коротким сроком эксплуатации (до 24 часов), является биологическая доступность действующих веществ – обеспечение их максимальной биологической активности в процессе применения при нанесении на раневую поверхность [9].

Целью настоящего исследования являлась оценка биодоступности флавоноидов в полимерной гель-плёнке на основе экстрактов цветков календулы лекарственной методом спектрофотометрии.

Для этого выполнялись следующие задачи:

1. Осуществить экстракцию БАВ из цветков календулы лекарственной дистиллированной водой, 50%-м водным раствором 1,2-пропиленгликоля и

10%-м водным раствором L-аргинина; ввести изготовленные экстракты в состав гель-плёночной композиции с матрицей из биodeградируемых полимеров – желатина и поливинилового спирта.

2. Изучить содержание основной группы БАВ, флавоноидов, в водном, 50%-м водно-пропиленгликолевом (50%-м ВПГ) и 10%-м водно-аргининовом экстрактах (10%-м ВА) из цветков календулы лекарственной.

3. Оценить биодоступность флавоноидов исследуемых экстрактов в формируемых плёночных композициях.

Методы исследования. Объектом исследования являлись полимерные гель-плёночные композиции на основе водного, 50%-го ВПГ, 10%-го ВА из цветков календулы лекарственной; матрицы из смеси биodeградируемых полимеров – поливинилового спирта и желатина; глицерина (пластификатора).

Изготовление экстрактов из цветков календулы лекарственной проводили согласно фармакопейной методике [8]. Образцы цветков ноготков лекарственных – сушёное измельчённое сырьё АО «Красногорслексредства». Для определения содержания флавоноидов в исследуемых экстрактах и создания гель-плёночных композиций на их основе использовались отработанные ранее методики [10].

Для оценки биодоступности флавоноидов в формируемых при высыхании геля плёнках образцы помещали в ёмкость с $25,0 \text{ см}^3$ дистиллированной воды, герметизировали ёмкость пищевой плёнкой (система). Систему инкубировали в термостате при температуре, моделирующей физиологические условия применения плёнок ($36,0 \pm 0,5^\circ\text{C}$). Контрольным опытом были плёнки-плацебо из полимерной матрицы, глицерина и соответствующего экстрагента.

Динамику высвобождения флавоноидов оценивали через 15, 30, 45, 60 мин, степень высвобождения – через 24 ч после начала инкубации: отбирали пробы водной фазы ($0,5 \text{ см}^3$) с восполнением отобранного объёма дистиллированной водой. Диффундировавшие из фитоплёнки в водную фазу флавоноиды регистрировали спектрофотометрически при длине волны 410 нм в кювете толщиной 1 см (на спектрофотометре марки ПЭ 5300 ВИ). Анализ проводили с опорой на ГОСТ Р 13399-89, в качестве внутреннего стандарта использовали рутин [10].

Статистическую обработку результатов всех измерений проводили согласно ГОСТ Р 8.736-2011. Статистическую значимость различий между средними значениями устанавливали при $p < 0,05$. Данные выражали как среднее значение $\pm$ стандартное отклонение.

Результаты исследований, их обсуждение. Для последующей оценки степени высвобождения действующих веществ из фитоплёнки и соответствия суточной терапевтической дозе (СТД) расчёт содержания флавоноидов в исследуемых экстрактах проводили на массу фитоплёнки (табл. 1).

Таблица 1

Биодоступность дозы флавоноидов, вводимой в фитоплёнку

Вариант опыта (вводимый в фитоплёнку экстракт)	$C_{\text{(флавоноидов)}}$ в пересчёте на рутин в фитоплёнке, мг/г	Степень высвобождения флавоноидов из фитоплёнки через 24 ч, %
Водный	50,73 $\pm$ 0,04	72,33 $\pm$ 2,01
50%-ВПГ	121,04 $\pm$ 0,05	63,19 $\pm$ 1,56
10%-ВА	185,12 $\pm$ 0,07	56,48 $\pm$ 1,24

Рекомендуемая суточная доза флавоноидов для наружного применения не установлена. Согласно данным доклинических исследований СТД рутина, обеспечивающая регенеративное и противовоспалительное фармакологическое действие в процессе репарации ран, составляет 70–200 мг/г [11–13]. Наиболее полное высвобождение действующих веществ отмечалось у фитоплёнок на основе водного экстракта цветков календулы лекарственной, но концентрация биодоступных флавоноидов была ниже СТД рутина (36,69 мг/г). Установлено, что у фитоплёнок на основе 50%-го ВПГ и 10%-го ВА экстрактов степень высвобождения ниже, вместе с тем концентрация биодоступных флавоноидов составила 76,47 и 104,55 мг соответственно, что входит в интервал СТД рутина. Снижение степени высвобождения флавоноидов связываем со стерическим фактором (образование солеподобных аддуктов флавоноидов с аргинином; 1,2-пропиле-нгликоля и флавоноидов с положительно заряженными радикалами аминокислот пептидной цепи желатина), который предположительно повлиял на чувствительность аналитической реакции.

Динамику высвобождения флавоноидов из фитоплёнок исследовали с целью оценки скорости (продолжительности) фармакологического действия БАВ (рис. 1).

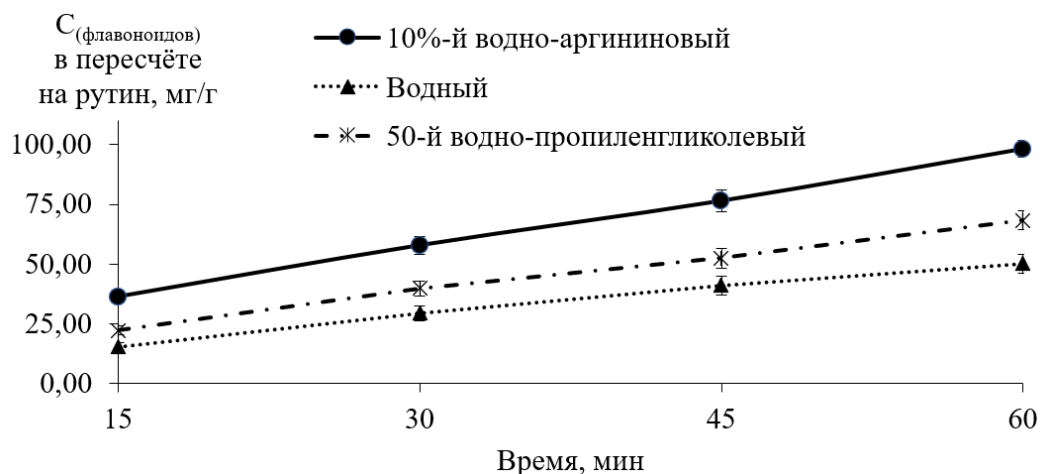


Рисунок 1. Динамика высвобождения флавоноидов из фитоплёнок на основе исследуемых экстрактов.

Установлено, что для всех вариантов опыта время достижения максимальной концентрации действующего вещества (для фитоплёнок на основе 10%-го ВА и 50%-го ВПГ экстрактов – СТД рутина) – 60 мин.

Выводы. В результате исследования установлено, что в формируемых фитоплёнках на основе 10%-го ВА и 50%-го ВПГ экстрактов концентрация биодоступных флавоноидов выше, чем в фитоплёнках на основе водного экстракта, на 64,9 и 52,0% соответственно. Определена степень высвобождения флавоноидов из фитоплёнок (в течение 24 ч) и соответствие СТД рутина, обеспечивающей ранозаживляющее фармакологическое действие. В целом полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения разработанных полимерных гель-плёнок для локальной регенерации тканей.

Библиографический список

1. Bringing innovative wound care polymer materials to the market: Challenges, developments, and new trends / P. Sanjarnia, M. L. Picchio, A. N. P. Solis et al. // *Advanced Drug Delivery Reviews*. 2024. Article No. 115217.
2. Insights of biopolymeric blended formulations for diabetic wound healing / A. Sharma, D. Dheer, V. Puri et al. // *International Journal of Pharmaceutics*. 2024. Vol. 656. Article No. 124099.
3. Materials based on biodegradable polymers chitosan/gelatin: a review of potential applications / A. Yarahmadi, B. Dousti, M. Karami-Khorramabadi et al. // *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2024. Vol. 12. Article No. 1397668.

4. Rad I., Esmaeili E., Jahromi B. B. Application of thermo-responsive polymers as smart biomaterials in wound dressing // *Polymer Bulletin*. 2024. Vol. 81. Is. 13. P. 11399–11420.
5. Polyvinyl Alcohol: Recent Advances and Applications in Sustainable Materials / T. Saini, J. Meena, V. Verma et al. // *Polymer-Plastics Technology and Materials*. 2025. Vol. 64. Is. 6. P. 794–825.
6. Pharmacovigilance of herbal medicines: Concerns and prospects / A. Choudhury, P. A. Singh, N. Bajwa et al. // *Journal of Ethnopharmacology*. 2023. Vol. 309. Article No. 116383.
7. An Updated Review on the Multifaceted Therapeutic Potential of *Calendula officinalis* L. / K. Shahane, M. Kshirsagar, S. Tambe et al. // *Pharmaceuticals*. 2023. Vol. 16. Is. 4. P. 611–614.
8. ФС.2.5.0030.15 Календулы лекарственной цветки *Calendula officinalis* flores: действ. с 01.12.2018. М., 2018. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/2/2-5/kalenduly-lekarstvennoy-tsvetki-salendulae-officinalis-flores> (дата обращения: 17.04.2025).
9. Tran T. N. T., Le N. H. T., Tran Q. M. Effects of montmorillonite on the loading and release of *Piper betle* L. extract applied for wound dressing based on chitosan/polyvinyl alcohol // *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024. Vol. 271. Article No. 132531.
10. Применение комплекса биологически активных веществ из *Aronia melanocarpa* в парафармацевтических фитоплёнках / В. А. Козвонин, Е. В. Товстик, В. К. Тупицын, С. А. Вотинцева // *Теоретическая и прикладная экология*. 2024. № 1. С. 97–105.
11. Development of a Validated HPLC-UV Method for the Determination of Panthenol, Hesperidin, Rutin, and Allantoin in Pharmaceutical Gel-Permeability Study / S. Almpiani, P. I. Agannitou, P. K. Monou et al. // *Separations*. 2025. Vol. 12. Is. 2. Article No. 19.
12. *Plantago boissieri*: Phytochemical Assessment, Antioxidant, Anti-inflammatory and Wound Healing Potential / E. Amin, H. Abouzeid, N. Afifi et al. // *Chemistry & Biodiversity*. 2025. Vol. 22. Is. 3. Article No. e202401718.
13. Rutin promotes wound healing by inhibiting oxidative stress and inflammation in metformin-controlled diabetes in rats / M. Naseeb, E. Albajri, A. Almasaudi et al. // *ACS omega*. 2024. Vol. 9. Is. 30. P. 32394–32406.

**Роль белков соединительной ткани в адгезии бактерий
Yersinia pseudotuberculosis, оцененная методом оптической ловушки**

Конышев Илья Владимирович, канд. биол. наук,
доцент кафедры биотехнологии,

Вятский государственный университет

Бывалов Андрей Анатольевич, д-р мед. наук, профессор, старший научный
сотрудник Центра превосходства «Фармацевтическая биотехнология»,

Вятский государственный университет

Кожевников Сергей Евгеньевич, студент,
направление подготовки «Микробиология»,

Вятский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена взаимодействию клеток иерсиний с белками соединительной ткани человека – коллагеном и фибронектином. Адгезивные свойства клеток *Y. pseudotuberculosis 1b*, выращенных при двух температурах, оценивали по ранее разработанной методике с использованием оптической ловушки. Показано, что с увеличением температуры с + 10 до + 37 градусов Цельсия сродство псевдотуберкулёзного микроба к коллагену снижается, в то время как сила взаимодействия с фибронектином почти не меняется. Полученные результаты свидетельствуют об исключительной важности поверхностных структур указанного патогена (капсулы либо белков наружной мембраны) в обеспечении первичного контакта возбудителя с компонентами внеклеточного матрикса позвоночных и человека. Планируется проведение дополнительных исследований, направленных на выяснение роли отдельных антигенов из наружной мембраны клеток иерсиний. Результаты дальнейших исследований могут быть использованы в разработке новых средств диагностики и терапии иерсиниозов.

Ключевые слова: *Yersinia pseudotuberculosis*, адгезия, белки соединительной ткани, лазерная ловушка.

Введение. Адгезия считается одним из главных факторов патогенности на стадии первичного контакта патогена с клетками организма хозяина [1]. Изучение тонких механизмов этого процесса представляет большой интерес для медицинской микробиологии, физиологии микроорганизмов и эпидемиологии.

Род *Yersinia* включает три вида патогенных для человека вида: *Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis*, *Y. pestis*. Первые два, передаваясь алиментарным путём, вызывают заболевания, протекающие с симптомами энтероколита с сопутствующими поражениями регионарных лимфатических узлов, иногда переходящие в хроническую форму [2]. У пациентов с иммунодефицитными состояниями отмечается генерализованная септическая форма, смертность от которой составляет около 50% для инфекции *Y. enterocolitica* [3] и более 75% для псевдотуберкулёза [4].

При оценке адгезивных свойств бактерий широко используются рутинные микробиологические методы, не позволяющие судить о роли белков соединительной ткани в этом процессе. Сегодня с этой целью применяются совре-

менные биофизические подходы, среди которых особое место занимает оптическая ловушка. Несмотря на широкое применение лазерного пинцета для исследования биологических макромолекул [5], адгезия клеток иерсиний к отдельным белкам внеклеточного матрикса с использованием указанного метода ранее не изучалась.

Цель настоящей работы состояла в определении силовых характеристик взаимодействия формализированных клеток *Y. pseudotuberculosis*, выращенных при температуре +10 и +37 °C. Первые синтезируют полную форму липополисахарида с О-боковыми цепями, в то время как наружная мембрана вторых почти лишена полисахаридной части. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) разработать методику фиксации клеток иерсиний и метод их подведения к подложке, покрытой коллагеном и фибронектином – наиболее распространёнными белками соединительной ткани человека;
- 2) определить силу молекулярного взаимодействия подготовленных клеток с молекулами названных белков;
- 3) оценить возможность использования разработанной модели для работы с белковыми антигенами иерсиний.

Методы исследования. *Подготовка микробных клеток.* Культуры *Y. pseudotuberculosis* O1b выращивали на плотной питательной среде БТН (Биотехновация, Россия) при +37 и при +10 °C в течение двух и десяти суток соответственно. Клетки смывали фосфатным буферным раствором (ФБР) с pH = 7.4, тщательно суспендировали микропипеткой и центрифугировали при 13000 g в течение 15 мин. К осадку приливали 200 мкл свежего ФБР. Готовые суспензии хранили при +4 °C не более 14 дней.

Обработка чашек белками соединительной ткани. Для нанесения препаратов использовали чашки «Fluorodish» (WPI, США), поверхность которых предварительно покрывали линкерами. Кратко: чашки выдерживали в эксикаторе с аргоном, куда помещали 15 мкл 3-аминопропилтриэтоксисилана (APTES) и 45 мкл триэтиламина (Реахим, Россия), в течение 90 мин. Для удаления избытка аminosилана чашки инкубировали 60 мин при + 55 °C, затем охлаждали и последовательно нано-

сили на поверхность стекла 48 мкл 1-этил-3-(3-диметиламинопропил)карбодиимида гидрохлорида (EDC · HCl) (Merck, США), 17 мкл N-гидроксисукцинимид (Merck, США), 500 мкл ФБР и растворы белков: коллагена (с = 7.5 мг/мл) (Биолот, Россия), фибронектина (с = 1 мг/мл) (Биолот, Россия) и бычьего сывороточного альбумина (БСА) (с = 0.5 мг/мл) до конечной концентрации 0.1 мг/мл. Инкубировали чашки при + 10 °С в течение ночи, затем пятикратно промывали дважды дистиллированной водой и хранили посуху в закрытой чашке Петри.

Измерение силы взаимодействия фиксированных бактерий с белками соединительной ткани. В чашку приливали 2.5 мл ФБР и добавляли 3 мкл суспензии формализированных бактерий, которые захватывали лазером (Р = 2 Вт) и пошагово подводили к подложке до появления трёх последовательных пиков на хронограмме. Спустя секунду запускали процесс отведения чашки со скоростью ~ 140 нм/с, оценивая силу связи по магнитуде скачка сигнала.

Результаты исследований, их обсуждение. Первичные данные переводили в гистограммы, которые затем аппроксимировали с использованием пакета «MATLAB 2023». Функции KDE с «остаточными» гистограммами, полученными после вычитания распределений для контрольных чашек «БСА» из «опытных» гистограмм, приведены на Рисунке 1.

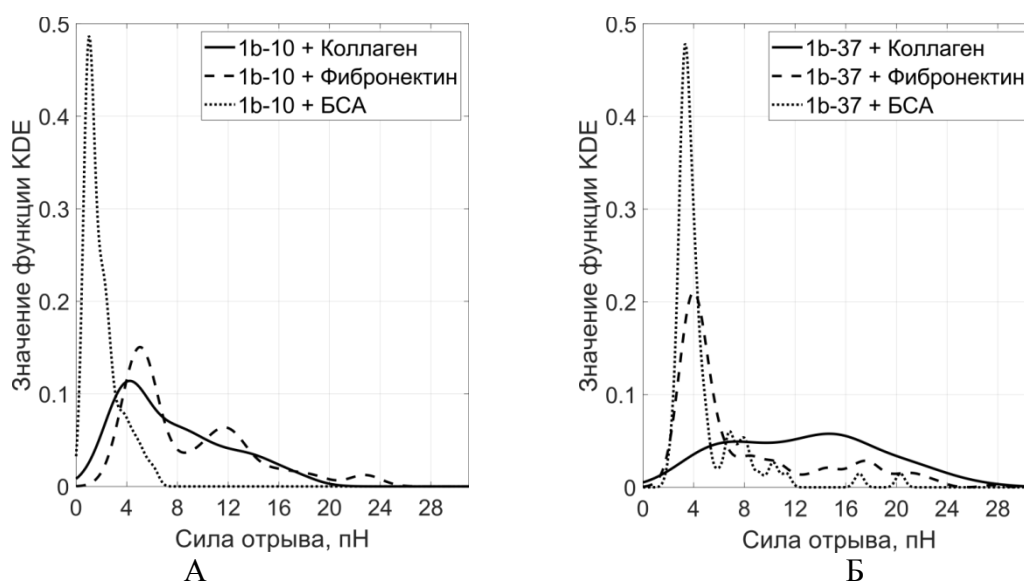
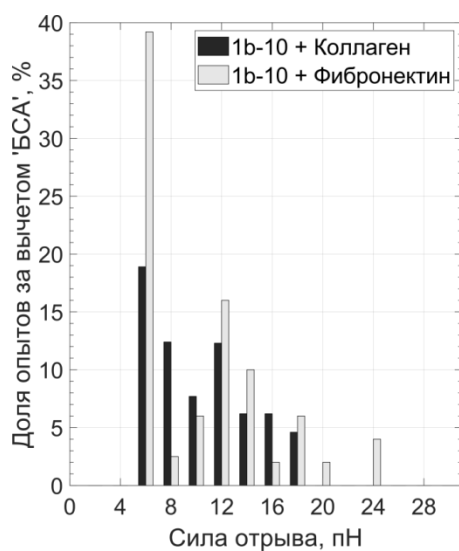
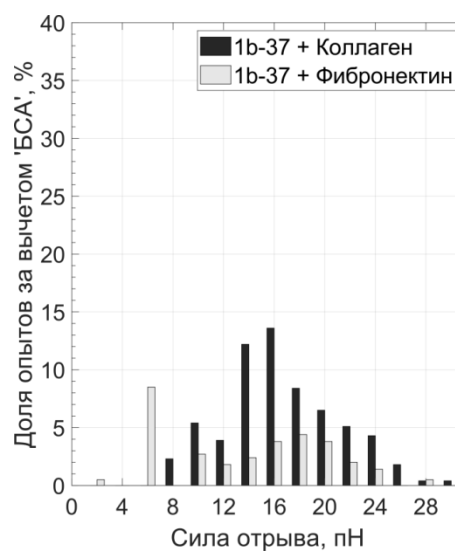


Рисунок 1. Аппроксимирующие кривые при взаимодействии бактерий *Y. pseudotuberculosis* 1b, выращенных при + 10 °С (А) и + 37 °С (Б), с подложками, покрытыми белками соединительной ткани и БСА.



А



Б

Рисунок 2. «Остаточные» гистограммы распределения сил отрыва при взаимодействии бактерий *Y. pseudotuberculosis* 1b, выращенных при + 10 °C (А) и + 37 °C (Б), с подложками, покрытыми белками соединительной ткани.

Анализ аппроксимирующих кривых обнаружил равномерное распределение сил отрыва в паре «1b-37 – коллаген» с образованием дополнительного, слабо выраженного пика в области 16 пН. Для пар «1b-37 – фибронектин» и «1b-37 – БСА» кривые почти совпадают: в обеих группах преобладают низкоамплитудные отрывы с силой не более 8 пН, на долю которых приходится более половины всех опытов, а средняя сила взаимодействия бактерий данного вида с «коллагеновой» подложкой более чем в полтора раза превосходила таковую для стекла, покрытого фибронектином и БСА – 12.4 пН против 7.6 и 4.7 пН. С понижением температуры сродство бактерий к подложкам обоих типов ослабевает, а сила взаимодействия падает до 7.2 – 8.1 пН. Аппроксимирующие кривые для групп «1b-10 – коллаген» и «1b-10 – фибронектин» очень похожи: в обоих случаях отмечается накопление данных в области 4 – 8 пН и равномерное снижение вероятности регистрации высокоамплитудных опытов. «Остаточные» гистограммы характеризуются присутствием очагов специфического взаимодействия бактерий с обоими белками. В группах «1b-10 – коллаген» и «1b-10 – фибронектин» они расположены в области 4 – 16 пН, а при замене клеток смещаются вправо до 22 – 24 пН.

Учитывая сказанное выше, можно предположить, что во взаимодействии клеток с белками соединительной ткани значительную роль наряду с О-полисахаридом, оснащённость которых очевидно выше у клеток 1b-10, играют белки

наружной мембраны – вероятно, порин OmpC, в большей степени свойственный клеткам, выращенным при +37 °C, и белок InvA. Для подтверждения данной гипотезы планируется проведение дополнительных опытов с индивидуальными антигенами иерсиний, нанесёнными на полистироловые микросферы с их последующим подведением к подложкам, обработанным компонентами соединительной ткани.

Выводы:

1) методом оптической ловушки определена сила взаимодействия фиксированных бактерий с подложкой, обработанной компонентами внеклеточного матрикса – коллагеном и фибронектином;

2) впервые показано, что сродство клеток 1b-37 к коллагену достоверно выше по сравнению с «холодовыми» клетками того же вида; в то же время фибронектин, очевидно, не является ключевой мишенью для данного возбудителя;

3) данная модель может быть использована в дальнейшем для оценки суммарной адгезии микросфер, обработанных индивидуальными полисахаридными либо белковыми антигенами иерсиний.

Библиографический список

1. Doran M. H., Baker J. L., Dahlberg T. Three structural solutions for bacterial adhesion pilus stability and super-elasticity // Structure. 2023. Vol. 31. Is. 5. P. 529–540. URL: <https://DOI.org/10.1016/j.str.2023.03.005> (published: 30.03.2023).
2. Hill A. A., Diehl G. E. The infectious cause of the chronic effect // Cell Host Microbe. 2015. Vol. 14. Is. 4. P. 383–385. URL: <https://DOI.org/10.1016/j.chom.2015.09.011> (published 14.10.2015).
3. Cover T. L., Aber R. C. *Yersinia enterocolitica* // N. Engl. J. Med. 1989. Vol. 321. P. 16–24.
4. Deacon A. G., Hay A., Duncan J. Septicemia due to *Yersinia pseudotuberculosis* – a case report // Clin Microbiol Infect. 2003. Vol. 9. Is. 11. P. 1118–1119. URL: <https://DOI.org/10.1046/j.1469-0691.2003.00746x> (published: 09.11.2003).
5. Gutiérrez-Medina B., Fehr A. N., Block S. M. Direct measurements of kinesin torsional properties reveal flexible domains and occasional stalk reversals during stepping // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2009. Vol. 106. Is. 40. P. 17007–17012. URL: <https://DOI.org/10.1073/pnas.0907133106> (published: 23.09.2009).

Анализ риска поступления некачественного сырья на мясоперерабатывающее производство

Мартынова Наталья Антоновна, студент,
направление подготовки «Молекулярная биология»,
Вятский государственный университет

Старкова Екатерина Васильевна, канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет

Аннотация. В современной пищевой промышленности некачественное сырье не только приводит к значительным экономическим потерям для производителей, но и представляет серьезную угрозу для здоровья потребителей. Цель данной работы – анализ риска на мясоперерабатывающем производстве при приемке и хранении мясного сырья и способов его снижения. В данной работе использовались такие методы, как анализ нормативной документации, описание технологического процесса и оценка опасностей. В ходе исследования были выявлены и описаны основные опасности на этапах приемки и хранения мясного сырья и предложены корректирующие и предупреждающие действия для решения проблемы. Полученные результаты в работе могут применяться для управления риском на мясоперерабатывающем производстве и снизить потерю продукции из-за порчи сырья.

Ключевые слова: риск, мясное сырье, мясоперерабатывающая промышленность.

Введение. Безопасность пищевых продуктов является приоритетной задачей для предприятий пищевой промышленности, в особенности для мясоперерабатывающих производств. Мясные продукты занимают важное место в рационе человека, однако они также могут стать источником пищевых отравлений, что ставит под угрозу здоровье населения [1]. В условиях современного пищевого производства, где масштабы производства постоянно увеличиваются, необходимо особое внимание уделять контролю качества сырья с целью минимизации риска [2].

Объектом исследования является мясное сырье. Предметом исследования выбрана минимизация риска, связанная с качеством мясного сырья.

Актуальность исследования обусловлена растущими требованиями к безопасности мяса и мясной продукции, несоблюдение которых может привести к серьезным последствиям, включая угрозу для здоровья населения.

Цель данной работы – анализ риска на мясоперерабатывающем производстве при приемке и хранении мясного сырья и способы его снижения.

Для достижения данной цели были выделены следующие задачи:

- Проанализировать процесс приемки и хранения мясного сырья на мясоперерабатывающем предприятии и выявить потенциальные опасности на каждом этапе.

- Предложить способы минимизации выявленного риска на этапах приемки и хранения.

Методы исследования. В данной работе использовались такие методы как:

- анализ нормативной документации;
- описание технологического процесса приемки и хранения мясного сырья;
- оценка потенциальных опасностей, связанных с риском поступления некачественного сырья.

Объектом исследования является мясное сырье (говядина, свинина и др.), поступающее на действующее мясоперерабатывающее производство в городе Кирове.

Анализ риска проводился в несколько этапов:

1) Входной контроль мяса на этапе приемки, включает проверку документов, оценку внешнего вида партии сырья, санитарных условий и температурных режимов при транспортировке, затем проводятся лабораторные исследования.

2) Выгрузка, размещение и хранение сырья на складах в определенных условиях.

3) Лабораторные исследования

Результаты исследований, их обсуждение. В условиях российских мясоперерабатывающих производствах показатели безопасности мяса должны соответствовать техническим регламентам (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции»).

Для обеспечения высокого качества конечного продукта необходимо оценить потенциальные опасности начиная с этапов приемки сырья от поставщика и его хранения до последующих производственных операций [3, 4].

При поступлении на предприятие каждая партия мясного сырья подлежит входному контролю, который включает следующие этапы:

- Проверку сопроводительных документов (ветеринарное свидетельство, сертификат качества, санитарно-эпидемиологическое заключение и др).
- Проверка санитарного состояния и соответствия температурного режима транспортного средства [4].
- Органолептические испытания: оценка внешнего вида, цвета, запаха, консистенции и другие характеристики сырья [5].
- Физико-химические испытания: проверка на наличие посторонних предметов, а также содержания радионуклидов, токсичных элементов, антибиотиков и других потенциально опасных веществ [6].
- Микробиологические испытания: определение количества КМАФАнМ, БГКП, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* и др [6].

По итогам исследований необходимо принять решение о том, можно ли использовать сырьё в производстве или же его следует вернуть поставщику [7,8].

После проведения входного контроля мясное сырьё размещается в холодильных камерах. Ответственный специалист осуществляет контроль над процессом размещения сырья, его паспортизацией, установлением сроков хранения и определением очередности переработки каждой партии.

Складские помещения для хранения сырья должны быть: чистыми, сухими, иметь вентиляцию, защиту от вредителей и других источников загрязнения [9].

Необходимо так же предусмотреть разделение различных видов материалов на отдельные зоны. В зоне, предназначенной для хранения пищевого сырья и ингредиентов, не допускается размещение любых других материалов, включая моющие и дезинфицирующие средства, а также опасные и ядовитые вещества [9].

В складских помещениях необходимо осуществлять регулярный контроль условий хранения (температуру и влажность). Данная процедура должна выполняться заведующим складом не менее одного раза в сутки с обязательным занесением результатов в «Журнал контроля температурно-влажностных режимов производственных и складских помещений» [4].

Результаты проведенного анализа, позволяющие определить основные опасности и разработать меры по снижению риска поступления некачественного сырья, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Анализ риска поступление некачественного сырья

Этап	Опасности	Источник, причина возникновения	Меры по снижению риска
Экспертиза сопроводительных документов и осмотр партии до сан-защитной зоны (входной контроль)	Антропогенные	– не все документы (ветеринарное свидетельство и др.)	– составляется акт приемки, создается комиссия (сырье находится на карантине)
	Биологические	– истечения срока годности сырья – нарушение целостности упаковки	– возврат партии поставщику, для устранения нарушений
		– микробиологическое загрязнение	– проведение лабораторных испытаний – при выявлении несоответствий партию бракуют
	Физические	– попадание посторонних предметов (полимерные материалы, продукты жизнедеятельности)	– партию возвращают поставщику, для выяснения причин попадания предмета в сырье (работа с поставщиком)
Выгрузка и приемка на складах	Биологические	– аллергия (ГМО на маркировке) – интоксикация (радионуклиды и токсичные элементы) – антибиотик	– проведение лабораторных испытаний – при выявлении несоответствий партию бракуют
		– нарушение интервала разгрузки (поломка погрузчика)	– осмотр оборудования – обучение персонала
Размещение на складах	Биологические	– нарушение температурных режимов	– минимизация времени нахождения сырья вне холодного склада
		– нарушение интервала (отсутствие или поломка погрузчика, лифта)	– осмотр оборудования – обучение персонала
Хранение	Биологические	– контаминация с внешней средой (погрузчик)	– дезинфицирующая обработка оборудования – обучение персонала
		– нарушение температурно-влажностных режимов хранения	– ежедневный мониторинг температуры – ведение журналов
	Физические	– контаминация с внешней средой (грызуны, птицы и мухи)	– проведение плановой дератизации – обучение персонала
		– попадание посторонних предметов (деревянные поддоны)	– проверка состояния поддонов – обучение персонала

Выводы. Анализ технологического процесса приемки и хранения мясного сырья позволил выявить основные опасности, связанные с риском поступления некачественного сырья на предприятие. К ним относятся неполный пакет документов, нарушения целостности упаковки, сроков годности, несоответствие температурного режима, присутствие аллергенов, антибиотиков и микробиологической контаминации и нарушение холодной цепи.

Для обеспечения безопасности мясного сырья необходимо проводить строгий входной контроль с тщательной проверкой сопроводительных документов, мониторингом на наличие химических веществ и анализом микробиологической контаминации. При выявлении несоответствий сырье возвращается поставщику. Важно соблюдать раздельное хранение различных видов сырья, поддерживать санитарные условия машин и складских помещений, контролировать температуру и влажность при хранении, чтобы предотвратить перекрестную контаминацию. Нарушения требуют дополнительного обучения персонала и проверки их квалификации.

Библиографический список

1. Елисеева Л. Г., Махотина И. А., Калачев С. Л. Безопасность пищевых продуктов – одна из ключевых составляющих обеспечения продовольственной безопасности // Национальная безопасность. 2019. № 1. С. 19.
2. Фисинин В. И., Трухачев В. И., Салеева И. П. и др. Микробиологические риски в промышленном птицеводстве и животноводстве // Сельскохозяйственная биология. 2018. № 6. С. 1120–1130.
3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) (с изменениями на 22 апреля 2024 года) : принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 880.
4. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) (с изменениями на 18 ноября 2010 года) : принят решением совета Евразийской Экономической Комиссии от 9 октября 2013 года № 68.
5. ГОСТ 9959-2015 Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки : принят 27.10.2015 ; действ. с 01.01.2017. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/61830/> (дата обращения 16.04.2025).
6. ГОСТ 34159-2017 Продукты из мяса. Общие технические условия : принят 25.09.2017 ; действ. с 01.01.2018. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/65432> (дата обращения 16.04.2025).
7. Галиева Ч. Р., Филипова Е. В., Сабирова О. А. Входной контроль на мясоперерабатывающем предприятии // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Лесниково : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2018. С. 428–430.
8. Костенко Ю. Г., Матвеев О. А. Организация системы входного контроля на мясоперерабатывающем предприятии // Все о мясе. 2011. № 3. С. 46–49.
9. ГОСТ Р 54762-2011 Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1. Производство пищевой продукции : принят 04.05.2012 ; действ. с 01.07.2012. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/51524/> (дата обращения 13.04.2025).

Разработка натуральных консервантов на основе метаболитов пробиотических бактерий

Позолотина Надежда Владимировна, канд. биол. наук,
доцент кафедры микробиологии,
Вятский государственный университет

Минюрова Мария Дмитриевна, студент,
направление подготовки «Биология»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Молочнокислые бактерии – это пробиотические микроорганизмы, имеющие статус «GRAS» (Generally Recognized As Safe), – они безопасны для здоровья человека и животных, благодаря чему консерванты на их основе востребованы в пищевой промышленности. Целью статьи является разработка и оценка эффективности биоконсервантов с использованием пробиотических микроорганизмов – лактобактерий и бифидобактерий. В качестве продуцентов натуральных консервантов были выбраны два штамма, обладающих выраженными антагонистическими свойствами: *Lactobacillus paracasei* B-11821 и *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12. После выращивания продуцентов на жидких питательных средах и концентрирования культуральной жидкости были получены биоконсерванты, проверка активности которых осуществлялась с помощью фотометрического метода. Эффективная концентрация консерванта, полученного на основе бифидобактерий, задерживающая рост тест-штаммов (*E. coli* и *B. subtilis*), составила 6,3 %, для лактобактерий – от 0,4 до 3,1 %. Полученные консерванты оставались активными после воздействия высоких (121 ± 1)°C и низких (-80 ± 1)°C температур за некоторыми исключениями, что делает их перспективными для использования в различных пищевых биотехнологических процессах с целью продления сроков годности продуктов.

Ключевые слова: биоконсервант, лактобактерии, бифидобактерии, пробиотические микроорганизмы.

Введение. Консерванты – это натуральные или синтетические вещества, предотвращающие размножение микроорганизмов порчи в пищевых продуктах [1, 2]. Использование натуральных консервантов в пищевой промышленности помогает предотвратить микробиологическую порчу и сохранить органолептические свойства продуктов (вкус, запах, консистенцию), снижая воздействие обильной физической обработки, которая осуществляется на этапе производства для сохранения их качества. Также биоконсервация может обезопасить человека от вредных добавок, характерных для химически синтезированных консервантов. В настоящее время возможно применение как препаратов растительного и животного происхождения, так и консервантов на основе бактерий [2-8].

Для производства бактериальных консервантов используются безвредные, не влияющие на свойства продуктов микроорганизмы. Это полезные для

здоровья организма-хозяина пробиотические микроорганизмы, к которым относятся молочнокислые бактерии (МКБ) – представители родов *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Lactococcus* и некоторых других [2, 3, 6, 8, 9].

Молочнокислые бактерии представляют собой факультативно-анаэробные грамположительные палочки или кокки, осуществляющие гомо- или гетероферментативное молочнокислое брожение, в процессе которого они продуцируют антимикробные вещества. Это различные низкомолекулярные соединения, например, этанол, перекись водорода, органические кислоты; а также сложные биологически активные вещества, такие как витамины и бактериоцины – антимикробные пептиды [9-13].

Молочнокислые бактерии не участвуют в возникновении каких-либо патологических процессов, а, напротив, оказывают пробиотический эффект на жизнедеятельность организма, что делает изучение этих бактерий перспективным для пищевой индустрии. Кроме того, консерванты на основе МКБ уже применяются в изготовлении продуктов питания. Например, низин (E234), продуцентом которого является *Lactococcus lactis*, используют при производстве пастеризованного молока, творога и сыра, а в работе Червоткиной Д. Р. и Борисовой А. В., посвященной антимикробным препаратам природного происхождения, упоминается применение плантарицина (продуцент – *Lactobacillus plantarum*) как компонента закваски для кефира [2, 3, 6- 9].

Цель исследования – разработка и оценка эффективности биоконсервантов на основе метаболитов лактобактерий и бифидобактерий. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) разработать технологию получения биоконсерванта; 2) оценить эффективность биоконсервантов в отношении микроорганизмов порчи пищевой продукции; 3) оценить устойчивость полученных биоконсервантов к высоким и низким температурам. Объектом исследования являются биоконсерванты, полученные на основе культуральной жидкости *L. paracasei* B-11821 и *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12. Предмет исследования – определение эффективных концентраций биоконсервантов, задерживающих рост тест-штаммов микроорганизмов.

Методы исследования. В качестве продуцентов антимикробных метаболитов использовали изученные пробиотические микроорганизмы, обладающие выраженными антагонистическими свойствами: штамм *L. paracasei* B-11821 (коллекция микробных культур ВятГУ) и штамм *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* BB-12 («Линекс для детей», SANDOZ). Лактобактерии культивировали в колбах с жидкой питательной средой MRS, бифидобактерии – в колбах с жидкой питательной средой Бифидум в течение 72 часов.

Для получения биоконсервантов сначала отделяли культуральную жидкость от биомассы путем центрифугирования 72-часовой культуры течение 15 мин при 10 тыс. об/мин на ультрацентрифуге «AvantiJ-E» (BeckManCoulter, США), после чего культуральную жидкость концентрировали на пленочном роторном испарителе ИКА RV 10 (Digital, Германия). Биоконсерванты представляли собой вязкую жидкость темно-коричневого цвета с характерным запахом. После воздействия высоких и низких температур консистенция и цвет консерванта не изменялась.

Для оценки антибактериальных свойств полученных консервантов использовали 96-луночные плоскодонные планшеты и суспензии тест-штаммов бактерий *Escherichia coli* и *Bacillus subtilis* (в концентрации 10^5 - 10^6 КОЕ). После заполнения лунок планшета суспензиями тест-штаммов и биоконсервантами в различных концентрациях измеряли оптическую плотность проб на бактериологическом анализаторе открытого типа «Multiskan Ascent» (Thermo Labsystem, Финляндия) с длиной волны 630 нм. Измерения проводили до и после инкубирования планшетов в термостате для подращивания тест-культур ($(37\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 24 часов).

Для оценки воздействия высоких температур консерванты подвергались автоклавированию при следующем режиме: температура – $(121\pm 1)^\circ\text{C}$, избыточное давление – 1 атмосфера, время воздействия – 30 минут. Для оценки воздействия низких температур биоконсерванты замораживали в ультранизкотемпературном горизонтальном морозильнике (Sanyo, Япония) при $(-80\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 24 часов.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты изучения антибактериальной активности консервантов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты изучения антибактериальной активности консервантов

Тест-штамм	Наименьшая подавляющая рост индикаторных штаммов концентрация консерванта на основе метаболитов....., %	
	<i>L. paracasei</i> B-11821	<i>B. animalis subsp. lactis</i> BB-12
<i>E. coli</i>	0,8	6,3
<i>B. subtilis</i>	1,6	6,3
После воздействия низких температур ((-80±1)°C в течение 24 ч)		
<i>E. coli</i>	0,4	6,3
<i>B. subtilis</i>	3,1	6,3
После воздействия высоких температур и давления ((121±1)°C в течение 30 мин, 2 атм)		
<i>E. coli</i>	1,6	6,3
<i>B. subtilis</i>	0,8	6,3

Анализ данных таблицы показывает, что консервант на основе *L. Paracasei* B-11821 обладает более высокой антагонистической активностью: его эффективная концентрация, задерживающая рост тест-штаммов, составляет от 0,4 до 3,1 %, при чем штамм кишечной палочки более чувствителен к действию консерванта по сравнению с бациллами. Это может быть связано с биологическими особенностями тест-штаммов. Следует также отметить, что эффективность консервантов повышается после воздействия низкой температуры (-80±1)°C, и незначительно снижается после воздействия высокой температуры. Это может быть связано с содержанием в составе действующих термолабильных компонентов. Эффективная концентрация консерванта, полученного на основе бифидобактерий, выше и составляет 6,3 %, температурные воздействия на эффективность консерванта не влияли.

Выводы. В процессе работы были получены консерванты на основе пробиотических штаммов *L. paracasei* B-11821 и *B. animalis subsp. lactis* BB-12. Оценка антибактериальной активности биоконсервантов показала их эффективность в подавлении роста тест-штаммов *E.coli* и *B. subtilis*. Эффективная концентрация консерванта, полученного на основе бифидобактерий, задерживающая рост тест-штаммов (*E. coli* и *B.subtilis*) составила 6,3 %, для лактобактерий – от 0,4 до 3,1 %. Полученные консерванты остаются активными после

воздействия высоких (121 ± 1)°C и низких (-80 ± 1)°C температур за некоторыми исключениями.

Полученные результаты обладают высокой практической значимостью и создают возможности для технологического применения биоконсервантов в различных секторах пищевой промышленности, а также для замещения химических пищевых консервантов, которые нередко представляют опасность для здоровья.

Библиографический список

1. Скиданова М. А., Цветкова Е. Э., Биньковская О. В. Значение натуральных консервантов в пищевой промышленности // Инновационные технологии в науке и образовании. 2017. № 1-1. С. 193–195.
2. Червоткина Д. Р., Борисова А. В. Антимикробные препараты природного происхождения: обзор свойств и перспективы применения // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2022. Т. 12. № 2 (41). С. 254–267.
3. Teshome E. et al. Potentials of natural preservatives to enhance food safety and shelf life: A review // The Scientific World Journal. 2022. Vol. 2022. № 1. P. 1–5.
4. Novais C. et al. Natural food colorants and preservatives: A review, a demand, and a challenge // Journal of agricultural and food chemistry. 2022. Vol. 70. № 9. P. 2789–2805.
5. Amiri S. et al. Natural protective agents and their applications as bio-preservatives in the food industry: An overview of current and future applications // Italian Journal of Food Science. 2021. Vol. 33. № SP1. P. 55–68.
6. Ibrahim S. A. et al. Lactic acid bacteria as antimicrobial agents: Food safety and microbial food spoilage prevention // Foods. 2021. Vol. 10. № 12. P. 1–4.
7. Чекушкина Д. Ю., Дышлюк Л. С. Перспективы использования молочнокислых бактерий-антагонистов в пищевой промышленности // Пищевые инновации и биотехнологии. 2022. Т. 1. С. 581–582.
8. Zapaśnik A., Sokołowska B., Bryła M. Role of lactic acid bacteria in food preservation and safety // Foods. 2022. Vol. 11. № 9. P. 1–3.
9. Стоянова Л. Г., Устюгова Е. А., Нетрусов А. И. Антимикробные метаболиты молочнокислых бактерий: разнообразие и свойства (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2012. Т. 48. № 3. 259 с.
10. Пильникова С. Д., Степанов А. В. Характеристика и использование молочно- и пропионовокислых бактерий в молочной промышленности // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК региона. Махачкала, 2023. С. 251–256.
11. Wang Y. et al. Metabolism characteristics of lactic acid bacteria and the expanding applications in food industry // Frontiers in bioengineering and biotechnology. 2021. Vol. 9. P. 612285.
12. Raman J. et al. Application of lactic acid bacteria (LAB) in sustainable agriculture: advantages and limitations // International Journal of Molecular Sciences. 2022. Vol. 23. № 14. P. 7784.
13. Abedin M. M. et al. Lactic acid bacteria in the functional food industry: biotechnological properties and potential applications // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2024. Vol. 64. № 29. P. 10730–10748.

Создание штамма-продуцента рекомбинантного GM-CSF на основе метилотрофных дрожжей *Pichia pastoris*

Полянская Валерия Олеговна, студент,
направление подготовки «Фармацевтическая биотехнология»,
Вятский государственный университет

Мистерова Анна-Анастасия Викторовна,
младший научный сотрудник кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет

Лазарев Роман Викторович, студент,
направление подготовки «Фармацевтическая биотехнология»,
Вятский государственный университет

Герасимов Андрей Сергеевич, канд. биол. наук,
доцент кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет

Аннотация. GM-CSF (гранулоцитарный макрофагальный колониестимулирующий фактор роста) – гликопротеин, регулирующий пролиферацию и дифференцировку гемопоэтических клеток, таких как гранулоциты и макрофаги. Его способность стимулировать фагоцитарную и антигенпрезентирующую активность зрелых иммунных клеток применяется в регенеративной медицине. Особой перспективой является использование рекомбинантного GM-CSF в получении ранозаживляющих препаратов. Настоящее исследование посвящено разработке штамма-продуцента рекомбинантного гранулоцитарного макрофагального колониестимулирующего фактора роста на основе метилотрофных дрожжей *Pichia pastoris*. В рамках исследовательской работы была собрана конструкция для получения штамма-продуцента молекулы rhGM-CSF с использованием системы экспрессии на основе метилотрофных дрожжей *Pichia pastoris*.

Ключевые слова: GM-CSF, *Pichia pastoris*, рекомбинантные факторы роста, регенеративная медицина.

Введение. Гранулоцитарный макрофагальный колониестимулирующий фактор (GM-CSF) человека представляет собой плеiotропный цитокин, обладающий широким спектром активности, включая стимуляцию гемопоэтических клеток-предшественников в костном мозге [1].

В настоящее время проведено и опубликовано большое количество исследований о применении рекомбинантного GM-CSF в клинической практике. Для предотвращения и лечения нейтропении у пациентов, проходящих химиотерапию, применяется препарат сарграмостим (Leukine®, Bayer Health Care, США) [2]. Кроме того, было определено, что rhGM-CSF эффективен при борьбе с раком предстательной железы и меланомы. Авторы так же подчеркнули потенциал GM-CSF в качестве адъюванта в производстве новых вакцин [3].

Особое внимание привлекает использование GM-CSF в терапии тяжело заживающих язв, возникающих при сахарном диабете.

В 2022 году был опубликован отчёт, в котором показали, что количество ампутаций нижних конечностей вследствие синдрома диабетической стопы (СДС) возросло в 2 раза, а количество летальных исходов – в 5 раз [4]. Терапия СДС при помощи экзогенных ростовых факторов показывает значительное улучшение состояния пациентов и помогает предотвратить ампутацию. Поскольку GM-CSF стимулирует действие макрофагов и дендритных клеток, его применение может способствовать восстановлению поврежденных тканей. [5]. Поэтому актуальность приобретает разработка технологии получения rhGM-CSF для исследовательских и клинических целей.

GM-CSF человека представляет собой гликопротеин, состоящий из полипептидной части длиной 127 а.о. и 6 гликанов, молекулярная масса которых варьируется в зависимости от системы экспрессии. На сегодняшний день rhGM-CSF производится в системе экспрессии *S. cerevisiae* (сарграмостим) и *E. coli* (молуграмостим). Однако, у существующих препаратов есть недостатки. rhGM-CSF, получаемый в *S. cerevisiae*, обладает высокой гетерогенностью гликанов (молекулярная масса от 14 до 60 кДа) [6]. Гиперманнозилирование, свойственное *S. cerevisiae*, увеличивает иммуногенность молекулы. rhGM-CSF, произведенный в *E. coli*, не гликозилируется и синтезируется в неактивной форме, что требует рефолдинга. Эта молекула быстрее разрушается в организме человека и выше риск образования аутоантител. Использование метилотрофных дрожжей *Pichia pastoris* для получения rhGM-CSF может решить эту проблему. *P. pastoris* обладают многими преимуществами, среди которых способность секретировать активный фолдированный белок в культуральную жидкость, отсутствие гиперманнозилирования, быстрый рост до высокой плотности на дешевых питательных средах.

Таким образом, данное исследование направлено на разработку штамма-продуцента на основе дрожжей *P. pastoris* для получения рекомбинантного GM-CSF, с дальнейшей возможностью использования высокоочищенного активного рекомбинантного GM-CSF в исследовательских или клинических целях.

Материалы и методы. В качестве системы экспрессии использовался штамм *P. pastoris* X33 (Invitrogen, США). В качестве вектора экспрессии использовали pVR2Xba, любезно предоставленный А. С. Герасимовым. Информация о нуклеотидной последовательности и гена GM-CSF (кДНК) взята из рецензируемой базы данных NCBI GenBank.

Нуклеотидная последовательность была собрана методом кросс-ПЦР в две стадии, при помощи высокоточной ДНК-полимеразы *Phusion* (ThermoFisher Scientific, США), с подбором условий отжига олигонуклеотидов друг на друга. Полученную последовательность и вектор pVR2Xba расщепляли эндонуклеазами рестрикции *Xho1* и *Xba1* (ThermoFisher Scientific, США).

Олигонуклеотиды, использованные для проведения полимеразной цепной реакции, указаны в Табл. 1. Полученный фрагмент клонировали в экспрессионный вектор pVR2Xba по соответствующим сайтам при помощи T4 ДНК-лигазы, реакцию проводили в течение 1 ч при 22°C. Лигазной смесью трансформировали компетентные клетки *E. coli* XL1Blue (Stratagene, США). Трансформанты высевали на плотную среду YT с содержанием 100 мкг/мкл ампициллина по 20 и 200 мкл. Инкубировали в течение ночи при 37°C. После отобрали 5 крупных гладких колоний для выделения наработанной плазмидной ДНК. Выделение проводили коммерческим набором “QIAprep Miniprep” фирмы QIAGEN.

Таблица 1

Олигонуклеотиды, использованные при синтезе гена

	Нуклеотидная последовательность
GM_f	ATGTGGTTACAGTCGTTATTATTGTTAGGAACCGTAGCC
GM1	CGGGGCCGAGATGCTACAGGCTACGGTTCCT
GM2	CTCGGCCCGGCTAGATCTCCTTCTCCTTCGACTCAGCCCTGG GAGC
GM3	GCAACCTTCTTGCTTCTTGAATTGCGTTGACATGCTCCCAGGG C
GM4	AGCAAGAAGGTTGCTTAATCTGTCCAGAGATACAGCTGCTGA AATG
GM5	CTGAAATGACCTCAACAGTTTCATTCATTTTCAGCAGCTG
GM6	GTTGAGGTCATTTTCAGAAATGTTTGATCTTCAGGAACCTACTT GCTTGCA
GM7	CCACGCAAGCCTTGTTTATAAAGTTCCAGTCTTGTTTGCAAGC AAGTAGG
GM8	GGCTTGCGTGGATCACTTACTAACTTAAAGGTCCACTAACA ATGATGG
GM9	GGGGTCGGTGGACAATGTTGCTTATAATGAGAAGCCATCATT GTTAGTGG

	Нуклеотидная последовательность
GM10	CCACCGACCCCAGAGACAAGTTGCGCAACTCAAACCT
GM11	GTCCTTCAAATTCTCTTTAAATGACTCGAAAGTAATAGTTTG AGTTGCGC
GM12	AAAGAGAATTTGAAGGACTTTTACTGGTAATCCCATTCGAT TGC
GM13	TTACTCCTGCACAGGCTCCCAGCAATCGAATGGGA

Полученный вектор линеаризовали эндонуклеазой *PmeI* (Thermo Fisher Scientific, США) и трансформировали компетентные клетки *P. pastoris* X33 методом электропорации по известному протоколу [7].

Проверку наличия вставки целевого гена проводили методом ПЦР-скрининга с дрожжевых колоний. В качестве положительного контроля использовали исходный вектор для трансформации, а в качестве отрицательного – геномную ДНК нетрансформированного штамма. Результаты визуализировали при помощи горизонтального электрофореза в 1 %-м агарозном геле.

Для определения копийности вставки экспрессионной кассеты отобранные клоны культивировали в 3 мл среды YPD. Затем по 1 мкл культура каждого клонораздельно высевали на чашки с плотной питательной средой YPD с концентрациями зеоцина (Invitrogen, США) 0, 100, 500, 1500 и 2500 мкг/мл. Для дальнейших экспериментов отбирались высококопийные клоны, у которых в ходе ПЦР-скрининга была подтверждена вставка целевого гена. Высококопийными клонами считались трансформанты с круглой и гладкой формой колоний, показывающие устойчивый, без признаков угнетения, рост на среде с наивысшим содержанием зеоцина.

У выбранных клонов анализировали уровень экспрессии rhGM-CSF. Выращивали в 3 мл в жидкой среде YPD при режиме 28°C 250 об/мин. 10 мкл суспензии инокулировали 10 мл жидкой питательной среды BMGY с 3% глицерина в пластиковых пробирках на 50 мл и выращивали 48 ч до OD₆₀₀ = 6 о.е. Оптическую плотность измеряли в 96-луночных планшетах при помощи микропланшетного ридера CLARIOstar (BMG Labtech, Германия). Затем клетки собирали центрифугированием при 4°C, суспендировали в 1 мл среды BMMY и культивировали в 24-луночных планшетах 72 ч при 28°C, 300 об/мин с добавлением 1% метанола и 1:1000 раствора микроэлементов PTM₄, каждые 12 часов.

По окончании культивирования отделяли культуральную жидкость от биомассы центрифугированием (5 мин, 5000 g, 4°C). Анализ наличия целевого белка в культуральной жидкости проводили методом электрофореза в 18% ПААГ по Лэммли в невосстанавливающих условиях. Окрашивание геля проводили с помощью Coomassie R250, а визуализацию и обработку электрофореграмм с помощью гель-документирующей системы ChemiDoc MP и программы Image Lab 6.1 (Bio-Rad, США).

Результаты и обсуждение. В ходе скрининга и селекции удалось отобрать 3 высококопийных клон, у которых затем проверяли уровень экспрессии целевого белка (Рис.1). По результатам анализа выявили секрецию rhGM-CSF в культуральную жидкость.

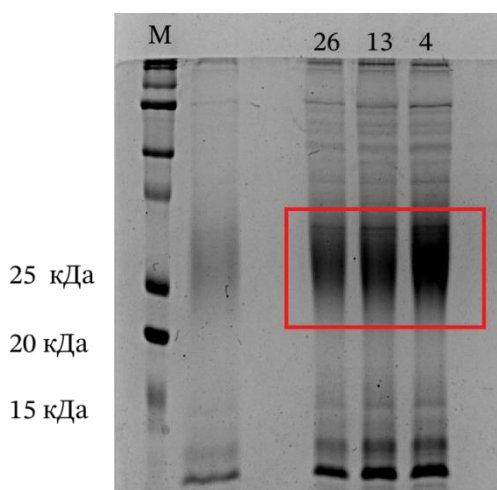


Рис.1 Электрофореграмма GM-CSF: М – маркер Precision Plus Protein Kaleidoscope (Bio-Rad, США)

На электрофореграмме наблюдается полоса в районе 25-34 кДа, это соответствует гликозилированным формам белка. Из-за гетерогенности гликанов полоса на электрофореграмме размыта. Кроме того, в районе 15 кДа наблюдается полоса, соответствующая негликозилированной форме rhGM-CSF. Таким образом, нарабатываемый белок имеет высокую степень гетерогенности.

Уровень синтеза rhGM-CSF самым продуктивным клоном оценивается в 130 мг/л, что согласуется с теоретическими данными и подтверждает успешную вставку экспрессионной кассеты в геном. Были выбраны эффективные условия

культивирования *Pichia pastoris* с добавлением 1% метанола в индукционной фазе. На конец культивирования оптическая плотность составляла 55-61 о.е. (Табл. 2)

Таблица 2

Данные оптической плотности на конец культивирования, о.е

Клон	Оптическая плотность, о.е.
26	55
13	58
4	61

Гликозилированная форма rhGM-CSF более стабильна и менее иммуногенна, поэтому она более перспективная в дальнейшей разработке.

Выводы. В результате проделанной работы был создан штамм-продуцент для получения rhGM-CSF на основе метилотрофных дрожжей *Pichia pastoris*. Успешная экспрессия гена подтверждается высокими выходами целевого белка. Однако для получения гомогенного препарата требуется разработка метода выделения и очистки согласно современной концепции «захват – промежуточная очистка – тонкая очистка» (CIPP).

Библиографический список

1. A Novel Methanol-Free Platform for Extracellular Expression of rhGM-CSF in *Pichia pastoris* / R. Shirvani, S. Yazdanpanah, M. Barshan-tashnizi, M. Shahali // *Molecular Biotechnology*. 2019. № 61. P. 521–527.
2. Иммунобиологические свойства гранулоцитарно-макрофагального колониестимулирующего фактора и синтетических пептидов его активного центра / А. В. Зурочка, В. А. Зурочка, М. А. Добрынина, В. А. Гриценко // *Медицинская иммунология*. 2021. Т. 23. № 5. С. 1031–1054.
3. Use of GM-CSF as an adjuvant with cancer vaccines: beneficial or detrimental? / K. J. Clive, T. Tyler, T. Clifton, et al. // *Expert Reviews*. 2010. Vol. 9. № 5. P. 519–525.
4. Бреговский В. Б., Карпова И. А. Анализ специализированной помощи больным с синдромом диабетической стопы в Санкт-Петербурге за 2010–2021 гг. // *Сахарный диабет*. 2022. № 5. С. 477–484.
5. Ead J. K., Armstrong D. G. Granulocyte-macrophage colony-stimulating factor: Conductor of the wound healing orchestra? // *IWY Wiley*. 2023. Vol. 20. № 4. P. 1229–1234.
6. *Pichia pastoris* versus *Saccharomyces cerevisiae*: a case study on the recombinant production of human granulocyte-macrophage colony-stimulating factor / A. M. Tran, T. T. Nguyen, C. T. Nguyen, et al. // *BMC Res Notes*. 2017. № 10. DOI 10.1186/s13104-017-2471-6.
7. Sambrook J., Green M. R. *Molecular cloning: a laboratory manual*. 4th ed. Vol. 3. N. Y. : Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2012. 1546 p.

Оценка функциональных резервов и адаптационного потенциала кардиореспираторной системы будущих педагогов

Постников Николай Константинович, аспирант,
направление подготовки «Физиология человека и животных»,
Вятский государственный университет

Беспярых Олег Юрьевич, д-р биол. наук, доцент,
заведующий кафедрой спортивных дисциплин и адаптивной физической
культуры,

Вятский государственный университет
Морозова Марина Алексеевна, канд. биол. наук,
заведующий кафедрой медико-биологических дисциплин,
Вятский государственный университет

Куприенко Валерия Алексеевна, студент,
направление подготовки «Физкультурно-оздоровительные
образовательные технологии»,
Вятский государственный университет

Аннотация. С целью оценки функционального состояния адаптационных резервов будущих педагогов изучены показатели кардиореспираторной системы 30 студенток, обучающихся на II курсе Педагогического института, занимающихся разными видами физической активности. Исследование проведено с применением методов автоматической пульсометрии и тонометрии, антропометрии, гипоксических проб и расчетных методов (определение кардиореспираторных индексов). Показано, что среднegrupповые значения кардиореспираторных индексов не отражают реального состояния адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы студенток. В каждой группе есть 10–30% обучающихся с неблагоприятной оценкой адаптационных реакций и недостаточным развитием резервных возможностей кардиореспираторной системы. Показана необходимость индивидуального подхода, который может быть обеспечен организацией мониторинга адаптивных возможностей обучающихся. В связи с тем что нарушения сердечно-сосудистой системы распространены у педагогов, раннее выявление рисков будет способствовать развитию резервов здоровья при оптимизации их физической активности.

Ключевые слова: кардиореспираторная система, индексы, функциональные резервы, адаптационный потенциал.

Введение. Педагогическая профессиональная деятельность не способствует сохранению и укреплению здоровья учителя. Согласно исследованиям, до 80% педагогов регулярно испытывают стресс во время работы, а в пределах функциональной нормы находятся около 10% учителей. При этом среди хронических заболеваний молодых педагогов лидируют сердечно-сосудистые нарушения [4]. Кардио-респираторная, обеспечивающая организм энергией, играет первостепенную роль в поддержании высокой работоспособности и устойчивости к стрессу.

Одним из доступных способов профилактики нарушений сердечно-сосудистой системы является оптимизация физической активности [3, 9].

В вузе двигательная активность студентов в основном обеспечивается организованными формами занятий физической культурой, которые должны быть адекватные по объему и интенсивности функциональному состоянию и здоровью обучающихся [2]. Для организации оптимального режима физической активности необходимо учитывать, как физические возможности, так и возможные риски. Для их определения основные показатели кардиореспираторной системы организма оценивают методом индексов [8].

Целью данного исследования является определение функциональных возможностей и резервов кардиореспираторной системы. Задачами исследования являются анализ адаптационного потенциала будущих педагогов, выявление потенциальных рисков, которые необходимо учитывать при организации занятий, в том числе физической культурой

Методы исследования. Исследование проведено на базе ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет». В исследовании приняли участие 30 студенток, обучающихся на 2 курсе по профилю «Предметное обучение. Технологии обучения и воспитания». Определенные методом случайной выборки участницы исследования, занимались разными видами физической культуры, в том числе адаптивной физической культурой (АФК), общей физической подготовкой (ОФП), волейболом (по 10 человек в каждой группе).

У каждой участницы определяли морфологические (длина и масса тела) и физиологические (ЧСС, АД и гипоксические пробы (проба Штанге и Генчи).

Для оценки функционального потенциала использовали расчётный метод определения кардиореспираторных индексов, в том числе определяли адаптационный потенциал системы кровообращения (АП), уровень физического состояния (УФС), а также Индекс Богомазова [1, 4, 7].

Адаптационный потенциал (АП) определяли для оценки функциональных резервов по формуле:

$$АП = 0,011 \times ЧСС + 0,114 \times СД + 0,008 \times ДД + 0,009 \times МТ - 0,009 \times Р - 0,27$$
, где ЧСС – пульс в покое за минуту, СД – систолическое давление, ДД – диастолическое давление, МТ – масса тела, Р – рост, В – возраст. Результаты оценивали по стандартной для индекса шкале [1].

Уровень физического состояния (УФС) рассчитывали для оценки работоспособности и физического здоровья студентов. Для расчетов УФС применяли формулу Е.А. Пироговой: $УФС = (700 - 3 \times ЧСС - 2,5 \times АД - 2,7 \times В + 0,28 \times МТ) / (350 - 2,6 \times В + 0,21 \times Р)$, где ЧСС – пульс в покое за минуту, АД – среднее артериальное давление, В – возраст, МТ – масса тела, Р – рост. Оценку показателя проводили с использованием уровневой шкалы [6].

Оценку функционального состояния и резервных возможностей кардиореспираторной системы осуществляли индексу Богомазова (ИБ), который рассчитывали по формуле: $ИБ = (\text{результат пробы Штанге (с)} + \text{результат пробы Генчи (с)}) / 90) \times 100$ [5].

Расчет всех индексов и статистический анализ производился в программе Microsoft Excel и Statistica.

Результаты исследований, их обсуждение.

Исследование потенциала кардиореспираторной системы будущих педагогов показало следующее.

Среднегрупповые значения индексов по общей группе (n=30) не выявили отклонений и свидетельствовали о хорошей адаптации к нагрузкам, на фоне среднего уровня физического здоровья и удовлетворительных резервных возможностей организма. Аналогично оценены и средне-групповые значения занимающихся разными видами физической активности (табл. 1).

Таблица 1

Средне групповые значения ($M \pm m$) кардиореспираторных индексов и их оценка будущих педагогов, занимающихся разными видами физической активности

Индексы	Виды физической активности					
	АФК (n=10)		ОФП (n=10)		Волейбол (n=10)	
	$M \pm m$	Оценка	$M \pm m$	Оценка	$M \pm m$	Оценка
АП	$2,20 \pm 0,14$	хорошо	$2,30 \pm 0,09$	хорошо	$2,30 \pm 0,10$	хорошо
УФС	$0,622 \pm 0,05$	средний уровень	$0,550 \pm 0,04$	средний уровень	$0,557 \pm 0,10$	средний уровень
ИБ	$75,90 \pm 7,90$	удовлетворительно	$71,40 \pm 6,50$	удовлетворительно	$79,40 \pm 5,60$	удовлетворительно

Индивидуальный анализ результатов выявил неоднородность групп: в каждой были девушки как с низкими, так и высокими результатами.

Оценка индивидуальных значений адаптационного показателя выявила наличие в каждой группе у 1-2 человек лиц с напряжением адаптации. Наибольший процент студенток с напряженностью механизмов адаптации наблюдалась в группе ОФП. Ни в одной из групп не выявлено возможного срыва адаптации при физической нагрузке.

Индивидуальный анализ физического состояния также выявил неоднородность, наиболее выраженную в группах занимающихся АФК и волейболом (рис. 1). У 10 студенток из 30 обследованных выявлен низкий или ниже среднего уровень функционального состояния. Учитывая, что вид физической активности студенты выбирают по желанию, можно утверждать, что при выборе спортивных игр студенты не ориентируются на свои состояние и функциональные возможности.

В каждой группе есть 1-2 студентки с неудовлетворительным уровнем развития функциональных резервов кардиореспираторной системы. Наибольший разброс результатов выявлен у занимающихся АФК, что, по-видимому, связано с нозологической неоднородностью занимающихся, отнесенных к специальной медицинской группе

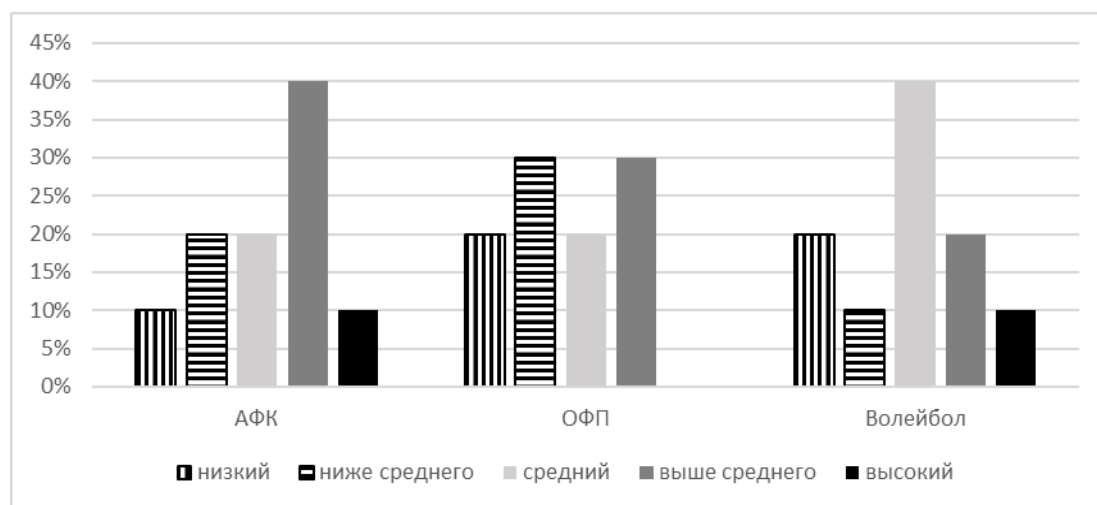


Рисунок 1. Распределение (в %) уровней физического состояния студенток, занимающихся разными видами физической культуры.

Выводы. У будущих педагогов выявлен низкий или удовлетворительный уровень развития функциональных резервов кардиореспираторной системы. Вне зависимости от выбранного ими вида физической активности 10-30% студентов имеют статус «напряжение адаптации» и низкий уровень функционального состояния. Полученные данные свидетельствуют о потенциальном риске развития нарушений кардиореспираторной системы при неадекватном распределении и дозировании нагрузок. Для оптимизации резервных возможностей кардиореспираторной системы и снижения рисков ее патологии в будущей профессиональной деятельности студентам необходимо организовывать индивидуальный мониторинг функционального состояния и консультирования о способах его коррекции.

Библиографический список

1. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М. : Медицина, 1997. 236 с.
2. Будук-оол Л. К., Ховалыг А. М., Сарыг С. К. Морфофизические особенности организма студентов как показатель адаптации к условиям среды // Фундаментальные исследования. 2014. № 12-6. С. 1197–1200.
3. Маринина Е. С. Научное обоснование основных путей профилактики сердечно-сосудистых заболеваний // Universum: Медицина и фармакология : электр. научн. журнал. 2018. № 2. С. 47.
4. Надеина Л. Е. Анализ профессиональной заболеваемости педагогов // Вестник Донецкого педагогического института. 2018. № 2. С. 134–140.
5. Ошевский Л. В., Крылова Е. В., Уланова Е. А. Изучение состояния здоровья человека по функциональным показателям организма. Н. Новгород, 2007. 66 с. URL: <http://bookfi.net/book/787874>
6. Пирогова Е. А., Иващенко Л. Я., Стрacho Н. П. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека. Киев : Здоровье, 1986. 152 с. URL: <http://lib.sport-edu.ru/BiblCard.idc?Cd=Win&Doc>
7. Медико-социальное исследование состояния здоровья студентов и амбулаторное их обслуживание / А. С. Серикбаева, А. А. Айтманбетова, Г. Е. Аимбетова, Н. А. Талкимбаева, Г. Н. Ердесбай // Вестник КазНМУ. 2019. № 7. С. 611–613.
8. Elkind MSV. How Physical Activity Lowers Cardiovascular Risk: Exercise Can Change Your Mind // J Am Coll Cardiol. 2024. № 16. P. 1554–1556.
9. Paterson C., Stone K., Turner L. et al. The effect of cardiorespiratory fitness and habitual physical activity on cardiovascular responses to 2 h of uninterrupted sitting // J Appl Physiol. 2024. № 5. P. 1087–1096.

Технологическая платформа получения рекомбинантных конъюгированных пептидных вакцин на основе CRM197

Рогожкин Сергей Олегович, аспирант,
направление подготовки «Биотехнология», Вятский государственный университет
Кириллова Ульяна Романовна, студент,
направление подготовки «Фармацевтическая биотехнология»,
Вятский государственный университет
Медведева Анна Владимировна, студент,
направление подготовки «Фармацевтическая биотехнология»,
Вятский государственный университет
Лазарев Роман Викторович, студент,
направление подготовки «Биотехнология», Вятский государственный университет
Дробков Михаил Владимирович, студент,
направление подготовки «Биотехнология», Вятский государственный университет
Захаров Андрей Витальевич, аспирант,
направление подготовки «Химическая технология»,
Вятский государственный университет
Герасимов Андрей Сергеевич, канд. биол. наук, доцент,
доцент кафедры биотехнологии, Вятский государственный университет

Аннотация. Разработка вакцинных препаратов – одно из передовых направлений фармацевтической биотехнологии. Большинство классических вакцин являются профилактическими средствами и предотвращают развитие инфекционных заболеваний. Однако существует класс терапевтических вакцин, которые могут использоваться для лечения уже существующих патологий, таких как онкозаболевания и воспалительные процессы. На сегодняшний день разработка данных иммунотерапевтических препаратов находится в зачаточном состоянии, несмотря на то что это огромный и развивающийся сегмент биофармацевтического рынка, обладающий огромным потенциалом.

Целью данного исследования является получение прототипа онковакцины, представляющего собой конъюгат мутантного дифтерийного токсина CRM197 с эпидермальным фактором роста человека. Уникальностью данной работы является разработка единой технологической платформы на основе клеток *E. coli*, позволяющей производить два рекомбинантных белка по однотипной технологии. Нам удалось оптимизировать технологию получения и очистки эпидермального фактора под уже существующую технологию получения CRM197. Уровень биосинтеза фактора роста составил не менее 200 мг с литра, а финальный выход после всех этапов очистки составил не менее 25%. Полученный продукт был конъюгирован с белком-носителем CRM197 при помощи глутарового альдегида. Эффективность реакции составила более 96%, что подтвердилось данными эксклюзионной ВЭЖХ и электрофорезом в ПААГ. Полученные результаты могут стать основой для разработки отечественных технологий онковакцин, а также создать отдельную технологическую платформу по разработке и производству множества инновационных иммунотерапевтических препаратов на основе CRM197.

Ключевые слова: CRM197, *E. coli*, технологическая платформа, пептидные вакцины, рекомбинантные белки.

Введение. Белок CRM197 (Cross Reacting Material) уже широко используется для получения конъюгированных гликовакцин [1] Он представляет собой

нетоксичный вариант дифтерийного токсина, обладающий единственной мутацией (замена глицина на глутамат в позиции 52), которая устраняет его токсичность [2, 3]. При этом белок сохраняет свои иммунологические свойства. Относительно новым направлением применения CRM197 является получение рекомбинантных пептидных вакцин, которые содержат антигенные фрагменты белковой природы.

Несмотря на значительный прогресс в области терапии онкозаболеваний, рак остается одним из ведущих факторов смертности во всем мире. Это обуславливает необходимость постоянного поиска инновационных и более эффективных терапевтических стратегий.

В рамках данной работы объектом исследования, который представляет прикладной интерес, выбран антиген человеческого эпидермального фактора роста (hEGF). Сигнальный путь EGF-EGFR играет ключевую роль в онкогенезе и прогрессировании опухолей [4].

Вакцинация hEGF-CRM197 может вызвать выработку высоких уровней антител против hEGF, тем самым подавляя сигнальный путь EGF/EGFR и рост опухолей, зависящих от него. В доклинических исследованиях было показано, что hEGF-CRM197 является иммуногенным, хорошо переносится и проявляет противоопухолевую активность. Таким образом, данный вакцинный препарат может стать альтернативой препаратов на основе моноклональных антител, таких как цетуксимаб, матузумаб, трастузумаб, панитумумаб и другие. Основным вопросом, который необходимо решить, является разработка рентабельной и эффективной технологии получения и производства вакцинного антигена.

Методы исследования. Сборка гена EGF проводилась при помощи метода crossPCR. В качестве матрицы использовали смесь олигонуклеотидов, взаимно перекрывающихся между собой. В качестве фермента использовали высокоточную полимеразу Phusion (ThermoScientific, США), согласно протоколу изготовителя.

Для биосинтеза целевого белка, 50 мл среды TBP, которая содержала ампициллин (100 мкг/мл), была инокулирована 50-тью колониями штамма *Shuffle*

T7 Express (NEB, США), трансформированного вектором pET9a_SumoEGF. Клетки выращивали при 30°C, 200 об/мин в течение 5 – 7 часов до достижения OD₅₅₀ равной 3 – 5 единиц. После этого добавляли IPTG до конечной концентрации 0,05 мМ. Индукцию проводили в течение 20 часов.

Для выделения и очистки hEGF, биомассу отделяли от супернатанта при 7000×g в течение 15 мин при 4°C, после чего осадок клеток суспендировали в 30 мл лизирующего буфера (50 мМ Трис-HCl, pH 8.0, 100 мМ NaCl, 10 мМ имидазола, 1 мМ 2-меркаптоэтанола, 0.25% Тритона X-100, 0.5 мМ PMSF, 0.01% лизоцима). Клетки разрушали с использованием ультразвука (5 циклов по 30 с, перерывы по 5 мин). Затем к полученному лизату по каплям добавляли 10%-ный (об./об.) раствор полиэтиленимина до конечной концентрации 0.1% и центрифугировали в течение 20 мин при 12000 g. Раствор наносили на колонку HisTrap FF объемом 5 мл (Cytiva, Швеция), уравновешенную лизирующим буфером. Колонку промывали 5-ю объемами буфера А (50 мМ Трис-HCl, pH 8.0, 500 мМ NaCl, 30 мМ имидазола), а элюцию проводили буфером В (50 мМ Трис HCl, pH 8.0, 100 мМ NaCl, 250 мМ имидазола). Полученный элюат переводили в буферный раствор (20 мМ Трис-HCl, pH 7.0, 150 мМ NaCl, 100 мМ сахарозы, 0,5 мМ 2-меркаптоэтанола) при помощи колонки Desalting 26/20 (Cytiva, Швеция). hEGF был собран как фракция проскока после HisTrap FF и затем сконцентрирован на картриджах Millipore с отсечкой молекулярной массы 3 кДа. Результаты электрофорезов в ПААГ анализировались с использованием системы документирования геля ChemiDoc MP (Bio-Rad, США). Очищенный CRM197 получали по этой же методике. В качестве маркера молекулярных масс был взят Precision Plus Protein (BioRad).

Конъюгацию CRM197 с hEGF проводили в соответствии с патентом [5]. hEGF и CRM197 конъюгировали в мольном соотношении 10:1, соответственно, при конечной концентрации белков 2 мг/мл. Для этого к смеси белков добавляли буфер для конъюгации (PBS 20 мМ, pH 7.0, NaCl 150 мМ, 0.5% глутаровый альдегид). Инкубировали смесь 3 часа при 25 С⁰ и перемешивании 500 об/мин. Эффективность конъюгации оценивали при помощи метода ВЭЖХ с использо-

ванием колонки TSKgel®G3000SWXL (Tosoh Bioscience, Япония). Используемая буферная система – фосфатный буферный раствор с pH 7.4, скорость потока 0.7 мл/мин. В качестве калибровки использовался стандарт из 5 белков в диапазоне молекулярных масс от 1350 – 670000 Да (Gel Filtration Standard #1511901, Biorad, США). Для анализа использовали раствор очищенного CRM197 с концентрацией 5 мг/мл и концентрат конъюгата CRM197-hEGF с концентрацией не менее 2 мг/мл.

Результаты исследований, их обсуждение. В ходе данной работы нами была разработана единая технологическая платформа на основе клеток *E. coli*, позволяющей производить рекомбинантные белки CRM197 и EGF по одной технологии для получения пептидных вакцин, на примере hEGF-CRM197.

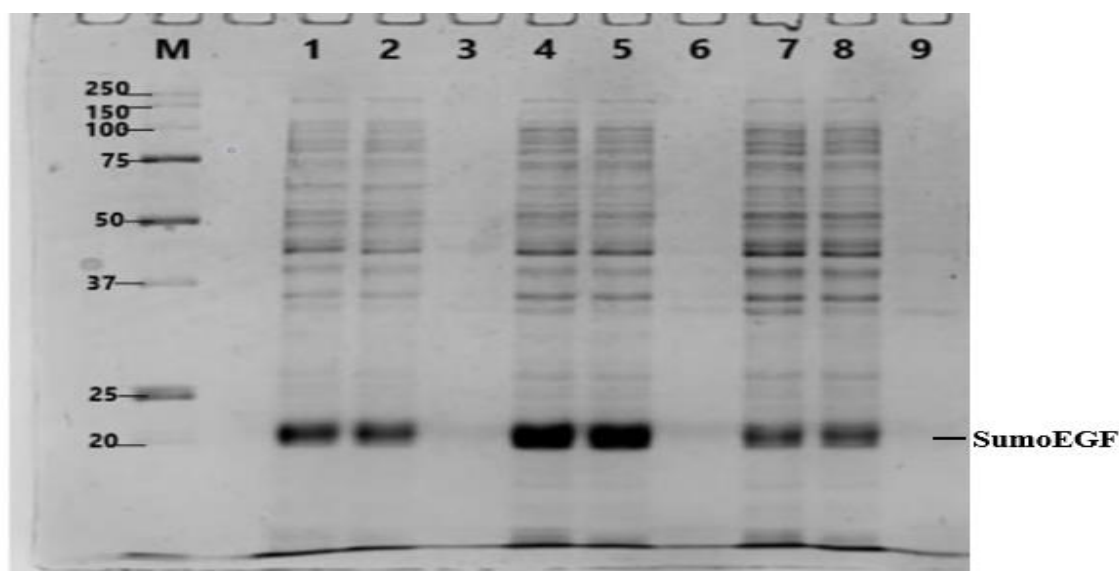


Рисунок 1. Электрофорез в ПААГ образцов, штамма *Shuffle T7 Express* pET 9a SumoEGF: М – маркер молекулярных масс, 1,2,3 – общий, растворимый и нерастворимый белок SumoEGF, при культивировании клеток с 0,01 мМ ИПТГ, 4,5,6 – общий, растворимый и нерастворимый белок SumoEGF, при культивировании клеток с 0,05 мМ ИПТГ, 7,8,9 – общий, растворимый и нерастворимый белок SumoEGF, при культивировании клеток с 0,25 мМ ИПТГ.

Затем были оптимизированы условия конъюгации соответствующих белков с использованием глутарового альдегида в качестве сшивающего агента, для максимального выхода конъюгата и его стабильности (Рис. 2).

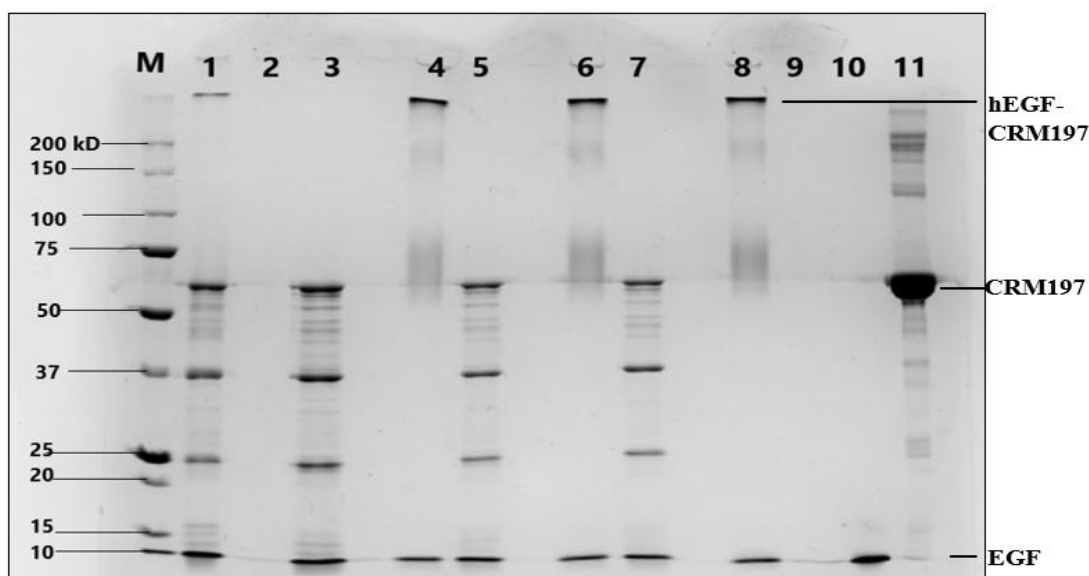


Рисунок 2. Электрофорез в ПААГ образцов после конъюгирования EGF с CRM197:

М – маркер молекулярных масс, 1 – CRM197 и hEGF до обессливания на PD10, 2 – пермеат с после обессоливания на PD10, 3 – CRM197 и hEGF после обессливания PD10, 4 – конъюгат hEGF-CRM197 через 2 часа инкубации, 5 – отрицательный контроль конъюгации (без альдегида) через 2 часа, 6 – конъюгат hEGF-CRM197 через 3 часа инкубации, 7 – отрицательный контроль конъюгации (без альдегида) через 3 часа, 8 – конъюгат hEGF-CRM197 через 4 часа инкубации, 9 – отрицательный контроль конъюгации (без альдегида) через 4 часа инкубации, 10 – чистый образец hEGF, 11 – чистый образец CRM197.

Эффективность конъюгации также подтверждена при помощи ВЭЖХ. Можно видеть, что время удержания конъюгата hEGF-CRM197 составило 24.332 минуты, тогда как время удержания CRM197 25.282. Эффективность реакции составила более 96% (Рис.3). Пик имеет однородную форму, что говорит о гомогенности полученного конъюгата (примерно 8 молекул hEGF на 1 молекулу CRM197).

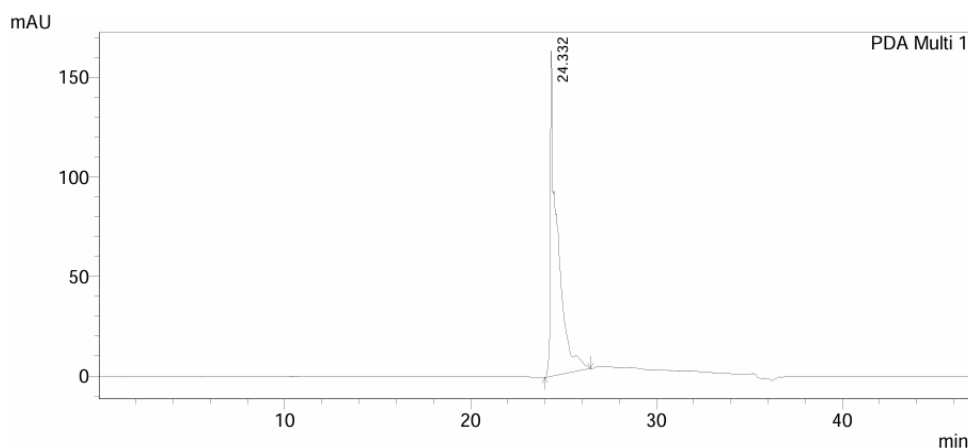


Рисунок 3. Подтверждение подлинности конъюгата hEGF-CRM197 при проведении ВЭЖХ по времени выхода.

Выводы. Таким образом, нам удалось разработать технологическую платформу для получения рекомбинантных пептидных вакцин на основе *E. coli*, на примере hEGF-CRM197. Эта платформа предлагает несколько преимуществ, включая быстрый биосинтез белка, высокую рентабельность производства и относительно простую масштабируемость обеспечивая импортозамещение вакцинных препаратов.

Библиографический список

1. Pichichero M. E. Protein carriers of conjugate vaccines: characteristics, development, and clinical trials // Human Vaccines & Immunotherapeutics. 2013. Vol. 9. Is. 12. P. 2505–2523. URL: <https://DOI.org/10.4161/hv.26109>
2. Uchida T., Pappenheimer A. M., Greany R. Diphtheria toxin and related proteins. I. Isolation and properties of mutant proteins serologically related to diphtheria toxin // The Journal of Biological Chemistry. 1973. Vol. 248. Is. 10. P. 3838–3844. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4196584/>
3. Giannini G., Rappuoli R., Ratti G. The amino-acid sequence of two non-toxic mutants of diphtheria toxin: CRM45 and CRM197 // Nucleic Acids Research. 1984. Vol 12. Is.10. P. 4063–4069. URL: <https://DOI.org/10.1093/nar/12.10.4063>
4. Xiong A.-W., Fang J.-M., Ren S.-X. et al. A Novel Combined Conjugate Therapeutic Cancer Vaccine, Recombinant EGF-CRM197, in Patients With Advanced Solid Tumors: A Phase I Clinical Study // Frontiers in Oncology. 2021. Vol. 11. URL: <https://DOI.org/10.3389/fonc.2021.745699>
5. Пат. WO2023098755A1. China, МПК A61K 47/64. Recombinant HEGF-CRM197 tumor therapeutic vaccine formulation: № PCT/CN2022/135608: заявл. 30.11.2022: опубл. 08.06.2023 / Чжан Вэньяо; патентообладатель Biotechnology CO., LTD [CN/CN].

Эффективные стратегии очистки лентивирусных векторов для генной терапии и CAR-T: комбинация анионообменной хроматографии и TFF

Толстоухов Егор Евгеньевич, студент,
направление подготовки «Фармацевтическая биотехнология»,
Вятский государственный университет

Белозёров Владислав Сергеевич, канд. биол. наук,
младший научный сотрудник кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет

Аннотация. Основным инструментом генной терапии и CAR-T технологий является лентивирусный вектор (ЛВ), который требует масштабируемых методов получения, выделения и очистки для обеспечения качества, безопасности и эффективности готовых генно-терапевтических клеточных препаратов. Но, к сожалению, существуют проблемы низкого выхода, недостаточной масштабируемости, потери трансдукционной активности (способность встраиваться в геном клетки). Целью данной работы является обоснование комбинированного подхода к очистке лентивирусных векторов, включающего анионообменную хроматографию (АЕХ) в качестве захватного этапа и тангенциально-поточную фильтрацию (TFF) для концентрирования и доочистки. Теоретическое исследование основывается на анализе физико-химических свойств лентивирусных векторов, которые и определяют выбор АЕХ с градиентным элюированием для селективного связывания векторов, а применение TFF с мембранами 500 кДа продемонстрировало эффективное удаление низкомолекулярных примесей и концентрирование лентивируса в 10–20 раз без потери трансдукционной активности [1]. Основные результаты, приведённые в научных публикациях, подтверждают, что рассмотренная стратегия позволяет достичь чистоты векторов свыше 98% при сохранении трансдукционной активности на уровне не менее 10^8 TU/мл [2]. Основываясь на теоретических изысканиях, комбинация АЕХ и TFF, являясь масштабируемым, хорошо изученным и соответствующим требованиям GMP тандемом, может эффективно применяться в фармацевтической промышленности для выделения и очистки лентивирусных векторов. Результаты исследования актуальны для биотехнологических компаний, научно-исследовательских центров, занимающихся разработкой генно-терапевтических препаратов и CAR-T-продуктов.

Ключевые слова: лентивирусный вектор, анионообменная хроматография, CAR-T-терапия.

Введение. Лентивирусные векторы – основной способ эффективной доставки генетического материала в современной генной терапии и создания CAR-T-клеток. Разработка технологий их получения, выделения и очистки особенно актуальна, т. к. в существующих протоколах хорошо описаны проблемы низкого выхода, наличия остаточных плазмид, потеря вирусной активности, масштабируемости [1, 2, 3].

Цель исследования – разработка технологии получения и очистки лентивирусных векторов, включающая АЕХ (capture) и TFF (polishing), как составные элементы концепции CIPP (capture – захватная стадия; intermediate purification – промежуточная очистка; polishing – доочистка) для дальнейшего производства

генно-терапевтических препаратов *ex vivo* (отобранные клетки пациента подвергаются генетической модификации и вводятся пациенту обратно).

Задачи:

1. Произвести анализ и обобщение информации, приведённой в научных исследованиях и протоколах по очистке лентивирусных векторов.
2. Предложить подход к оптимизации культивирования клеток НЕК 293Т в волновом биореакторе.
3. Внедрение двухэтапной очистки: анионообменная хроматография (АЕХ) и тангенциальная ультрафильтрация (ТФФ).

Ведущий подход. Лентивирусные вектора представляют из себя рекомбинантные вирусные частицы, созданные на основе ВИЧ-1 (вирус иммунодефицита человека первого типа). Морфологические характеристики вируса: сферическая форма, диаметром – 100-120 нм, молекулярная масса около 250 МДа. Стабилен в нейтральном диапазоне кислотности (6,5-7,5) и имеет в этом pH отрицательный суммарный заряд частицы. Вирус крайне чувствителен к температуре, поэтому процессы очистки преимущественно должны вестись при комнатной температуре. Также стоит отметить, что высокая концентрация солей вызывает потерю его трансдукционной активности, поэтому важно тщательно выбирать сорбент и градиент соли. На основе этих особенностей и разрабатывается технология очистки лентивирусных векторов [2].

Исследование теоретическое, поэтому все выводы сделаны на основе изученной научной литературы. Рассмотрим особенности процесса синтеза (upstream) и очистки (downstream) лентивирусного вектора.

Upstream:

1. Восстановление клеточной линии: криовиаллы с культурой клеток НЕК 293Т размораживаются на водяной бане (37°C, 2 мин) и центрифугируются (300 g, 5 мин) для удаления криопротектора.
2. Культивирование: производятся 2 пассажа в колбах по 48 ч каждый при температуре 37°C, 5% CO₂, с последующим пересевом в волновой биореактор на 48 ч при тех же условиях.

3. Трансфекция: в среду вводятся 4 плазмиды (в случае CAR-T терапии: gag-pol, rev, кДНК эктодомена, кДНК эндодомена; в случае генной терапии: gag-pol, rev, кДНК гена интереса, ген оболочки) с полиэтиленимином (PEI, в соотношении 1:3 ДНК:PEI). Далее добавляется кумат (0.5 мМ) и доксициклин (1 мкг/мл) для индукции сборки вирусных частиц [4]. Инкубация – 48 ч при температуре 37°C, 5% CO₂.

Downstream:

1. Первичная очистка: культуральная среда отделяется от клеток и крупных примесей с использованием глубинной фильтрации в тангенциальном потоке (мембрана 0,45 мкм из полиэфирсульфона) [1,4,5].

2. Концентрирование: объем среды уменьшается в 10-20 раз с помощью TFF (мембрана 300 кДа из полиэфирсульфона), что позволяет снизить количество бензонуклеазы, используемой на следующем этапе [1,4,5].

3. Обработка бензонуклеазой: добавляется 25 ЕД/мл бензонуклеазы (инкубация в течение 1 ч, 37°C) для деградации свободной ДНК [6].

4. Анионообменная хроматография: ЛВ сорбируется на монолитной колонке CIMmultus™ DEAE (Cytiva) в фосфатном буфере (pH 7.0). Элюирование проводится градиентом NaCl (0.1-0.65 M). Выход составляет 98% [2].

5. Доочистка (polishing): TFF с мембраной 500 кДа из полиэфирсульфона удаляет остаточные белки и низкомолекулярные примеси, а также осуществляется дополнительное концентрирование [2].

6. Формулирование: препарат ресуспендируется в фосфатном буферном растворе с добавлением 150 мМ NaCl, 0,01% L-глутамин, 1% сахара, 0,5% жирных кислот. На заключительном этапе формулирования проводится стерилизующая фильтрация через мембранные фильтры из полиэфирсульфона с диаметром пор 0,22 мкм [2].

7. Розлив и хранение: криовиалы заполняют в ламинарном боксе, поддерживающем класс чистоты В, замораживают и хранят при температуре -80°C.

Результаты исследований, их обсуждение. Основываясь на литературных данных, стоит отметить результирующие особенности такого подхода к очистке лентивирусного вектора:

1. Выход ЛВ: титр вирусных частиц после АЕХ составляет 10^8 - 10^9 ТУ/мл, чистота получаемого препарата – свыше 98% [2].

2. Эффективность этапов очистки:

- Концентрирование раствора, содержащего вирус, уменьшает его объем в 10 раз, сократив затраты на бензонуклеазу на 40% [1,6].

- АЕХ обеспечивает селективное 99% связывание лентивирусных частиц [1, 2, 3].

- TFF на этапе polishing исключает низкомолекулярные примеси [1,2].

3. Стабильность: После 6 месяцев хранения при -80°C трансдукционная активность сохранялась на уровне 90% [2].

Предложенные технологические решения получения и очистки лентивирусного вектора демонстрирует преимущества использования комбинированного подхода, а именно:

- Применение волнового биореактора повышает плотность клеточной суспензии НЕК 293 Т в связи с бережным перемешиванием.

- Монолитные колонки АЕХ обеспечивают высокую скорость и эффективность разделения, а также минимальную деградацию ЛВ в процессе очистки.

- TFF заменяет традиционное ультрацентрифугирование, упростив масштабирование, а также выгодно заменяет альтернативный метод доочистки – эксклюзионную хроматографию.

Ключевое отличие от существующих протоколов – минимизация этапов процесса очистки, благодаря использованию 2 основных этапов, описанных в настоящей работе, при сохранении соответствия требованиям GMP.

Выводы:

1. В ходе изысканий определены критические параметры, обеспечивающие стабильность ЛВ. Установлено, что оптимальный pH-диапазон составляет 6,5–7,5, а допустимый градиент концентрации NaCl – 0,1–0,65 М. Для повышения стабильности и минимизации повреждений при замораживании разработан буферный состав для формулирования, содержащий жирные кислоты, L-глутамин, лецитин и сахарозу. Также показано, что однократная заморозка

при -80°C является оптимальной и позволяет сохранить активность ЛВ в течение длительного времени.

Новизна: Оптимизация формулирующего буфера с сахарозой, лейцином, L-глутамином, повышает стабильность до 6 месяцев (90% сохранности титра).

Практическая значимость: Готовый продукт пригоден для длительного хранения (до 2-ух лет) и клинического применения.

2. На основе литературных источников приведён метод культивирования клеток линии НЕК 293Т в волновом биореакторе, что позволяет увеличить выход лентивирусных векторов (ЛВ) в 3 раза по сравнению с традиционным статическим культивированием.

Новизна: Применение волнового биореактора с контролируемыми параметрами для масштабируемого производства.

Практическая значимость: Повышение эффективности upstream-процесса.

3. Разработана двухэтапная схема очистки ЛВ, включающая анионообменную хроматографию (АЕХ) и тангенциальную ультрафильтрацию (ТФФ).

Новизна: Комбинация монолитной хроматографии и ТФФ заменяет многоступенчатую очистку, сократив время процесса.

Теоретическая значимость: На основании литературных источников АЕХ эффективна для захвата ЛВ при pH 7,0.

Практическая значимость: Предполагаемый выход инфекционных частиц составляет $>98\%$.

Область применения: Промышленное производство генно-терапевтических препаратов, создание CAR-T-клеток, доклинические и клинические исследования вирусных векторов.

Перспективы: Адаптация технологии для других вирусных платформ (AAV, ретровирусы).

Библиографический список

1. Cooper A. R., Sanjeet P., Senadheera S. Highly Efficient Large-Scale Lentiviral Vector Concentration by Tandem Tangential Flow Filtration // Journal of Virological Methods. 2011. Vol. 177. Is. 1. P. 1–9. URL: <https://DOI.org/10.1016/j.jviromet.2011.06.019> (published: 01.10.2011).
2. Ghosh R. Developing downstream bioprocessing for gene and cell therapy applications : Department of Chemical and Biological Engineering Rensselaer Polytechnic Institute : Submitted in

Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of doctor of philosophy; Rensselaer Polytechnic Institute. Troy ; New York, 2021. P. 181.

3. Merten O. W., Hebben M. Production of lentiviral vectors // Molecular therapy. Methods & clinical development. 2016. Vol. 3. P. 3–17. URL: <https://DOI.org/10.1038/mtm.2016.17> (published: 13.04.2016).

4. Bandeira V., Peixoto C., Rodrigues A. F. et al. Downstream processing of lentiviral vectors: releasing bottlenecks // Human Gene Methods. 2012. Vol. 23. Is. 4. P. 255–263. URL: <https://DOI.org/10.1089/hgtb.2012.059> (published: 30.07.2012).

5. Perry C., Andrea M., Rayat E. Lentiviral Vector Bioprocessing // Viruses. 2021. Vol. 13. Is. 2. P. 268. URL: <https://DOI.org/10.1089/hgtb.2012.059> (published: 09.02.2021).

6. Sastry L., Xu Y., Pollok K. Evaluation of Plasmid DNA Removal from Lentiviral Vectors by Benzonase Treatment // Human Gene Therapy. 2004. Vol. 15. Is. 2. P. 221–226. URL: <https://DOI.org/10.1089/104303404772680029> (published: 07.07.2004).

Современные вызовы в производстве клеточных препаратов: как дефицит платформ и специалистов тормозит развитие генной терапии

Устинова Полина Николаевна, студент,
направление подготовки «Фармацевтическая биотехнология»,
Вятский государственный университет

Белозёров Владислав Сергеевич, канд. биол. наук,
младший научный сотрудник кафедры биотехнологии,
Вятский государственный университет

Аннотация. В основе лечения заболеваний с использованием генной терапии лежит перенос генетического материала (функционального гена) в определенную клетку, благодаря чему ген экспрессируется и организм обеспечивается продуктом данного гена – белком, которого ранее или было недостаточно, или не было в организме вовсе. Это сложная в разработке, валидации, производстве терапия. В России на 2025 год существует лишь один генно-терапевтический препарат – «Неоваскулген», который был разработан и производится компанией ОАО «ИСКЧ» на территории РФ [1], хотя в мире препаратов зарегистрировано более 30. Такой тип терапии активно развивается в мировой биофармацевтической отрасли, что делает это направление разработки актуальным. Цель данной работы – выявить и проанализировать существующие проблемы и ограничения в разработке клеточных препаратов (генная терапия, CAR-T-терапия), а также представить проект платформы для производства данного сегмента лекарственных средств. Теоретические изыскания, приведённые в настоящей работе, основываются на данных научной литературы, а также на практических навыках разработки проектной документации в рамках образовательного процесса. Развитие генной терапии сталкивается с серьезными вызовами, связанными с дефицитом производственных платформ и нехваткой высококвалифицированных специалистов. Эти ограничения замедляют внедрение инновационных методов лечения, несмотря на их высокий терапевтический потенциал. Таким образом, для ускорения развития генной терапии необходимо создание образовательных программ для подготовки персонала, а также построение биотехнологических платформ для организации разработки и производства лекарственных средств. Результаты исследования могут быть использованы биофармацевтическими компаниями, регуляторными органами и образовательными учреждениями для преодоления технологических и кадровых ограничений в области клеточной терапии.

Ключевые слова: клеточные препараты, генная терапия, платформа, Quality by Design.

Введение. Генная терапия демонстрирует отличные результаты в лечении наследственных, онкологических, а также орфанных заболеваний [2]. Однако ее широкое развитие сдерживается технологическими, кадровыми, экономическими проблемами. Отсутствие GMP-производств, сложности с масштабированием производства вирусных векторов и дефицит высококвалифицированных кадров создают «узкие места» в отрасли.

Цель исследования: выявить ключевые вызовы в производстве клеточных препаратов и предложить стратегии их преодоления для ускорения развития генной терапии.

Задачи исследования:

1. Проанализировать проблемы разработки и производства препаратов генной терапии.
2. Рассмотреть концепцию Quality by Design (QbD) для продуктов клеточных технологий.
3. Разработать проект платформы для производства биомедицинских клеточных продуктов.

Ведущий подход. Генная терапия, основным принципом действия которой является доставка генетического материала в конкретную клетку. Препараты для такой терапии бывают двух типов: *in vivo* и *ex vivo*. К препаратам первого типа относятся системы генетической доставки (СГД), которые вводятся непосредственно в тело пациента (как правило, введение осуществляется по месту назначения). Такими СГД являются лентивирусные, аденоассоциированные вирусные векторы, к ним предъявляются более строгие требования, т. к. они должны обеспечить эффективное встраивание в геном клеток, при этом не неся угрозы восстановления репликативности и не вызывая активацию онкогенов. Препараты генной терапии типа *ex vivo* также включают в себя СГД, однако в виде активной фармацевтической субстанции (АФС), при помощи которой получается готовая лекарственная форма (ГЛФ), – модифицированные клетки пациента. То есть от пациента путем афереза собирается конкретная популяция клеток, которая трансдуцируется лентивирусным вектором, и уже клетки путем инфузии вводятся в основное кровяное русло пациента [2].

Препараты генной терапии требуют больших финансовых вложений в разработку, т. к. необходимо разработать плазмиды, получить и аттестовать стабильные клеточные линии (*Escherichia coli*) для производства плазмид для получения лентивирусных/ аденоассоциированных векторов), разработать технологические решения, создать технологический протокол по получению готовой лекарственной формы, также необходимы вложения в сырье и материалы, оборудование, строительство платформы, электроэнергия, заработные платы и т. д. Однако этот вопрос решаем при обращении к инвесторам, т. к. такой про-

ект довольно быстро окупится в связи с эффективностью и выгодностью отечественной терапии (в сравнении с импортной).

Помимо дороговизны организации производства таких препаратов существует проблема кадрового голода. В России недостаточное количество образовательных программ. Специалисты, которым интересно данное направление остаются в различных НИИ, а не идут на соответствующее производство, а НИИ из-за недостатка финансирования, площадей и оборудования лишь в малой степени могут покрывать потребности рынка. Но и данная проблема решается – необходимо разработать и ввести образовательные программы по повышению квалификации уже имеющихся специалистов.

Препараты генной терапии обязаны быть стерильными, в случае *in vivo* препаратов этого можно добиться путем стерилизующей фильтрации (0,22 мкм), но в случае *ex vivo* стерильность можно только обеспечить путем закрытых асептических процессов (использование изоляторных технологий). Концептуально есть смысл создания универсальной площадки для производства генно-терапевтических препаратов, которая благодаря обеспеченности изоляторными технологиями подойдет для любого препарата генной терапии [2].

Производство препарата может основываться только на двух подходах: 1) Качество продукта обеспечивается его контролем; 2) Качество закладывается на этапе разработки и обеспечивается процессом. Второй подход и описывает суть концепции Quality by Design, которая определяет цели, задачи, понимание процесса, ведь именно через планирование создается действительно качественный, эффективный и безопасный продукт [3].

Результаты исследований, их обсуждение. Для производства препаратов генной терапии важно обеспечивать стерильность, что реализуемо посредством использования изоляторных технологий, чистых помещений, квалифицированных специалистов [3]. В качестве примера потенциальной платформы, соответствующей концепции Quality by Design, в настоящей работе был разработан проект объёмно-планировочных решений производственного участка с указанием классов чистоты помещений (см. Рис. 1).

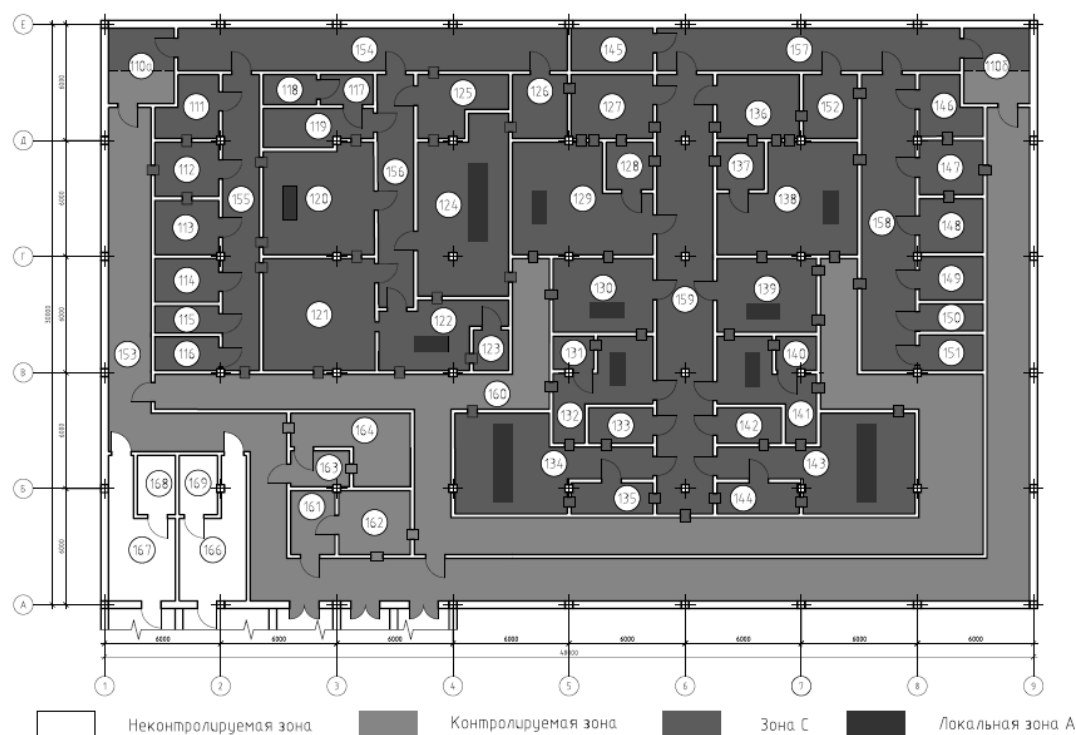


Рисунок 1. Проект платформы для производства препаратов генной терапии

На представленном плане производственного участка есть следующие зоны: контролируемая, зона С, локальная А. Основная зона производственных помещений – зона С, она оптимальна и не требует более высокой зоны по чистоте (В), т. к. основные критические процессы проходят в локальной зоне А, а остальные процессы осуществляются с использованием одноразовых технологий.

Представленная платформа – производство полного цикла. В производственных секторах В1-Е5 располагается цех по получению лентивирусного/аденоассоциированного вектора (участок АФС), а секторы Б4-Е9 включают в себя цех по производству ГЛФ (участок ГЛФ). Секторы получения ГЛФ организован симметрично для проведения двух параллельных процессов, что позволяет одновременно получать 2 клеточных препарата.

Участок получения АФС включает в себя подготовительные помещения: №111-116 (препараторская upstream, склад сырья и материалов, препараторские downstream, дезинфицирующих и моющих средств, хранение уборочного инвентаря, моечная), а также основные помещения процессов upstream (№ 117-120: мастер-банк, рабочий банк клеток, комната подготовки инокулята, участок культивирования НЕК 293Т), downstream (№ 121), формулирования (№ 122, в пом.

№ 123 хранятся вспомогательные вещества), подготовки флаконов и их наполнение (№ 124, в пом. № 125 хранятся флаконы). После завершения основных производственных процессов на данном участке, готовая АФС передается на хранение в морозильный шкаф (в пом. № 126); в это помещение есть ограниченный доступ только для ответственного за эту функцию персонала.

Участок получения ГЛФ имеет два идентичных параллельных участка для одновременного получения двух дозировок препарата. Данный цех имеет вспомогательные помещения: № 146-151 (препараторская upstream, склад сырья и материалов, препараторские downstream, дезинфицирующих и моющих средств, хранение уборочного инвентаря, моечная). А также основные помещения процессов: upstream (№ 127 и № 136 – помещения подготовки АФС, № 128 и № 137 хранение клеток пациентов, № 129 и № 138 непосредственно помещения для культивирования клеток пациента), downstream (№ 130 и № 139 – очистка и отделение модифицированных клеток), формулирование (№ 132 и № 141, а в пом. № 131 и № 141 хранятся вспомогательные вещества), подготовка флаконов и их наполнение (хранятся флаконы в помещениях № 133 и № 142, а непосредственно процесс проводится в пом. № 134 и № 143), хранение ГЛФ (пом. № 135 и № 144 в сосудах Дьюара).

Такая организация производственного участка позволяет не только получить высококачественный препарат, соответствующий нормам GMP, но и, благодаря ответственности концепции Quality by Design, организовать универсальную фармацевтическую платформу для получения клеточных препаратов для генной терапии.

Выводы. В ходе проведённых исследований были решены следующие задачи:

1. Рассмотрены проблемы разработки и производства препаратов генной терапии – финансовая, кадровая, отсутствия платформ.
2. Рассмотрена концепция QbD для продуктов клеточных технологий – необходимость в обеспечении качества продукта еще на этапе разработки.
3. Приведен проект платформы для производства ряда биомедицинских клеточных продуктов, основанных на генной терапии.

Научная новизна: впервые проведен комплексный анализ взаимосвязи между дефицитом платформ, кадровым голодом и замедленным темпом развития генной терапии в РФ. Практическая значимость исследования заключается в предложенном проекте производственного цеха. Область применения: биофармацевтическая промышленность, образовательные системы. Устранение инфраструктурных и кадровых ограничений требует координированных усилий регуляторов, бизнеса и научного сообщества. Только комплексный подход позволит реализовать потенциал генной терапии.

Библиографический список

1. Пат. 2612497. РФ, МПК C12N 15/12. Оптимизированная нуклеотидная последовательность и фармацевтическая композиция на ее основе с пролонгированной экспрессией трансгена *vegf* : № 2015119768 : заявл. 26.05.2015 : опубл. 09.03.2017 / С. Л. Киселев ; патентообладатель ООО «НекстГен». Бюл. № 7. 2 с.
2. Bulcha J. T., Wang Y., Hong M. et al. Viral vector platforms within the gene therapy landscape // *Sig Transduct Target Ther.* 2021. Vol. 6. Is. 53. URL: <https://DOI.org/10.1038/s41392-021-00487-6> (published: 08.02.2021).
3. Fukuda I. M., Pinto C. F. F., Moreira C. D. S. et al. Design of Experiments (DoE) Applied to Pharmaceutical and Analytical Quality by Design (QbD) // *Braz. J. Pharm. Sci.* 2018. Vol. 54. Is. spe. URL: <https://DOI.org/10.1590/s2175-97902018000001006> (published: 08.11.2018).

Сравнительный анализ результатов исследования песцового жира-сырца от зверей двух возрастов и цветотипов

Шидловская Анастасия Михайловна, студент,
направление подготовки «Молекулярная биология»,
Вятский государственный университет

Сюткина Анна Сергеевна, канд. ветеринар. наук, старший научный сотрудник
ВНИИОЗ им. проф. Б. М. Житкова

Аннотация. Сравнительная оценка физико-химических показателей песцового жира-сырца, полученного от особей восьмимесячного возраста двух цветотипов: Вуаль и Шедоу, позволит углубиться в изучение данной ткани промысловых зверей вида *Alopex lagopus* (*Vulpes lagopus*) и найти сходства и различия в данном аспекте. Цель работы заключается в проведении исследований подкожного жира песца, полученного от животных клеточного содержания, для прослеживания различий полученных данных в зависимости от возраста и окраса особей. В ходе работы проводились эксперименты, направленные на изучение физико-химических и органолептических показателей жира-сырца, анализ полученных результатов, а также проведение аналогии между группами. В результаты исследований прослеживалось сходство в некоторых показателях внутри обоих цветотипов между возрастными; так, перекисное число в жире шедовых и вуалевых песцов у восьмимесячных выше, чем у пятилетних. Если рассматривать отличительные черты между окрасами, то при сравнении показателей в жире-сырце кислотного и йодного чисел значения у шедовых песцов выше, чем у вуалевых. Можем отметить, что, помимо отличий в биохимии крови и уровнях показателей иных биоматериалов от песцов, жировая ткань также имеет свои отличительные черты не только по полу и возрасту, но и между цветовыми типами. Данные исследований могут быть применены в ветеринарной медицине, пищевой, косметологической промышленности для сравнения особей между собой по жировой ткани или для отбора лучшего жира по показателям.

Ключевые слова: подкожный жир, жир-сырец, песцовый жир, цветотип Вуаль, Шедоу.

Введение. Изучение такого вида млекопитающих, как песцы *Vulpes lagopus* [5], тесно связано с их разведением для получения ценного меха. С давних времен племенами севера шкурки песцов использовались для пошива одежды, мясо и жир употреблялись в пищу. В настоящее время ведутся исследования данных животных, так, в статьях Ю. А. Березиной и соавторов от института ФГБНУ «ВНИИОЗ им. проф. Б.М. Житкова» описаны биохимические различия в крови животных между полом и возрастом, а также между тремя цветотипами песцов клеточного содержания [1,2].

В работе Саввиновой М. С. изучено мясо дикого песца, как продукт для переработки в мясную муку, либо в пищу человеку, помимо мяса рассмотрен и жир-сырец [3]. Жир песцовых непосредственно анализировался и в техническом аспекте, как ранозаживляющий компонент в работе Шевченко А. А., где

материалом для исследования являлись песцы, содержащиеся в клеточных условиях в звероводческом хозяйстве «Вятка» [11].

Однако в вышеперечисленных исследованиях песцового жира-сырца не прослеживается изучение жировой ткани по полу и возрасту зверей, как в случае с биохимическими исследованиями крови. Отметим, что ранее нами было проведено исследование подкожного жира-сырца от песцов цветотипа Вуаль, где прослеживалась разница между полом и возрастом [4]. Результаты таких исследований могут быть приняты во внимание при отборе жиров в пищу, либо косметологию (для производства косметической продукции).

Цель данной работы заключается в исследованиях песцового подкожного жира-сырца, полученного от животных клеточного содержания, для прослеживания различий полученных данных в зависимости от возраста и цветового типа особей. Задачи включают в себя проведение экспериментальной части, получение результатов, их сравнение и анализ данных.

Методы исследования. В работе проводились эксперименты с подкожным жиром-сырцом, полученным от песцов цветотипа Вуаль и Шедоу в возрасте восьми месяцев и пяти лет. Сбор материала проводился на базе зверохозяйства «Вятка» Кировской области. Методом парных аналогов сформированы группы зверей по 10 животных, отобранных по возрасту (8 месяцев и 5 лет) и цветотипу, для дальнейшего сбора жира.

Далее проводилась пробоподготовка отобранного материала, в которую включалось соединение образцов жира в общую пробу, очистка, мойка, измельчение ткани и фасовка в тару.

В оценку органолептических показателей входят цвет, запах, консистенция, которые определяются согласно стандарту [7]. После проводилось изучение физико-химических показателей начиная с перекисного числа по ГОСТ [9], далее йодное и кислотное числа, массовая доля влаги по ГОСТ соответственно [8, 10, 7].

Результаты исследований, их обсуждение. Результаты, полученные в ходе исследования, сравнивались между собой по возрасту и цветотипу, а также сверялись с ранее изученными показателями песцового жира-сырца, представ-

ленными в работах других авторов, где не применялось деления по цвету и возрасту (Табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические показатели подкожного песцового жира-сырца

Показатели	Цветотип				Сравнение со статейными данными
	Вуаль		Шедоу		
Возраст	8 мес.	5 лет	8 мес.	5 лет	
Перекисное число, г/ 100 I ₂	0,03±0,005	0,02±0,005	0,03±0,003	0,02±0,003	0,04 [3]
Йодное число, г/100г	79±4,50	62±4,00	81±2,50	71±0,50	80 [11]
Кислотное число, КОН/г	2,06±0,45	1,78±0,23	3,57±0,33	3,32±0,21	1,5 – 1,6 [3,11]
Массовая доля вла- ги, %	8,34±1,36	18,97±2,54	8,02±0,83	14,65±0,87	19,12 [3]

По данным таблицы 1 отметим следующие результаты:

1) значение перекисного числа внутри обоих цветотипов, а также между ними, выше у восьмимесячных особей, чем у пятилетних. Между цветотипом значения схожи. Согласно данным, результаты ниже статейных данных по Саввиновой М.С. (0,04 г/ 100 I₂) [3], такое значение говорит о свежести продукта;

2) значение йодного числа внутри обоих цветотипов выше у восьмимесячных, чем у пятилетних, а между цветотипами результаты исследования жира от цветотипа Шедоу выше, чем у Вуалевых в обоих возрастах. По данным диссертации Шевченко А.А. [11], результаты работы ниже, либо близки, однако данный показатель говорит о свежести продукта;

3) значение кислотного числа внутри цветотипов выше у восьмимесячных, чем у пятилетних, между цветотипами результаты Шедовых особей преобладают. При сравнении со значением работы вышеперечисленных авторов [3, 11], данные работы выше, однако, согласно иным источникам [6], у промысловых зверей данный показатель может варьироваться от 1,5 до 3,5 КОН/г, выше 3,5 до 5 КОН/г жир является испорченным;

4) значение массовой доли влаги внутри цветотипа выше у пятилетних, чем у восьмимесячных, между окрасами наблюдается повышение значения у

Вуалевых. По данным статьи Саввиновой М.С. [3] значение выше, чем в исследуемой работе.

Выводы. Подкожный жир-сырец изучаемых пушных зверей вида *Vulpes lagopus* [5] исследовался для получения показателей в зависимости от возраста и цветового типа особей. На начальном этапе был проведен ряд экспериментов, в который входило изучение органолептических и физико-химических показателей биоматериала согласно стандартам. По итогу были получены результаты, которые в дальнейшем подвергались сравнению между возрастом и цветотипом. Анализ показателей жировой ткани показал сходство в некоторых показателях внутри обоих цветотипов между возрастными, так, перекисное число в жире шедовых и вуалевых песцов у восьмимесячных выше, чем у пятилетних. Если рассматривать отличительные черты между окрасами, то при сравнении показателей в жире-сырце кислотного и йодного чисел, значения у шедовых песцов выше, чем у вуалевых. Можем отметить, что помимо отличий в биохимии крови и уровнях показателей иных биоматериалов от песцов, жировая ткань также имеет свои отличительные черты, не только по полу и возрасту, но и между цветовыми типами. Данные исследований могут быть применены в ветеринарной медицине, пищевой, косметологической промышленности.

Библиографический список

1. Биохимическая картина крови взрослых песцов разного пола и цветовых окрасов / Ю. А. Березина, М. А. Кошурникова, И. А. Домский, О. Ю. Беспярых // Пермский аграрный вестник. 2015. № 3(11). С. 54–58.
2. Биохимические показатели крови молодняка песцов разных цветовых окрасов / Ю. А. Березина, О. Ю. Беспярых, И. А. Домский [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2011. № 4(12). С. 5–8.
3. Саввинова М. С. Ветеринарно-санитарная оценка мяса и жира песца, добываемого в арктической зоне : сб. материалов внутривуз. науч.-практ. конф. Якутск : Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова , 2019. С. 102–110.
4. Шидловская А. М. Исследование различий органолептических и физико-химических показателей жира песцов по половозрастным признакам // Образование. Наука. Производство : сб. докл. XVI Междунар. молодежного форума, Белгород, 30–31 октября 2024 года. Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2024. С. 151–156.
5. Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/c/pesets-e0a901> (дата обращения 12.04.2025).
6. Физико-химические показатели жиров. URL: https://sudact.ru/law/pravila-veterinarnogo-osmotra-uboinykh-zhivotnykh-i-veterinarno-sanitarnoi/prilozhenie-2/2_2/ (дата обращения 12.04.2025).

7. ГОСТ 25292-2017. Жиры животные топленые пищевые. Технические условия : принят 25.09.2017 ; действ. с 01.01.2019. М., 2019. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/65482/> (дата обращения 12.04.2025).
8. ГОСТ ISO 3961-2020 жиры и масла животные и растительные. Определение йодного числа : принят 28.02.2020 ; действ. с 01.12.2020. М., 2020. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/73886/> (дата обращения 12.04.2025).
9. ГОСТ Р 51487-99. Масла растительные и жиры животные. Метод определения перекисного числа : принят 22.12.1999 ; действ. с 01.01.2001. М., 2004. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/8593/> (дата обращения 12.04.2025).
10. ГОСТ Р 55480-2013. Мясо и мясные продукты. Метод определения кислотного числа : принят 28.06.2013 ; действ. с 01.07.2014. М., 2019. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/54677/> (дата обращения 12.04.2025).
11. Шевченко А. А. Местное применение животных жиров в комплексном консервативном лечении трофических язв и длительно незаживающих ран: специальность 14.00.27 : автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ижевск, 1999. 23 с.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Ультрапрессованный земляной блок для устойчивого строительства зданий

Ав Иссиака Ибрахим, аспирант,
направление подготовки «Строительные материалы и изделия»,
Вятский государственный университет
Юркин Юрий Викторович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедры строительных конструкций и машин,
Вятский государственный университет

Аннотация. Настоящее исследование посвящено актуальной проблеме повышения эксплуатационных характеристик строительных материалов на основе сырцовой земли, что особенно важно в контексте устойчивого развития и экологического строительства. Цель статьи – изучить физико-механическое поведение блоков из прессованной земли. В рамках теоретического подхода был проведен анализ существующих технологий, дополненный экспериментальной частью, включающей лабораторные испытания блоков из земли. Результаты показали, что при прессовании блоков земли значительно улучшаются механические характеристики и водостойкость БПЗ. Было сделано заключение о том, что важным фактором является правильное соотношение земля/вода, а также необходимо учитывать минералогический состав почвы. Представленные данные могут быть применены в проектировании и строительстве энергоэффективных зданий, особенно в регионах с ограниченным доступом к промышленным материалам.

Ключевые слова: прессованные земляные блоки, строительные материалы, устойчивое строительство, сырцовая земля.

Введение. Глина является одним из самых древних и широко используемых строительных материалов в мире. Археологические находки из различных цивилизаций свидетельствуют о её использовании на протяжении многих веков. И по сей день земляные постройки встречаются на всех континентах, и, по оценкам, около трети мирового населения проживает в зданиях, построенных из этого традиционного материала. Такой успех объясняется его местной доступностью, низким экологическим воздействием, а также простотой в использовании, которая не требует ни тяжёлого оборудования, ни сложных технологий.

Однако с экономическим и технологическим развитием последних двух столетий материалы, такие как цемент, известь, битум и сталь, постепенно заменили сырцовую землю в современном строительстве благодаря лучшим механическим характеристикам и долговечности. В условиях современных экологических вызовов, таких как глобальное потепление, дефицит ресурсов и необходи-

мость сокращения выбросов парниковых газов, наблюдается возрождение интереса к природным строительным материалам, малообработанным и возобновляемым. В этом контексте сырцовая земля вновь привлекает внимание как устойчивая и локальная альтернатива традиционным строительным материалам.

Несмотря на многочисленные преимущества – в частности, отличную тепловую инерцию, обеспечивающую комфортный микроклимат в любое время года – сырцовая земля также имеет определённые ограничения, такие как низкая механическая прочность и высокая чувствительность к влаге. Для устранения этих недостатков были разработаны различные традиционные и современные методы, такие как саман, плетёнка с глиной, трамбованная земля, сырцовая кладка, обожжённый кирпич и блоки из прессованной земли (БПЗ). Последние, представляющие собой индустриализированную версию самана, отличаются регулярной формой, повышенной прочностью, ограниченным усадочным изменением и улучшенной устойчивостью к влаге. Таким образом, БПЗ сегодня становятся перспективным решением в области устойчивого строительства, сочетая эффективность, доступность и экологичность [1 – 13].

Методы исследования. Процесс верификации блоков из прессованной земли (БПЗ) на сжатие проводится для оценки их способности выдерживать нагрузку при эксплуатации в строительных конструкциях. Этот процесс включает в себя несколько ключевых этапов:

1. Подготовка образцов

Образцы ВТС готовятся в соответствии с предварительно выбранными рецептурами стабилизации. В процессе производства блоков задается стандартное давление прессования (10,20,100,200 МПа), и они сушатся в естественных условиях в течение 28 дней, что позволяет материалу достичь необходимой прочности.

2. Испытание на сжатие

Для определения прочности на сжатие используются стандартные методы испытаний, такие как EN 1015-11 или ASTM C 67. В ходе испытаний образцы ВТС подвергаются равномерному приложению сжимающей силы до их разру-

шения. Прочность на сжатие измеряется в мегапаскалях (МПа) и фиксируется как максимальная сила, которую может выдержать блок без разрушения.

3. Процедура испытания

– Установка образца: Блоки размещаются на пресс-станке так, чтобы нагрузка распределялась равномерно по всей площади образца.

– Нагрузочная схема: применяется возрастающая нагрузка до тех пор, пока блок не разрушится. При этом записывается сила, при которой происходит первое повреждение, а затем разрушение.

– Анализ результатов: Сопротивление сжатию определяется как максимальная приложенная сила, делённая на площадь поперечного сечения блока. Экспериментальные результаты тщательно регистрируются и анализируются с учётом показателей сопротивления сжатию для каждого образца в зависимости от изменений приложенного давления.

Результаты исследований, их обсуждение. Экспериментальные результаты показывают, что увеличение приложенной нагрузки способствует повышению прочности земляных блоков на сжатие (см. рис. 1). Однако, как показано в исследовании [14], это улучшение наблюдается лишь до определённого порогового значения, после которого прочность начинает снижаться. Такое поведение объясняется внутренними ограничениями самого материала. Кроме того, содержание воды в смеси играет решающую роль в обеспечении её механических свойств. Недостаточное количество воды препятствует получению однородной массы, что снижает сцепление между частицами, приводит к ухудшению механической прочности и способствует образованию трещин. Напротив, избыток воды нарушает плотность материала из-за утечек при прессовании, что также снижает качество готового блока. Кроме того, при использовании почвы с высоким содержанием песка чрезмерное давление может вызвать деформации образца, влияя как на достоверность результатов, так и на стабильность материала.

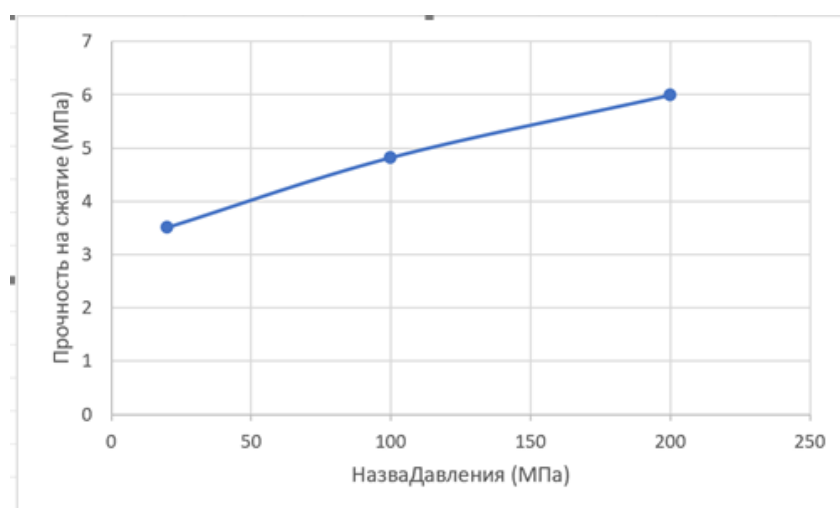


Рисунок 1 Эволюция сопротивления сжатию образцов

Библиографический список

1. Houben H., Guillaud H. Traite de construction en terre. CRATerre, Edition Parenthese. Marseille, France, 2006. 355 p.
2. Houben H., Guillaud H. Earth construction a comprehensive guide. L.: Intermediate Technology, 1994.
3. Rigassi V. Blocs de terre comprimée. Vol. I. Manuel de production, CRATerre- EAG. Braunschweig, Allemagne : Friedrich Vieweg & Sohn, 1995. 104 p.
4. Taallah B. Etude du comportement physico-mecanique du bloc de terre comprimée avec fibre, 2014.
5. Houben H., Rigassi V., Garnier P. Blocs de terre comprimée: équipements de production // CRATerre. Bruxelles, Belgique, 1996. 149 p.
6. Doat P., Hays A., Houben H. et al. Construire en terre. Editions Alternatives et Paralleles, collection An Architecture. Paris, France, 1979. 265 p.
7. Michot A. Caracteristiques thermophysiques de materiaux a base d'argile : evolution avec des traitements thermiques jusqu'a 1400°C. These de Doctorat. Universite de Limoges, France, 2008.
8. Mme Allam nee Boussak Hassina, Mme Chemani Halima. Memoire de these : Effet de la temperature sur les performances des ceramiques contenant la bentonite de Maghnia, 2015.
9. Le Pluart L. Nanocomposites Epoxyde/amine/montmorillonite: Role des interactions sur la formation, la morphologie aux differents niveaux d'echelle et les proprietes mecaniques des re-seaux. These de doctorat de L'Institut National des Sciences Appliquees de Lyon, France, 2002.
10. Caillere S., Henin S., Rautureau M. Mineralogie des argiles. Masson, Tomes 1 et 2. Paris, France, 1982.
11. Benchabane A. Etude du comportement rheologique de melanges argiles – polymeres. Effets de l'ajout de polymeres. These de doctorat de l'ULP de Strasbourg I, France, 2006.
12. Mckenzie R. C. The classification of soil silicates and oxydes // Soil components. Vol. 2. Inorganic components / ed. J. E. Gieseking. N. Y. ; B. ; Heidelberg, 1975.
13. Caillere S., Henin S. La classification des argiles. XXeme congres Geol. Internat., Mexico, 1959.
14. Ultra-compressed earth block stabilized by bio-binder for sustainable building construction / Jiaming Ma, Ahmed Abdelaal, Hongru Zhang et al. // Case Studies in Construction Materials. July 2024.

Модернизация блока коммутации и контроля питания с целью повышения вибрационной прочности

Апатов Константин Юрьевич, канд. техн. наук,
доцент кафедры технологии машиностроения,
Вятский государственный университет
Степанов Алексей Викторович, студент,
направление подготовки «Машиностроение»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Работа выполнялась совместно с ПАО «Кировский завод “Маяк”». Целью было рассмотрение проблемы нехватки вибропрочности конструкции узлов коммутации боевых машин при эксплуатации в тяжелых полевых условиях, выявление основных причин возникновения отказов оборудования по причине недостаточной виброзащищенности, модернизация оборудования с учетом проведенных исследований с целью повышения виброустойчивости.

Разработан электродинамический вибростенд и соответствующая оснастка, предложена методика испытаний узла коммутации на виброустойчивость, проведены соответствующие испытания. Выявлены и устранены причины недостаточно надежного функционирования оборудования при воздействии синусоидальной вибрации.

В результате работы был предложен проект модернизации узла коммутации, обладающего повышенной устойчивостью к синусоидальным вибрациям, обеспечивающего достаточно надежное функционирование машины в заданных эксплуатационных условиях.

Результаты работы могут быть использованы для разработки и модернизации узлов машин, работающих в условиях вибраций.

Ключевые слова: блок коммутации, вибрационная прочность, жесткость конструкции,

Введение. Блок коммутации и контроля питания (БККП) предназначен для выполнения следующих функций: – начальный запуск систем электропитания из «холодного» состояния; индикацию состояния автоматов защиты сети и блокировок; защиту выходных электрических цепей (с выхода БККП до входов потребителей); управление дистанционным включением систем и устройств: прицельной оптико-электронной системы управления; силовыми приводами пусковой установки; блоком автоматики запуска и рядом других систем.

Условием работоспособности блока коммутации по виброустойчивости являются: синусоидальная вибрация (по прочности) с амплитудой ускорения 49 м/с² (5 g) и диапазоном частот 1-500 Гц; механический удар одиночного действия (по прочности) с пиковым ударным ускорением 100 м/с² (10 g), длительностью действия ударного ускорения – 15 мс и 18 ударами по трем осям (6 ударов по каждой оси); – механический удар многократного действия (по

прочности) с пиковым ударным ускорением 100 м/с² (10 g), длительностью действия ударного ускорения – 15 мс и 1000 ударами по трем осям.

Существующая конструкция блока коммутации не обеспечивала указанных выше требований в связи с чем была поставлена задача провести ряд исследований недостаточной виброненадежности и модернизации конструкции блока с учетом их результатов.

Методы исследования. Объектом исследования в данной работе являлся блок коммутации и контроля питания (БККП), модель которого представлена на рисунке 1 (а). Блок коммутации состоит из следующих элементов: 1 – крышка верхняя маленькая; 2 – рама; 3 – панель; 4 – крышка верхняя; 5 – корпус; 6 – крышка нижняя; 7 – плата печатная 1; 8 – плата печатная 2. Корпус изготавливается из алюминиевых деталей, конструкция сварная, простая в изготовлении, позволяет значительно уменьшить затраты на материалы и облегчить общий вес блока. Схемы плат показаны на рис. 1 (б, в).

Для испытания блока коммутации на использовалась виброиспытательная система, показанная на рис. 2. Система состоит из вибростенда, усилителя мощности, и подключенного через контроллер компьютера [1]. Для крепления блока коммутации на вибростенде было сконструировано специальное приспособление. Оснастка состоит из плиты, стоек, двух ребер и груза. Плита крепится к столу вибростенда. Блок устанавливается на стойке. Крепление блока к стойке осуществляется через болты с шайбами и гайками. Приспособление жесткое и безынерционное. Оно не испытывает резонансные колебания, лежащие в рабочем диапазоне часто. Оснастка является универсальной, так как ее можно использовать на пяти стендах для крепления тринадцати различных блоков.

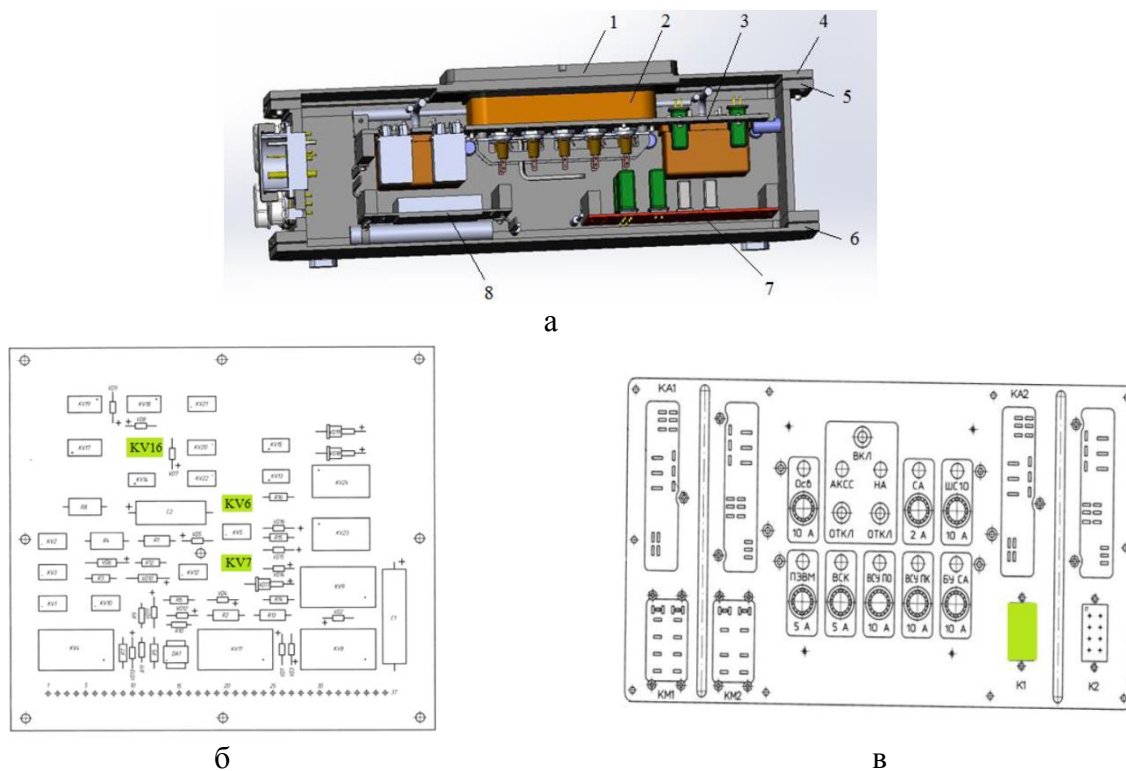


Рисунок 1 – модель блока коммутации (а) схемы плат, входящих в блок коммутации (б, в)

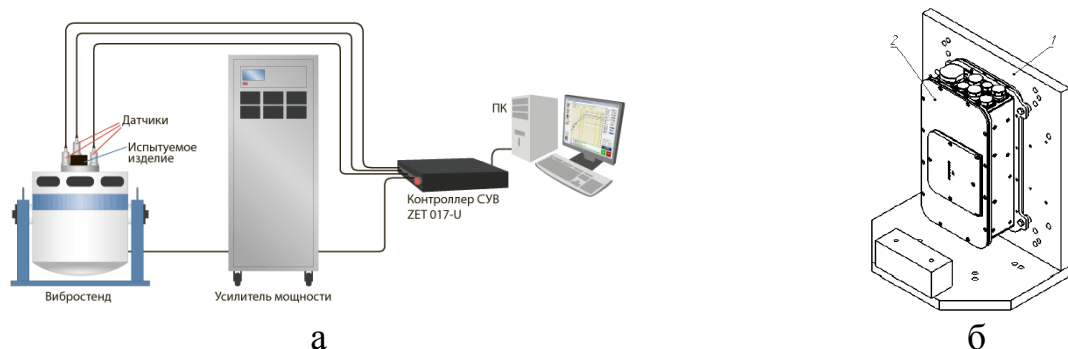


Рисунок 2. Виброиспытательная система и приспособление для установки блока коммутации на вибростенд.

Испытания проводились при следующих условиях [2] (табл. 1)

Таблица 1

Данные для проведения испытаний

Поддиапазон частот, Гц	Частота перехода, Гц	Амплитуда виброперемещения, мм	Амплитуда виброускорения, м/с ²	Время выдержки, ч
5-6,3	25	2,0		1,5
6,3-8		2,0		1,5
8-10		2,0		1,5
10-12,5		2,0		1,5
12,5-16		2,0		1,5
16-20		2,0		1,5
20-25		2,0		1,5

Поддиапазон частот, Гц	Частота перехода, Гц	Амплитуда виброперемещения, мм	Амплитуда виброускорения, м/с ²	Время выдержки, ч
25-31,5			49	1,5
31,5-40			49	1,5
40-50			49	1,5
50-63			49	1,5

Результаты исследований, их обсуждение На основании схемного анализа, проведен замер напряжений на выводах реле KV6, KV7, KV16 в плате 1 (рисунок 1б) и реле K1 в панели (рисунок 1в), а также определено состояние контактных групп в каждом реле (замкнуто – не замкнуто). По результатам данной проверки установлено, что при наличии напряжения на выводах катушки реле KV6 в плате 1 и реле K1 в панели не происходит перемещение контактной группы, что и является причиной выявленного дефекта.

В процессе проведения замеров виброперегрузок на элементах блока было установлено: наличие резонансов в плате и в панели; малая жесткость крепления платы и панели.

Для устранения выявленных недостатков конструкции блока коммутации была проведена модернизация конструкции корпуса как основной несущей детали. Четыре стойки по центру каркаса (рисунок 3 (а)) для крепления панели заменили на две перемычки. Перемычки увеличивают жесткость крепления панели. Также добавили основание (рисунок 3 (б)) которое состоит из двух уголков (показаны зеленым цветом), одного основания, трех втулок (показаны желтым цветом) для увеличения жесткости крепления печатной платы и шести втулок (показаны красным цветом) для поддержания нужной высоты.

Проведенные повторные испытания блока коммутации по указанной выше схеме выявили повышенную жесткость конструкции и отсутствие отказов элементов плат при заданных нагрузках.

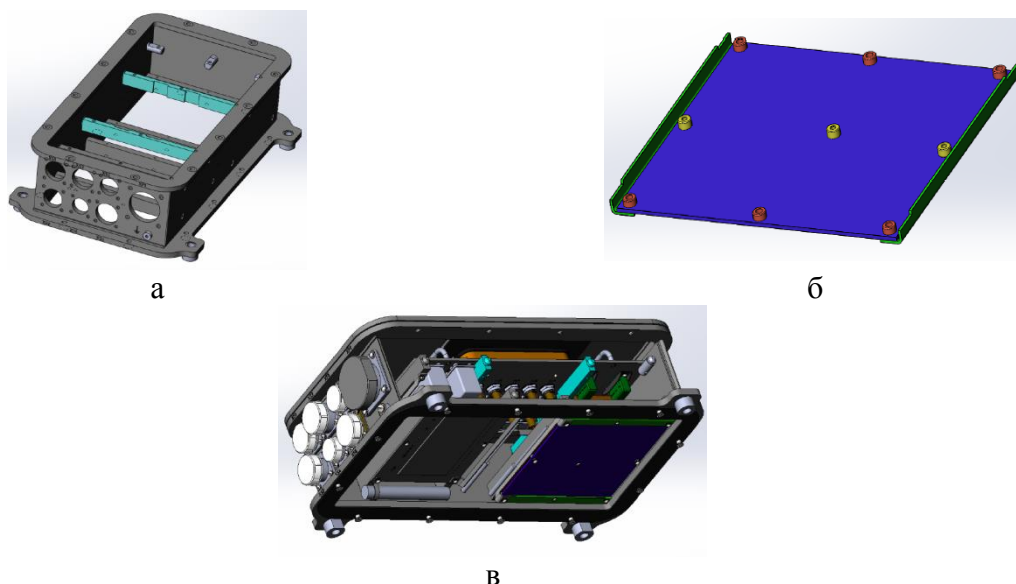


Рисунок 3. Результат модернизации блока коммутации.

Выводы. Таким образом при анализе проблем вибропрочности конструкции блока коммутации и вызванных этим ее отказов было установлено, что причиной неработоспособности БККП при испытаниях на вибропрочность являлись реле, смонтированные на платах блока. Реле выходили из строя из-за наличия резонансов в корпусе изделия, который не обеспечивал необходимую жесткость. Для устранения выявленных нарушений, была увеличена жесткость корпуса, за счет замены стоек на перемычки и добавления основания, которое крепится на плату.

Библиографический список

1. Млицкий В. Д., Беглария В. Х., Дубицкий Л. Г. Испытание аппаратуры и средства измерений на воздействие внешних факторов. М. : Машиностроение, 2003. 567 с.
2. ГОСТ 30630.1.2-99 Методы на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействия вибраций.

Установка для испытания магнитных плит шлифовальных станков

Апатов Константин Юрьевич, канд. техн. наук,
доцент кафедры технологии машиностроения,
Вятский государственный университет
Ташкинов Александр Николаевич, студент,
направление подготовки «Машиностроение»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Работа выполнялась совместно с ОАО ВМП «Авитек». Ее целью работы была разработка методики испытания электромагнитных плит шлифовальных станков при обработке деталей из ферромагнитных материалов, а также разработка конструкции специальной установки для определения удельной силы притяжения электромагнитных плит. Решались следующие задачи: провести анализ типовых конструкций электромагнитных плит шлифовальных станков, разработать методику испытаний на удельную силу притяжения в соответствии с действующими стандартами, предложить оригинальную конструкцию экспериментальной установки для испытаний, сформулировать рекомендации для проведения испытаний в производственных условиях.

Электромагнитные плиты широко применяются в конструкциях шлифовальных станков для установки и крепления обрабатываемых деталей из магнитных материалов при обработке. Однако в процессе эксплуатации, в результате процессов старения и изнашивания, электромагнитная сила, развиваемая плитой, может уменьшаться, что, в свою очередь, приведет к отрыву детали со стола станка в процессе обработки и возможному производственному травматизму. Поэтому важно своевременно определять удельную силу притяжения и при необходимости проводить мероприятия технического обслуживания и ремонта станка.

Сила притяжения определяется путем измерения усилия в момент отрыва цилиндрического образца от плиты. В статье предлагается методика определения сил притяжения магнитных плит в зависимости от класса точности станков, а также конструкция экспериментальной установки, предназначенной для работы с тестовыми образцами до 100 мм. Приведены результаты измерений.

Ключевые слова: электромагнитные плиты, удельная сила притяжения, напряженно-деформированное состояние.

Введение. Магнитные плиты применяются при обработке металлов на станках различного типа. В первую очередь это шлифовальные станки, где применение магнитного способа фиксации позволяет обеспечить максимальный доступ к обрабатываемым поверхностям и исключить их механическое повреждение. Также они используются на фрезерных и токарных станках, при проведении сварочных работ, при сборочных операциях и в других случаях.

Конструкции электромагнитных плит можно разделить на 2 группы: прямоугольные, применяемые на станках с продольным столом (рис. 1а) и круглые, которые используются в конструкциях шлифовальных станков с круглым столом (рис. 1б).

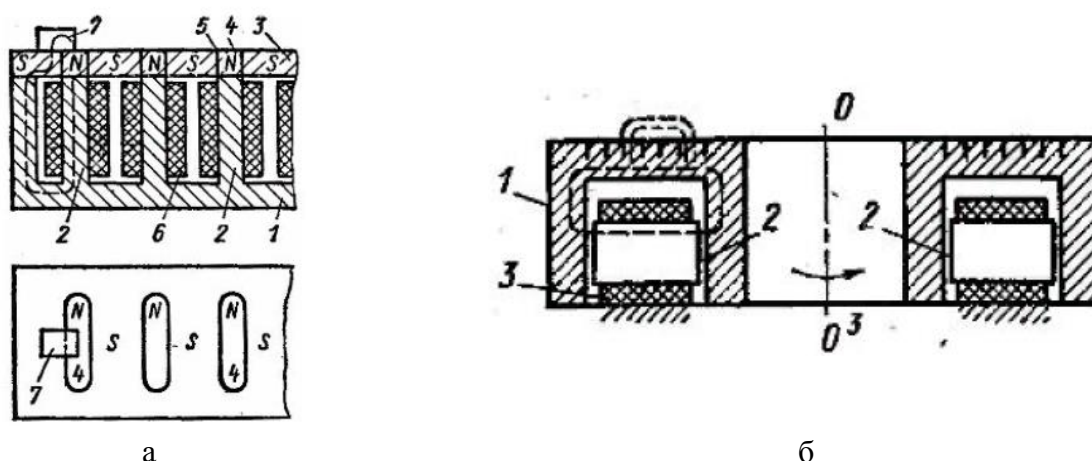


Рисунок 1. Конструкции электромагнитных плит

Общим для конструкции плит является наличие электромагнитов, обеспечивающих притяжение детали из ферромагнитного сплава и, соответственно крепление ее на станке.

Однако недостаточное усилие, развиваемое магнитной плитой, может привести к отрыву детали в процессе шлифования под действием сил резания. Что в свою очередь может привести к появлению случаев производственного травматизма.

Таким образом перед началом эксплуатации и затем периодически в процессе эксплуатации необходимо определять значение удельной силы притяжения, при котором произойдет отрыв детали, путем проведения соответствующих испытаний. Для этого нужно решить следующие задачи: разработать методику для испытания электромагнитных плит на удельную силу притяжения; разработать конструкцию установки для испытания электромагнитных плит на удельную силу притяжения; провести силовой анализ предлагаемой конструкции установки; сформулировать рекомендации по проведению испытаний в производственных условиях.

Методы исследования. Предлагаемая методика определения удельной силы притяжения разработана в соответствии с ГОСТ 30273-98 [1]. Силу притяжения определяют в момент отрыва испытательного образца от рабочей поверхности плиты. Рабочая поверхность плиты не должна иметь следов коррозии, раковин, вмятин, заусенцев или других дефектов поверхности. Параметры шероховатости рабочей поверхности плиты – $Ra \leq 1,25$ мкм по ГОСТ 2789. Ма-

териал для изготовления испытательного образца испытательной детали – Сталь 10 по ГОСТ 1050. Чертеж образца приведен на рисунке 2 (а). Схема измерения представлена на рис. 2(б, в). Диаметр испытательных образцов D1 принимался равным 15; 25; 35; 50; 70; 100 мм.

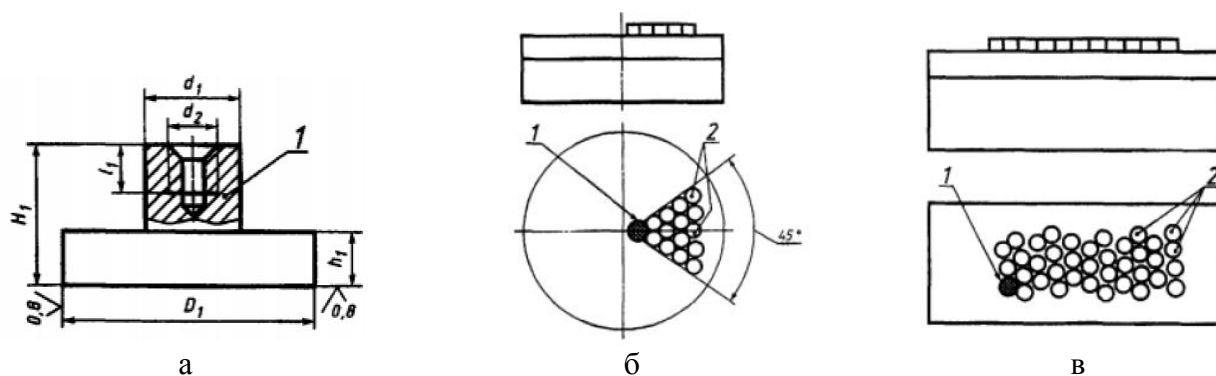


Рисунок 2. Конструкция испытательного образца (а) и схема испытаний для круглой плиты (б); для прямоугольной плиты (в)

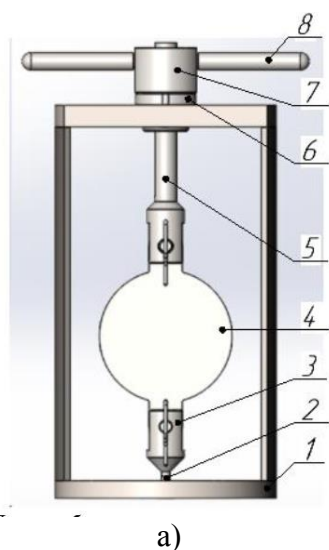
Удельную силы притяжения магнитной плиты определяли по формуле 1:

$$P_y = 1,27P/D^2, \quad (1)$$

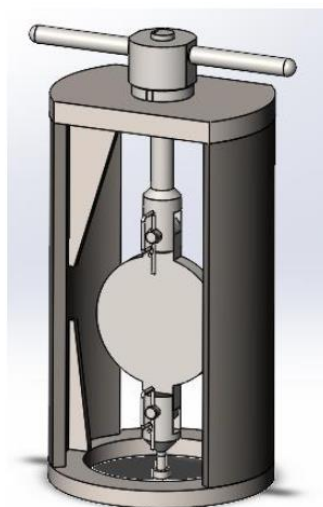
где P – усилие отрыва экспериментального образца, Н

D – диаметр экспериментального образца, см.

Для проведения испытаний была поставлена задача спроектировать установку, схема которой приведена на рис. 3.



а)



б)

Рисунок 3 – Установка для испытания магнитных плит: а – конструктивная схема, б – 3D модель

Установка состоит из корпуса 1, в котором закреплен винт 5, имеющий возможность вращения от рукоятки 8 через гайку 7. Усилие отрыва образца 2 фиксируется электронным динамометром 4, установленным на винте с помощью вилок 3. Для данной установки использовался электронный динамометр ДОУ-3-5И, выбор которого обусловлен его небольшими размерами, достаточной точностью, а также возможностью фиксировать силу в момент отрыва экспериментального образца от магнитной плиты.

Установка работает следующим образом: образец 2 зажимается вилкой 3 и установка нижней плоскостью ставится на магнитную плиту шлифовального станка. Затем вручную вращают рукоятку 8. Винт 5, вращаясь по резьбе, перемещается вверх и стремится оторвать экспериментальный образец от плиты станка. Развиваемое усилие фиксируется динамометром. При достижении определенного значения силы происходит отрыв образца от плиты. Значение силы отрыва фиксируется динамометром и остается на табло.

Так как при испытаниях с использованием образцов большого диаметра усилия отрыва могут быть значительными, было необходимо произвести силовой расчет установки с целью определения запаса прочности, а также величины возникающих в процессе напряжений и деформаций. Расчеты напряженного состояния выполнялись в системе SOLID WORKS Simulation. Схема нагружения установки показана на рис. 4 (а).

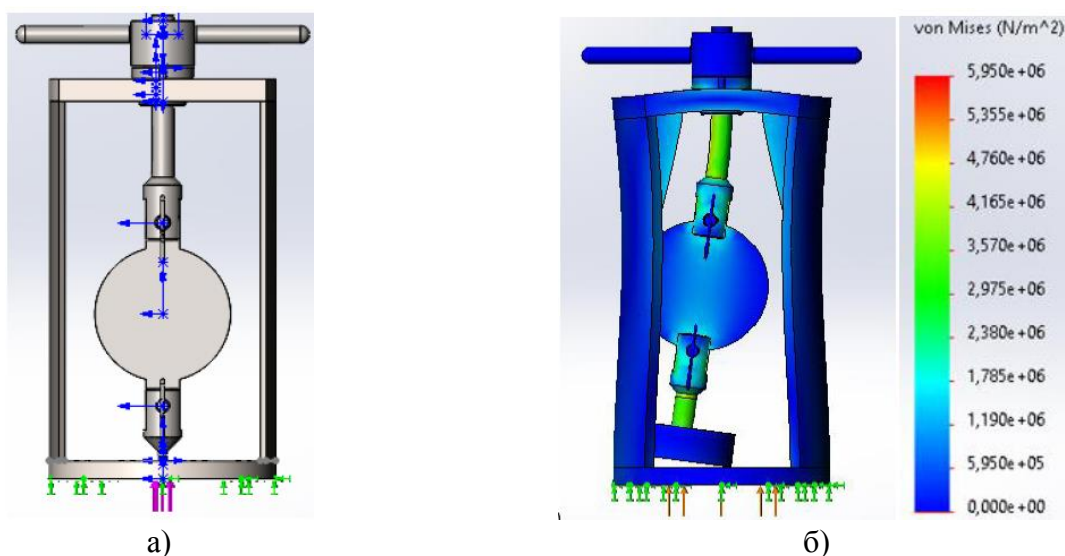


Рисунок 4. Схема нагружения установки в процессе испытаний (а), результаты моделирования для максимального значения силы отрыва $F=4724$ Н (б).

Результаты исследований, их обсуждение. По результатам моделирования можно сделать вывод, что максимальное напряжение по Мизесу 5,9 Н/м² конструкция испытывает при диаметре испытуемого образца 100 мм, плиты класса точности Н и усилия отрыва F=4724,4 Н. В конструкции установки возможны некоторые незначительные упругие деформации корпуса, не приводящие к потере работоспособности. При меньших диаметрах экспериментальных образцов они исчезают полностью.

По результатам проведенных заводских испытаний с использованием разработанной установки было получены следующие значения усилий отрыва образцов в зависимости от класса точности станка (табл. 1).

Таблица 1

Усилия отрыва экспериментальных образцов

Диаметр образца, мм	Усилие отрыва для плит класса точности, Н/см ²				
	Н	П	В	А	С
15	106,3	88,6	70,9	53,2	35,4
25	295,3	246,1	196,9	147,6	98,4
35	578,8	482,3	385,8	289,4	192,9
50	1181,1	984,3	787,4	590,6	393,7
70	2315	1929,1	1543,3	1157,5	771,7
100	4724,4	3937	3496	2362,2	1574,8

Таким образом магнитная плита может считаться годной если она развивает силы притяжения не менее указанных в таблице в зависимости от размеров закрепляемых деталей. Если отрыв образца произойдет при меньшем усилии, то требуется техническое обслуживание или ремонт станка, т. к. возможен отрыв детали при обработке.

Выводы. Таким образом была разработана методика для испытания электромагнитных плит на удельную силу притяжения, предложена конструкция установки для испытания и проведен ее силовой анализ, получены предельные значения сил отрыва, при которых магнитная плита может считаться работоспособной.

Библиографический список

1. ГОСТ 30273-93. Плиты круглые и прямоугольные электромагнитные. Общие технические условия. Введ. 2001-01-01. М. : Изд-во стандартов, 2001. 16 с.

Актуальность применения BIM-технологии при проектировании электроснабжения объектов

Бакшаева Наталья Сергеевна, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры электроснабжения,

Вятский государственный университет

Бельтюков Александр Юрьевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена растущими требованиями к проектированию систем электроснабжения. Традиционные методы проектирования на основе 2D-чертежей уже не отвечают современным запросам, что делает внедрение BIM-технологий ключным направлением. Цель статьи – выявить преимущества BIM-технологий при проектировании систем электроснабжения над классическими методами. Для изучения данной темы был произведен анализ литературных источников и проанализирован собственный опыт использования BIM-технологий при проектировании системы электроснабжения физкультурно-оздоровительного комплекса. Результаты исследования показали, что BIM-технологии позволяют обеспечить высокую точность проектирования за счет 3D-моделирования объекта, исключить ошибки взаимодействия между специалистами, уменьшить сроки проекта за счет автоматизации расчетов и формирования смет. Выводы подтверждают, что BIM-технологии повышают качество и скорость проектирования. Область применения результатов включает проектирование систем электроснабжения гражданских, промышленных объектов, а также координацию специалистов разных направлений.

Ключевые слова: BIM, проектирование электроснабжения объектов.

Введение. BIM (Building Information Modeling) – построение информационной модели объекта. Использование BIM при проектировании электроснабжения различных объектов обеспечивает объединении всех необходимых данных: от характеристики электроприемников и их фактическое размещение на объекте до материала стен и фундаментов. Это позволяет создать единую цифровую модель, которая дает возможность произвести более качественное проектирования системы электроснабжения без необходимости использования огромного количества чертежей. Также упрощается процесс сотрудничества между проектировщиками разных профилей.

Актуальность исследования применения BIM-технологии при проектировании объектов электроснабжения обусловлена современными требованиями к эффективности, автоматизации, точности проектирования, оптимизации ресурсов, упрощению и снижению количества ошибок.

Объектом исследования данной статьи являются BIM-технологии, применяемые для информационного моделирования объектов. Предметом исследова-

ния – преимущества, которые дает применение BIM-технологий при проектировании систем электроснабжения по сравнению с традиционными методами.

Главная цель данной статьи – обосновать преимущество использования BIM-технологий при проектировании систем электроснабжения по сравнению с традиционными методами (2D-чертежи, ручные расчеты). В статье поставлены и решены следующие задачи:

1. Показать, за счет чего при применении BIM-технологий повышается точность проектирования систем электроснабжения.

2. Обосновать, что применение BIM-технологий минимизирует влияние человеческого фактора.

3. Обосновать, что применение BIM-технологий существенно упрощает процессы эксплуатации и увеличивает срок службы объекта.

Ведущий подход. Для изучения данной темы был произведен анализ литературных источников [1, 2], научных статей, практического руководства пользователя Renga [1]. Для углубленного изучения данной темы был просмотрен и проанализирован курс «BIM-Факультет 2024» от компании АСКОН.

Также был проанализирован собственный опыт проектирования системы электроснабжения физкультурно-оздоровительного комплекса в ходе написания выпускной квалификационной работы.

Результаты исследования, и их обсуждение. Электроснабжение играет ключевую роль в обеспечении функциональности любого объекта. С каждым годом требования к электроснабжению растут: повышается мощность потребляемой энергии, вводятся новые технологии, такие как автоматизация и интеллектуальные системы управления. Проектирование с помощью огромного количества чертежей, смет и согласований уже не отвечает требованиям качественного и быстрого проектирования. Современной технологией позволяющей уйти от чертежей и смет является BIM (Building Information Modeling).

BIM – это процесс построения информационной модели, которая содержит в себе всю информацию (Рис. 1). Для проектировщика системы электроснабжения больше не нужно изучать чертежи или связываться с архитектором

вся информация о геометрии здания и помещений, материалов и их свойств уже находятся в цифровой модели. И это лишь одно из достоинств BIM.



Рисунок 1. Создание информационной модели объекта.

Системы электроснабжения являются разветвлёнными и содержат множество взаимосвязанных элементов. В связи с этим проектировщику, если он не использует BIM-технологии, требуется создать большое количество чертежей для передачи всей необходимой информации, что, в свою очередь, увеличивает вероятность ошибок. С использованием BIM-технологий эта проблема решается автоматически благодаря представлению объекта в 3D-формате, что позволяет точно размещать все элементы в пространстве (Рис. 2, 3).

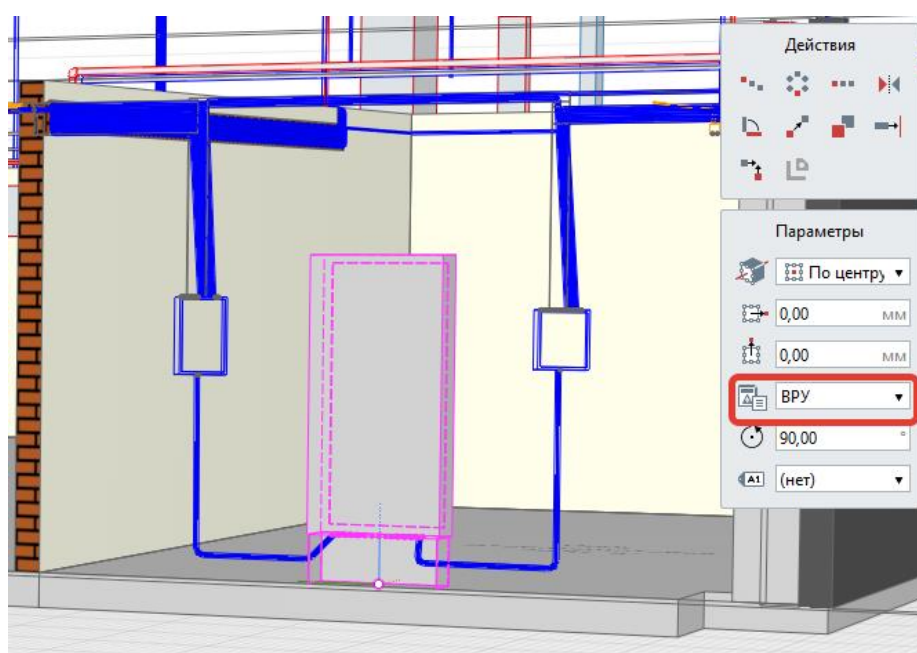


Рисунок 2. Визуализация ВРУ и распределительных щитов в помещении электрощитовой.

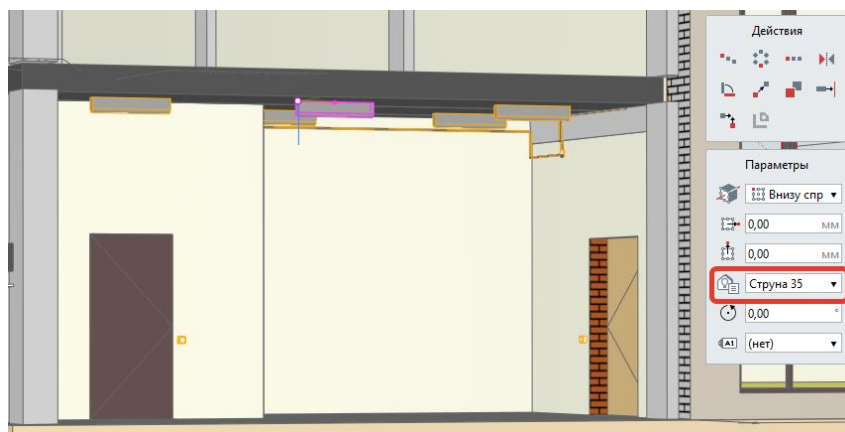


Рисунок 3. Визуализация размещения светильников и осветительной сети.

Также одним из ключевых преимуществ BIM-технологии является автоматический поиск ошибок проектирования. Например, у каждого провода или кабеля изготовителем указан минимальный радиус изгиба. При меньшем радиусе проводники повреждаются и в будущем это участок может стать местом возникновения пожара. Программы BIM проектирования исключают возникновения этой ошибки и предупреждают оператора о необходимости перестройки трассы.

Несо согласованность проектировщиков различных специальностей является одной из главных причин длительной разработки проекта, что обусловлено сложностью визуализации объектов на разных высотах в 2D-чертежах. С внедрением BIM исчезают проблемы согласования различных систем объекта. Программа автоматически выявляет коллизии не только элементов одной системы, но и элементов различных систем. Например, благодаря поиску коллизий, было найдено пересечение системы электроснабжения и системы вентиляции, что позволило сразу решить данную проблему (Рис. 4).

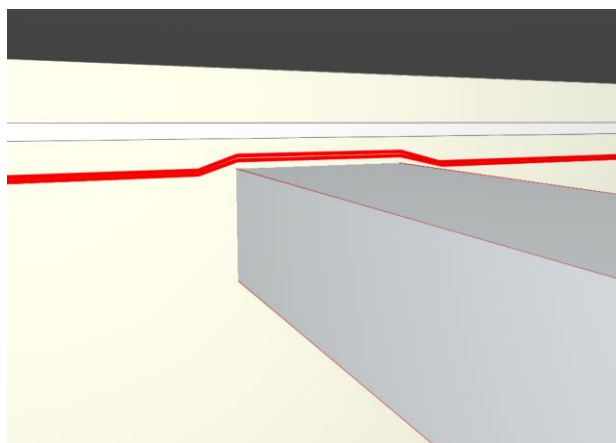


Рисунок 4. Визуализация совместной работы разных специалистов.

	Марка проводника	Длина, м
1	Марка проводника	Длина, м
2	ВВГнг-LS 5х16	4,11
3	ВВГнг-LS 5х1,5	123,09
4	ВВГнг-LS 3х1,5	4 109,34
5	ВВГнг-LS 2х1,5	70,39
6	ВВГнг-LS 4х1,5	127,55
7	ВВГнг-LS 4х2,5	228,87
8	ВВГнг-LS 3х2,5	74,47
9	ВВГнг-LS 5х6	156,17
10	ВВГнг-LS 5х2,5	72,28
11	ВВГнг-LS 5х4	120,53

	Стиль осветительного прибора	Количество
1	Наименование спецификации	
2	Марка	Количество
3	Струна 35	281
4	Струна 24	132
5	ТАБ	22
6	Табло Выход	33
7	Титан	14
8	КЭДР	72

Рисунок 5. Автоматически созданные сметы.

Подсчет количества необходимых материалов также значительно замедляет процесс разработки проекта. При применении BIM-технологий в конце разработки в информационной модели хранится вся информация об используемых элементах и материалах, что позволяет составить смету за считанные минуты без привлечения проектировщика (Рис. 5).

Выводы. В ходе проведенного исследования сделаны выводы, что применение BIM-технологий при проектировании электроснабжения объектов дает следующие преимущества.

1. Повышается точность проектирования. Создание подробных трехмерных моделей, которые включают в себя все элементы электрооборудования и сети, позволяет практически исключить ошибки из-за несогласованности сведений.

2. Улучшается координация проектных работ. BIM позволяет избежать нестыковок между различными инженерными системами, обеспечивая единую платформу для взаимодействия всех участников.

3. Повышение надежности диагностики и эксплуатации. BIM предоставляет данные о системе электроснабжения объекта, что позволяет пользователям в режиме реального времени отслеживать работу систем электроснабжения, оперативно получать данные о любых отклонениях в работе системы и оперативно устранять возникшие неполадки.

Библиографический список

1. Практическое руководство пользователя Renga. URL: -https://manual.rengabim.com/podgotovka_k_bim_proektirovaniyu.html?ms=AAAAAAAA&st=MA%3D%3D&sct=MA%3D%3D&mw=NDaw (дата обращения 02.02.2025).

2. Как эффективно управлять проектами электроснабжения с использованием BIM-технологий. URL: <https://energy-systems.ru/main-articles/proektirovanie-elektriki/kak-effektivno-upravlyat-proektami-elektrosnabzheniya-s-ispolzovaniem-bim-tehnologiy> (дата обращения 02.02.2025).

Применение искусственного интеллекта в управлении цифровыми подстанциями

Бакшаева Наталья Сергеевна, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры электроснабжения,
Вятский государственный университет

Грязев Александр Александрович, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Цифровизация энергетической отрасли является актуальной задачей в условиях повышения требований к надёжности, гибкости и эффективности функционирования электроэнергетических объектов. Одним из ключевых элементов современной энергосистемы становится цифровая подстанция (ЦПС), в архитектуру которой интегрируются технологии искусственного интеллекта (ИИ). Цель статьи – исследование направлений применения ИИ в управлении цифровыми подстанциями на различных этапах жизненного цикла электроэнергии: этапе генерации, передачи, распределения и энергосбыта. Ведущий подход исследования – теоретический анализ существующих архитектур ЦПС и возможностей интеграции ИИ, выполненный на основе литературного и аналитического обзора. В результате выявлены основные области применения ИИ: интеллектуальная диагностика оборудования, прогнозирование выработки ВИЭ, автоматизация проектирования, кибербезопасность и клиентский сервис. Сделаны выводы о том, что применение ИИ позволяет повысить надёжность электросетей, оптимизировать эксплуатационные процессы и снизить затраты. Полученные результаты могут быть использованы при разработке интеллектуальных систем управления подстанциями, внедрении программных решений в энергетику, а также в образовательную и исследовательскую деятельность.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровая подстанция, энергетика, автоматизация.

Введение. Цифровая подстанция представляет собой высокотехнологичный объект, в основе которого лежит использование цифровых устройств и протоколов для реализации функций релейной защиты, автоматики, учёта, мониторинга и управления. Архитектура ЦПС строится на многоуровневой структуре: уровень процесса, уровень защиты и управления, и уровень станции (Рис. 1). Уровень процесса включает цифровые измерительные трансформаторы и устройства сбора данных. Уровень управления представлен интеллектуальными электронными устройствами (IED), осуществляющими логическую обработку сигналов. На уровне станции осуществляется диспетчерский контроль и связь с внешними системами управления.

Объектом исследования являются цифровые подстанции, а предметом – применение технологий искусственного интеллекта в их управлении. Вопросы архитектуры и функционирования ЦПС достаточно подробно освещены в

научной литературе, однако аспекты интеграции ИИ в инфраструктуру подстанций требуют дальнейшего анализа и систематизации.

ЦПС характеризуются высоким уровнем интеграции информационных и энергетических технологий. Это не просто модернизированные подстанции, а целостные программно-аппаратные комплексы с гибкой архитектурой, способной адаптироваться к изменяющимся требованиям отрасли и нормативной базы.

Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения надёжности, устойчивости и эффективности работы энергосистем в условиях цифровизации, роста объёмов данных и увеличения доли ВИЭ. Основная проблема заключается в отсутствии единой методологии по внедрению ИИ в разные уровни архитектуры ЦПС – от проектирования до эксплуатации.

Цель исследования – проанализировать направления и эффект от применения технологий ИИ в управлении ЦПС.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Определить ключевые области применения ИИ в электроэнергетике.
2. Проанализировать направления и возможности применения ИИ в управлении ЦПС.

Методы исследования. Для изучения данной темы был произведен анализ литературных источников [1-5], научных статей. Метод исследования – теоретический анализ архитектуры ЦПС и направлений интеграции ИИ.

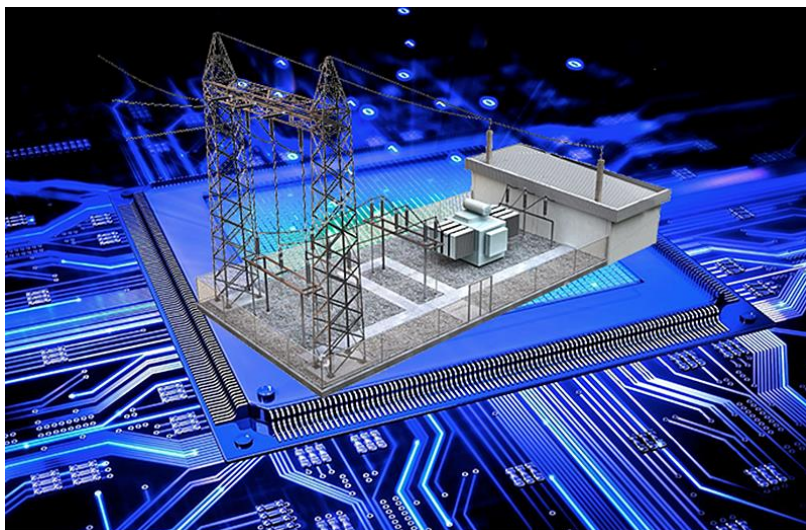


Рисунок 1. Типовая архитектура цифровой подстанции.

Результаты исследования. *Применение ИИ в генерации электрической энергии.* На этапах генерации ИИ применяется для интеллектуального управления основными производственными процессами. В частности, на тепловых электростанциях используются нейросетевые алгоритмы для оптимизации процесса сжигания топлива. Эти системы в реальном времени анализируют параметры работы котлоагрегатов, выдавая рекомендации по изменению режимов с целью повышения КПД и снижения выбросов. Например, система, внедрённая на Новолипецком металлургическом комбинате, позволила достичь экономического эффекта в 3 млн рублей в месяц [1].

Следует отметить, что технологии искусственного интеллекта включают в себя не только нейросетевые модели, но и более простые алгоритмы машинного обучения, методы обработки естественного языка, а также экспертные системы, которые способны адаптироваться к текущим условиям и предлагать оптимальные сценарии действий в системах управления подстанциями.

На объектах ВИЭ ИИ используется для прогнозирования выработки с учётом погодных условий. Благодаря анализу метеоданных и исторических показателей выработки, системы предсказывают уровень генерации с высокой точностью. Так, точность прогноза солнечной генерации увеличивается до 30%, а ветрогенерации – с ошибкой не более 1,05%.

Следует отметить, что технологии искусственного интеллекта включают в себя не только нейросетевые модели, но и более простые алгоритмы машинного обучения, методы обработки естественного языка, а также экспертные системы, которые способны адаптироваться к текущим условиям и предлагать оптимальные сценарии действий в системах управления подстанциями [2].

ИИ в передаче и распределении электроэнергии. На этапах передачи и распределения ИИ применяется для мониторинга состояния оборудования, раннего выявления дефектов и автоматического реагирования на отклонения. ИИ помогает реализовать интеллектуальную диагностику трансформаторов, разъединителей, линий электропередачи и оборудования РЗА. Примером служит опыт группы компаний «Россети», где ИИ обеспечивает анализ логов с

цифровых устройств и своевременное выявление неисправностей. Это снижает количество аварий и сокращает время отключений.

Следует отметить, что технологии искусственного интеллекта включают в себя не только нейросетевые модели, но и более простые алгоритмы машинного обучения, методы обработки естественного языка, а также экспертные системы, которые способны адаптироваться к текущим условиям и предлагать оптимальные сценарии действий в системах управления подстанциями.

ИИ также используется в проектировании ЦПС. Он позволяет автоматизировать процесс подбора конфигурации шкафов, интерфейсов и протоколов связи, обеспечивая соответствие международным стандартам (в частности, IEC 61850). Кроме того, ИИ способствует обнаружению несанкционированных подключений, фальсификаций показаний приборов учёта и технических потерь в сетях [3, 4].

Цифровые подстанции характеризуются высоким уровнем интеграции информационных и энергетических технологий. Это не просто модернизированные подстанции, а целостные программно-аппаратные комплексы с гибкой архитектурой, способной адаптироваться к изменяющимся требованиям отрасли и нормативной базы.

В сфере энергосбыта ИИ помогает прогнозировать потребление и ценовые тренды на оптовом и розничном рынках. Используются сложные нейросетевые модели, учитывающие погодные, экономические и поведенческие факторы. Такие системы уже применяются в крупных энергосбытовых компаниях и обеспечивают более точное планирование закупок энергии и тарификации [1, 2].

ИИ также внедряется в клиентское обслуживание. Применяются чат-боты и голосовые ассистенты, способные вести диалог, обрабатывать запросы потребителей, напоминать об оплате и приёме показаний. В компании «Атомэнергосбыт» внедрена система, основанная на платформе Naumen, обеспечивающая гибридное обслуживание: обращения обрабатываются как ботами, так и операторами. Это повышает качество сервиса и снижает нагрузку на контакт-центры [5].

Использование ИИ в управлении цифровыми подстанциями позволяет перейти к модели обслуживания, где система сама предсказывает неисправности и рекомендует действия. Это значительно увеличивает надёжность сетей,

снижает затраты и повышает прозрачность работы энергетических объектов. Российские компании уже начали активную реализацию проектов, где ИИ и ЦПС объединяются в единый интеллектуальный контур управления.

Цифровые подстанции характеризуются высоким уровнем интеграции информационных и энергетических технологий. Это не просто модернизированные подстанции, а целостные программно-аппаратные комплексы с гибкой архитектурой, способной адаптироваться к изменяющимся требованиям отрасли и нормативной базы.

Среди перспективных направлений – развитие отечественных программных платформ ИИ, стандартизация цифровых решений и интеграция систем ИИ в диспетчерские центры. Всё это будет способствовать созданию надёжной, адаптивной и устойчивой энергетики будущего.

Выводы. В ходе проведенного исследования сделаны следующие выводы.

1. Выявлены основные области применения ИИ в электроэнергетике: интеллектуальная диагностика оборудования, прогнозирование выработки ВИЭ, автоматизация проектирования, кибербезопасность и клиентский сервис.

2. Применение ИИ в управлении ЦПС позволяет управлять большими объёмами данных и их аналитикой, повысить надёжность электросетей, оптимизировать эксплуатационные процессы, снизить затраты, повысить безопасность персонала и энергетических объектов.

Библиографический список

1. Кирилычев И. А. Преимущества использования искусственных нейронных сетей в прогнозировании энергопотребления и цен на электрическую энергию // Молодой ученый. 2022. № 18 (413). С. 72–73. URL: <https://moluch.ru/archive/413/91242/> (дата обращения: 12.04.2025).

2. Бершадский И. А., Джура С. Г., Чурсинова А. А. Использование искусственного интеллекта для прогнозирования электропотребления энергосбытовой компании // Системы анализа и обработки данных. 2020. № 4 (80). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-dlya-prognozirovaniya-elektropotrebleniya-energobytovoy-kompanii> (дата обращения: 10.04.2025).

3. Цифровая подстанция – важный элемент интеллектуальной энергосистемы. URL: https://www.ruscable.ru/article/ruscable/Tsifrovaya_podstantsiya_vazhnyj_element_intellektualnoj_energostej/ (дата обращения: 12.04.2025).

4. ГОСТ ИЕС 61850-1-2014. Оборудование информационных технологий. Требования безопасности : принят 30.07.2014, действ. с 01.09.2015. М., 2015. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/59120?ysclid=m9mgawp3uf230788966> (дата обращения: 10.04.2025).

5. Массель Л. В. Современный этап развития искусственного интеллекта (ИИ) и применение методов и систем ИИ в энергетике // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2021. № 4 (24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremenny-etap-razvitiya-iskusstvennogo-intellekta-ii-i-primenenie-metodov-i-sistem-ii-v-energetike> (дата обращения: 10.04.2025).

Виброизоляционные материалы для железнодорожных путей

Барбаков Николай Сергеевич, аспирант,
направление подготовки «Строительные материалы и изделия»,
Вятский государственный университет

Юркин Юрий Викторович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой строительных конструкций и машин
Вятский государственный университет

Аннотация. Современная урбанизация и развитие транспортной инфраструктуры приводят к увеличению уровня вибраций и шума в городах. Одним из основных источников таких вибраций являются рельсовые пути. Цель статьи – изучение использования полиуретана в строительстве и инфраструктуре: современный обзор. В этой статье рассматривается современная опубликованная литература о полиуретане и его применении в строительстве и инфраструктуре с точки зрения технических характеристик, защитных покрытий, а также для усиления и модернизации конструктивных элементов с помощью полиуретана. Основным результат – возможность использования резиновых матов, изготовленных из переработанных шин, которые укладываются под слой балласта для смягчения негативных последствий ударных нагрузок. Для решения проблемы по увеличению уровня вибраций и шума предлагается использовать виброизоляцию рельсовых путей с помощью специализированных материалов. Область применения результатов: чтобы избежать чрезмерных вибраций, в железнодорожных конструкциях используется широкий спектр изделий в виде подкладок под рельсы, подстилок, плавающих подстилок, подкладок под шпалы и балластных подстилок.

Ключевые слова: виброизоляционные материалы, полиуретан, железнодорожные конструкции, резина, шины.

Введение. Описание объекта и предмета исследования: железные дороги обеспечивают более быстрый и надёжный транспорт для людей. Современная урбанизация и развитие транспортной инфраструктуры приводят к увеличению уровня вибраций и шума в городах. Одним из основных источников таких вибраций являются рельсовые пути: железные дороги, метро и трамвайные линии. Вибрации от движения поездов и трамваев могут вызывать дискомфорт у жителей близлежащих зданий, снижать качество жизни и даже негативно влиять на здоровье.

Среди виброизоляционных материалов полиуретан занимает лидирующие позиции благодаря своим выдающимся механическим свойствам. К ним относятся высокая способность к растяжению, поглощению энергии, устойчивость к агрессивным средам, термическая стабильность, химическая стойкость, простота использования, экономичность, долговечность и экологичность.

Целью и задачами исследования является возможность использования резиновых матов, которые укладываются под слой подрельсового основания

для смягчения негативных последствий динамических нагрузок, вызванных движением поездов.

Ведущий подход (для теоретического исследования) в данной статье направлен на проведение литературного обзора потребности в виброизолирующих материалах для железнодорожных путей.

Подрельсовое основание представляет собой ключевой несущий слой, состоящий из каменистых пород, уложенных под шпалы и вокруг них. Он обеспечивает структурную поддержку против динамических нагрузок, вызванных движением поездов. Однако при больших динамических нагрузках, создаваемых тяжеловесными и высокоскоростными поездами, износ подрельсового основания становится значительным. Это влияет на устойчивость железнодорожного полотна и требует частого технического обслуживания, тем самым увеличивая стоимость жизненного цикла железнодорожной сети.

Чтобы избежать чрезмерных вибраций, в железнодорожных конструкциях используется широкий спектр изделий в виде подкладок под рельсы, подстилок, плавающих подстилок, подкладок под шпалы и балластных подстилок.

В последние годы стали использовать упругие мягкие прокладки (демпфирующие маты) над балластным слоем (т. е. под шпалой) и под балластным слоем (т. е. под балластным матом). В настоящее время исследования эластичных матов в основном ограничиваются снижением вибрации и шума.

В 2017 году в Испании было проведено исследование в рамках европейского проекта, целью которого была разработка эластомерного «экологичного» материала на основе изношенных шин. Это материал, специально разработанный для изготовления антивибрационных матов, которые используются под балластными железнодорожными путями или под бетонными плитами для предотвращения или уменьшения передачи вибрации через грунт.

В Южной Корее был исследован срок службы полиуретановых рельсовых подкладок в 2020 году, используемых на городских железных дорогах, с помощью испытаний на статическую жёсткость, термических ускоренных испытаний на усталость и термических испытаний на многократную нагрузку. Для

прогнозирования срока замены использовались коэффициент ускорения и зависимость между временем использования и количеством циклических нагрузок.

Исследование с целью разработать материал термопластичный и оценить его влагостойкость и механические свойства было проведено в 2021 году в Китае.

Суровые погодные условия (такие как сильный снегопад, ливень, метель и палящее солнце) и значительная вибрация при высокой транспортной нагрузке приводят к быстрому разрушению гидроизоляционного слоя на высокоскоростных железных дорогах. По мере увеличения срока службы конструкционного слоя различные дефекты основания, такие как пучение грунта, неравномерная осадка и морозное пучение, вызванные проникновением воды, угрожают безопасности движения на железной дороге. В этом исследовании предлагалось применение материалов TPU/WRP (термопластичного полиуретана/натурального каучука) в качестве водонепроницаемого уплотнительного слоя на высокоскоростных железных дорогах. Были оценены механические и водонепроницаемые свойства материалов и подтверждена целесообразность использования TPU/WRP в качестве основания на высокоскоростных железных дорогах в условиях динамической и статической нагрузки».

По результатам лабораторных испытаний на устойчивость к суровым условиям окружающей среды в рамках проекта «Инновационные решения для защиты людей и зданий от вибраций, вызванных железнодорожным транспортом» в 2022 году в Польше были предложены «критерии оценки устойчивости» виброизоляторов «к суровым условиям окружающей среды, протестированных в соответствии с новым стандартом EN 17282» [11].

В декабре 2021 года в Колумбии проведены исследования по производству гибкой плитки из резиновых порошков, полученных из отходов автомобильных шин, с использованием полиуретановой смолы в качестве связующей матрицы.

Рост спроса на новые автомобили привели к невероятному и неконтролируемому увеличению количества отходов в виде изношенных шин. Университетом Антиокии в Колумбии проведен анализ количества шин. «Ежегодно производится более 1,4 миллиона новых шин, а на свалках по всему миру находится более 4 миллиардов шин». «Большая часть шин и отходов от их производ-

ства производится в Китае (около 60 % от общего мирового производства), США и Европе» [8].

Сжигание и захоронение отходов из шин на полигонах как традиционные методы утилизации полимерных отходов имеют ряд недостатков, таких как образование пыли, выбросы дыма и токсичных газов в атмосферу, а также загрязнение подземных водных ресурсов. Таким образом, с точки зрения энергопотребления и экологических проблем, переработка полимеров является одним из наиболее эффективных способов обращения с этими отходами. Так как естественное разложение резины занимает очень много времени, вплоть до 100 лет.

Вопрос переработки шин имеет большое значение. Сначала шины разрезают, измельчают и подвергают термической обработке. При механическом измельчении образуются частицы резины разного размера: порошок, гранулы, волокна или крошка. Рынок вторичной переработки шин еще не освоен.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы: эластомерные маты на основе переработанной резины показали хорошие результаты в проведенных испытаниях, поэтому их следует рассматривать как эффективные и долговечные виброизоляторы, которые можно использовать для защиты людей и окружающей среды от шума и вибрации, передаваемых через конструкции и создаваемых железнодорожным транспортом.

Железнодорожные пути подвергаются значительным нагрузкам и неблагоприятным атмосферным воздействиям, поэтому в будущем переработанную из старых шин резину можно эффективно и широко использовать при строительстве прочных железнодорожных систем, которые смогут уменьшить негативные динамические воздействия, такие как вибрация и структурный шум.

Таблица 1

Перечень производителей полимерной продукции.

Изготовитель	Описание материала	Источник
KRAIBURG Relastec, Германия	DAMTEC® SBM K 10V – это изоляционный и защитный мат для конструкций железнодорожных путей, испытанный в соответствии с DIN 45673-5 – механические колебания – упругий элемент, используемый в железнодорожных путях.	https://www.kraiburg-relastec.com/damtec/wp-content/uploads/sites/2/2022/08/DAMTEC_rail_EN_v1_2019.pdf

Изготовитель	Описание материала	Источник
	Коврики из резиновых гранул, таких как вспененный каучук и пенополиуритан, образующихся при переработке вторичных промышленных материалов, то есть из неиспользованного нового сырья. Это обеспечивает желаемые свойства и учитывает защиту окружающей среды. Таким образом исключается старение резинового гранулята. Продукция соответствует особым требованиям, предъявляемым к нагрузкам на участке пути. Особого внимания заслуживает долгосрочное поведение, которое гарантирует постоянный высокий уровень эффективности на протяжении десятилетий. Таким образом, они эффективно противодействуют многочастотным вибрациям и ударам, которые передаются в окружающую среду.	blob:https://neuro.translate.yandex.ru/51c806b1-3d2a-471c-86e4-bba42818bac5
Gavary Group (www.gavarygroup.com, – международный промышленный технологический холдинг, производящий и поставляющий полимерную продукцию по всему миру. Объединяет собственный научно-исследовательский центр, четыре производственные площадки и несколько торговых домов. (Лондон, Рига, Москва, Ереван, Барселона, Дубай) Холдинг представлен в России – Gavary Railways	GENER VX – виброизоляционный материал, обладающий высочайшими показателями устойчивости к динамическим нагрузкам, превосходной эластичностью и долговечностью. Представляет собой химически сшитый вспененный эластомер с закрытопористой структурой. Эффективно работает в широком диапазоне температур и условиях высокой влажности. Устойчив к химически агрессивным средам.	https://gavaryrailways.com/tekhnologii/ https://vibroizolyaciya.pro/
Getzner Werkstoffe, Австрия	Sylomer – это полиуретановый эластомер. Он используется в качестве виброизоляционного материала благодаря своим уникальным свойствам: высокой эластичности, долговечности и способности эффективно гасить вибрации. Sylomer широко применяется в различных инженерных решениях для снижения вибраций в строительстве и транспорте.	https://dzen.ru/a/ZkXIi4BHNXjhRiiD https://stopshum.pro/ https://www.getzner.com/en/products/sylomer

Выводы. Основываясь на представленном обзоре литературы, можно сделать вывод, что виброизоляторы на основе переработанных материалов имеют широкий спектр возможного применения и заслуживают более тщательного изучения.

Для этого необходимы дальнейшие исследования, посвящённые технологическим процессам и выбору оптимального состава.

Библиографический список

1. Screening of hindered phenol antioxidants by quantum chemical method for improving the aging properties of polyurethane railpad in railway / Xueliang Cui, Zhanying Sun, Quanxiao Dong, Peng Qiu, et al. // Construction and Building Materials, Ltd., Shijiazhuang 052160, China, 31 January 2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061825000261>
2. The use of polyurethane for structural and infrastructural engineering applications : A state-of-the-art review / H. M. C. C. Somarathna, S. N. Raman, D. Mohotti, A. Mutalib et al. // Construction and Building Materials, Killinochchi 44000, Sri Lanka, 30 November 2018. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818323523>
3. A simple method to assess replacement period of polyurethane railpad in urban railway / Deokyoung Sung, Seongwon Hong // Construction and Building Materials, Chungbuk 27135, South Korea, 10 July 2020. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061820306127>
4. Dynamic characteristics of elastomeric materials used as railway vibration mitigation measures considering the effect of shape factor / M. Hassan Esmaeili, Yazdan M. Haft-Cheshme // Measurement, Isfahan, Iran, 15 August 2024. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263224124009436>
5. Numerical and experimental characterization of the mechanical behavior of a new recycled elastomer for vibration isolation in railway applications / S. Diego, J. A. Casado, I. Carrascal, D. Ferreño et al. // Construction and Building Materials, Spain, 1 March 2017. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816320372>
6. Laboratory evaluation on comprehensive performance of polyurethane rubber particle mixture / Junfeng Gao, Hainian Wang, Jiakang Chen, Xianwei Meng et al. // Construction and Building Materials, Houghton, MI 49931, USA, 10 November 2019. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061819317143>
7. Development of rail pads from recycled polymers for ballasted railway tracks / J. M. Castillo-Mingorance, M. Sol-Sánchez, T. Mattinzioli, F. Moreno-Navarro et al. // Construction and Building Materials, C/ Severo Ochoa s/n, 18071 Granada, Spain, 27 June 2022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822011564>
8. Composite materials made of waste tires and polyurethane resin: A case study of flexible tiles successfully applied in industry / Carlos F. Revelo, Mauricio Correa, Claudio Aguilar, Henry A. Colorado // Case Studies in Construction Materials, Calle 70 N . 52–21, Medellín, Colombia, December 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521001960>
9. Application of Shock Mats in Rail Track Foundation Subjected to Dynamic Loads / Sinniah K. Navaratnarajah, Buddhima Indraratna, Sanjay Nimbalkar // Procedia Engineering, Australia, 2016. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816305951>
10. Behaviour of ballast stabilised with recycled rubber mat under impact loading / Trung Ngo, Buddhima Indraratna, Matthew Coop, Yujie Qi // Geotechnique, Ultimo, Australia, 7 February 2025. URL: <https://www.sciencedirect.com/org/science/article/abs/pii/S0016850525000278>
11. Experimental and numerical testing of prototypical under ballast mats (UBMs) produced from deconstructed tires – The effect of mat thickness / Cezary Kraśkiewicz, Artur Zbiciak, Jan Pełczyński, Anna Al Sabouni-Zawadzka // Construction and Building Materials, 00-637 Warsaw, Poland, 10 March 2023. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823002702>

Разработка схемы защиты от грозовых перенапряжений с применением УЗИП

Басманов Владислав Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой электроснабжения,
Вятский государственный университет
Дунин Фёдор Николаевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье рассматривается разработка схемы защиты от грозовых перенапряжений с применением УЗИП. В современных условиях возрастающей плотности распределённых электрических сетей и многочисленных коммуникаций вопрос защиты объектов от грозовых перенапряжений приобретает особую актуальность. Целью настоящей статьи является разработка оптимальной схемы защиты от грозовых перенапряжений с использованием устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) на основе анализа нормативной документации. В работе применён теоретический подход, основанный на анализе нормативной документации, принципов зонной молниезащиты и алгоритмов выбора УЗИП, а также на сравнительном анализе различных типов схем подключения. В работе предложена схема каскадной защиты для складского здания с использованием УЗИП классов I, II и III, обеспечивающая снижение риска повреждения оборудования.

Ключевые термины: грозовые перенапряжения, УЗИП, многоступенчатая защита.

Введение. Грозовые перенапряжения представляют значительную угрозу для электрооборудования, особенно на объектах с протяженными кабельными линиями и чувствительной аппаратурой [1]. Несмотря на наличие стандартов (ГОСТ Р МЭК 62305, ГОСТ ИЕС 61643-11), проблема выбора и координации УЗИП остается актуальной из-за сложности учета факторов: класса устройства, схемы подключения, зонирования объекта и токовых нагрузок [2].

Целью настоящей статьи является разработка оптимальной схемы защиты от грозовых перенапряжений с использованием устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) на основе анализа нормативной документации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ нормативной документации по применению устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) для защиты от грозовых перенапряжений;
- разработать схему защиты от грозовых перенапряжений складского здания.

Ведущий подход. В работе применён теоретический подход, основанный на анализе нормативной документации, принципов зонной молниезащиты и алгоритмов выбора УЗИП, а также на сравнительном анализе различных типов

схем подключения. Будет предложена схема каскадной защиты для складского здания с использованием УЗИП классов I, II и III, обеспечивающая снижение риска повреждения оборудования. Исследование базируется на интеграции нормативных требований и практических аспектов проектирования систем молниезащиты. Основу методологии составляет зонная концепция, регламентированная стандартами ГОСТ Р МЭК 62305, которая предполагает деление объекта на зоны с постепенным снижением уровня импульсных воздействий. Наружные зоны (0A и 0B), подверженные прямым ударам молнии и сильным электромагнитным полям, требуют установки УЗИП класса I, способных отводить токи с формой волны 10/350 мкс. Внутренние зоны (1 и 2), где преобладают индуцированные перенапряжения, защищаются устройствами классов II и III, ограничивающими помехи до безопасных значений для чувствительной аппаратуры.

Результаты исследования. Исследование включает практические этапы: анализ рисков объекта (наличие молниеотводов, воздушных линий), выбор УЗИП по алгоритмам A (для вводных устройств) и D (для каскадной защиты), а также проверку необходимости установки предохранителей. Алгоритмы учитывают удаленность оборудования от источников перенапряжений, тип кабельных трасс и требования к уровню защиты. Например, для розеточных групп, удаленных на 15–30 м от распределительных щитов, применяются УЗИП класса III, а для линий в экранированных каналах защита может быть упрощена. Ключевым элементом в выборе УЗИП является классификация УЗИП по функциональному назначению и параметрам.

Разработанная схема защиты складского здания от грозовых перенапряжений демонстрирует высокую эффективность за счет каскадного применения УЗИП классов I, II и III. На первом этапе во вводно-распределительном устройстве (ВРУ) установлены устройства класса I (РИФ-Э-I 385/30), способные выдерживать импульсные токи до 30 кА с формой волны 10/350 мкс, что соответствует требованиям ГОСТ ИЕС 61643-11-2013 для защиты от прямых ударов молнии. Уровень ограничения напряжения на этой ступени не превышает 1,5 кВ, что подтверждает их способность гасить значительную часть энергии перенапряжений.

В распределительных щитах (зона 1) размещены УЗИП класса II (РИФ-Э-II 275/20) с номинальным разрядным током 40 кА (8/20 мкс) и уровнем защиты $\leq 1,25$ кВ. Данные устройства ограничивают индуцированные помехи, возникающие в кабельных линиях, что особенно критично для объектов с протяженными коммуникациями, такими как складские комплексы. Координация между ступенями достигнута за счет использования кабельных участков длиной 15 м, что обеспечивает задержку распространения импульса и селективное срабатывание устройств.

Защита конечного оборудования (розеточные группы, системы вентиляции) реализована с помощью УЗИП класса III (РИФ-Э-III 320/3), установленных непосредственно у потребителей. Их уровень ограничения напряжения $\leq 1,15$ кВ гарантирует безопасность для чувствительной электроники, такой как компьютеры и датчики управления.

Выбор устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) производится в соответствии с алгоритмами, которые состоят из:

- Алгоритм А: Выбор УЗИП первой ступени (защита ВРУ, ГРЩ и т. п.);
- Алгоритм В: Выбор УЗИП для защиты от наведенных перенапряжений;
- Алгоритм С: Выбор УЗИП для защиты оборудования у молниеотводов;
- Алгоритм D: Выбор УЗИП второй и третьей ступеней (каскадная защита).

Выбор УЗИП для защиты ВРУ применяется Алгоритм А. Результаты приведены в таблице 1. Выбор УЗИП для защиты распределительных щитов и оборудования применяется Алгоритм D. Результаты приведены в таблице 2 и 3 для УЗИП класса II и III.

Таблица 1

Выбор УЗИП класса I по алгоритму А

Условия выбора УЗИП	Объяснение к условию выбора УЗИП
У объекта есть внешняя молниезащита (в объект возможен удар молнии)?	Да
Есть ВЛ или КЛ 0,4 кВ (есть связь с удаленным заземляющим устройством)?	Да
Какая система заземления используется?	TN-S, TN-C
Где точка разделения N и PE проводников?	30-100 м
Сколько фаз в сети?	Три
Рекомендуемы УЗИП для схемы	РИФ-Э-I+II 255/25 (3+1) или РИФ-Э-I+II 385/30 (3+1)

Таблица 2

Выбор УЗИП класса II по алгоритму D

Условия выбора УЗИП	Объяснение к условию выбора УЗИП
Какая электроника подлежит защите?	Электроника специального назначения.
Какой класс УЗИП был выбран по Алгоритму А?	I+II класс
Какое расстояние от УЗИП до оборудования?	>15 м
Сколько фаз в сети?	Три
Рекомендуемы УЗИП для схемы	РИФ-Э-II 275/20 (3+1)
Какая электроника подлежит защите?	Электроника специального назначения.

Таблица 3

Выбор УЗИП класса III по алгоритму D

Условия выбора УЗИП	Объяснение к условию выбора УЗИП
Какая электроника подлежит защите?	Электроника общего назначения.
Какой класс УЗИП был выбран по Алгоритму А?	I+II класс
Какое расстояние от УЗИП до оборудования?	15-30 м
Сколько фаз в сети?	одна
Рекомендуемы УЗИП для схемы	РИФ-Э-III 320/3 с (1+1)
Сколько фаз в сети?	три
Рекомендуемы УЗИП для схемы	РИФ-Э-III 320/3 с (3+1)

Выбор УЗИП в работе производился по каталогу производителя НПО «Стример» [3].

Важным шагом стало обоснование необходимости установки предохранителей.

Для определения целесообразности установки дополнительного предохранителя в цепь УЗИП следует сопоставить номинальный ток вышестоящего защитного аппарата I_{QF} с номинальным током предохранителя I_{FU} , рекомендуемого производителем УЗИП [3]:

- если $I_{QF} > I_{FU}$, то целесообразно установить предохранитель в цепь УЗИП;
- если $I_{QF} < I_{FU}$, то предохранитель не устанавливается.

Схема защиты от грозовых перенапряжений с применением УЗИП для ЩРО складского здания представлена на рис. 1.

разработана схема защиты от грозовых перенапряжений складского здания. Новизна подхода заключается в применении комбинации зонной концепции молниезащиты с алгоритмами выбора УЗИП для реального объекта проектирования. Результаты исследования могут быть внедрены при проектировании молниезащиты промышленных и коммерческих объектов, обеспечивая баланс между надежностью и экономической эффективностью.

Библиографический список

1. ГОСТ Р МЭК 62305-1-2010. Менеджмент риска. Защита от молнии. Часть 1. Общие принципы : принят 30.11.2010 ; действ. с 01.12.2011. М., 2011. URL: https://ercon.ooo/images/docs/gost-r-mek-62305-1-2010-menedzhment-riska_-zashchita-ot-molnii__p68157.pdf (дата обращения 10.03.2025).
2. ГОСТ ИЕС 61643-11-2013. Устройства защиты от перенапряжений низковольтные. Часть 11. Устройства защиты от перенапряжений, подсоединенные к низковольтным системам распределения электроэнергии. Требования и методы испытаний : принят 03.12.2013 ; действ. с 01.01.2015. М., 2015. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/57536/> (дата обращения 10.03.2025).
3. НПО «Стример» – Устройства защиты от импульсных перенапряжений. URL: <https://www.streamer.ru/> (дата обращения 10.03.2025).

Применение неразрушающих методов в системах диагностики кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена

Басманов Владислав Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой электроснабжения,
Вятский государственный университет

Жаворонков Максим Александрович, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В данной работе рассмотрены вопросы применения неразрушающих методов диагностики кабелей в системах диагностики кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ). Диагностика кабельных линий с изоляцией из СПЭ имеет актуальный характер, так как в современных системах электроснабжения данный тип кабеля массово применяется, и поэтому повышается вероятность перерывов в электроснабжении из-за выхода из строя этих кабельных линий в результате появления различного вида повреждений. Цель работы – обзор и анализ различных неразрушающих методов диагностики кабельных линий из сшитого полиэтилена, которые могут быть использованы в системах непрерывного диагностирования. Диагностика кабельных линий из сшитого полиэтилена с помощью неразрушающих методов диагностики обеспечит надежность и безопасность работы системы электроснабжения. Метод измерения частичных разрядов является одним из самых эффективных методов диагностики кабелей из сшитого полиэтилена для возможности дистанционного непрерывного контроля изоляции.

Ключевые слова: неразрушающие методы диагностики, сшитый полиэтилен, частичный разряд.

Введение. В настоящее время для передачи электроэнергии в системах электроснабжения широкое применение находят кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ). Сшитый полиэтилен зарекомендовал себя как надежный и высококачественный изоляционный материал, применяемый в кабелях для передачи электроэнергии. Его преимущества включают отличную устойчивость к химическим воздействиям, высокой механической прочности и хорошим электрическим характеристикам. Однако, несмотря на его достоинства, кабели из СПЭ подвержены различным видам повреждений и старения изоляции, которые могут привести к серьезным авариям и сбоям в электроснабжении [1]-[7]. Для уменьшения числа аварий в системах электроснабжения из-за ухудшения состояния изоляции, необходимо на самых ранних стадиях развития обнаружить дефекты в изоляции. Решение данной проблемы возможно с помощью неразрушающих методов диагностики кабельных линий, которые позволят своевременно среагировать на изменения в техническом состоянии изоляции кабеля в системах электроснабжения. Поэтому вопросы диагностики кабельных линий

с изоляцией из СПЭ имеют актуальный характер. Цель работы – обзор различных неразрушающих методов диагностики кабельных линий из сшитого полиэтилена, которые могут быть использованы в системах непрерывного диагностирования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести обзор неразрушающих методов диагностики;
- выделить достоинства и недостатки каждого метода;
- оценить возможность применения каждого метода в системах диагностики кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена.

Ведущий подход. Объектом исследования являются современные неразрушающие методы диагностики кабелей, которые позволяют своевременно обнаруживать дефекты в изоляции на самых ранних стадиях их развития, не доводя до повреждения кабеля. Это особенно важно для кабельных линий, которые могут находиться под землей или в труднодоступных местах, что усложняет процесс их ремонта и обслуживания. В этой связи диагностика становится необходимым инструментом для поддержания надежности и безопасности систем электроснабжения.

В качестве ведущего подхода в данной работе использовался анализ существующих неразрушающих методов диагностики кабелей. Для этого был применен метод поисковых исследований материала по данной теме в научно-технической и нормативной литературе с ее последующим анализом.

Результаты исследования. Эффективность диагностики кабельной линии повышается если для этой цели применяется система диагностического контроля технического состояния кабельной линии, которая должна выявлять на ранней стадии развития дефекты, развитие которых приводит к повреждениям.

Качественная система диагностики позволяет определять дефекты на самых ранних этапах их развития и вовремя принимать решения для их устранения, что приводит к значительному повышению надежности электроснабжения, а так же значительно увеличивает срок службы кабельных линий и муфт. Для ее реализации необходимо применять неразрушающие методы диагностики кабельных линий [1].

В данной статье рассмотрены некоторые неразрушающие методы диагностики кабельных линий. Наиболее распространенными и эффективными методами неразрушающей диагностики высоковольтных кабельных линий являются [4]:

- измерение тангенса угла диэлектрических потерь;
- измерение частичных разрядов (ЧР) с локализацией их источника.

Интерес к этим методам обусловлен следующими причинами [4]:

- диагностика тангенса диэлектрических потерь и частичных разрядов – в первую очередь метод неразрушающего контроля;
- наглядность полученных результатов;
- возможность оценки остаточного ресурса и выявления наиболее слабых участков изоляции кабеля;
- выявление частичных разрядов на ранних стадиях их формирования;
- локализация точного местоположения скопления частичных разрядов;
- универсальность систем – применимость для всех типов изоляции кабельных линий.

Далее рассмотрим более подробно эти методы.

Измерение тангенса диэлектрических потерь. Диагностика с использованием измерения тангенса угла потерь предоставляет информацию относительно характеристик старения кабелей как с СПЭ, так и с бумажно-пропитанной изоляцией.

Значение тангенса угла потерь измеряется при различных уровнях напряжения в диапазоне от U_0 до $2U_0$, а затем производится их анализ. Получая неудовлетворительные результаты измерений тангенса угла, нельзя констатировать непригодность кабеля к дальнейшей эксплуатации. Данный метод позволяет быстро и без негативного влияния на кабель получить общую картину состояния изоляции и в дальнейшем проблемные кабели взять под контроль [4].

Достоинства: высокая точность; доступность оборудования; широкий диапазон применения; информативность.

Недостатки: влияние температуры, т. к. результаты могут изменяться в зависимости от температурных условий, что необходимо учитывать при измерениях; ограниченная информация; медленный процесс; необходимость подго-

товки образцов, т. к. в некоторых случаях требуется особая подготовка, что может увеличивать затраты.

Метод измерения частичных разрядов

Результатом диагностики методом измерения частичных разрядов является карта распределения частичных разрядов, на которой определяются наличие или отсутствие скрытых дефектов по длине кабельной линии, возможность ранжирования линий по критериям состояния – «хорошая», «плохая» или «критичная». Благодаря методу возможно определение как общего состояния линии, так и конкретных дефектных мест, а также прогнозирование развития дефекта и определения затрат, связанных с плановым ремонтом линии, а не с аварийным [5].

В методе измерения частичных разрядов используются системы диагностического мониторинга под рабочим напряжением, которые должны обеспечивать непрерывный контроль состояния изоляции и вести непрерывную запись результатов измерений [1].

Для развитых дефектов в кабеле и в муфтах в автоматическом режиме при помощи системы диагностического мониторинга должна проводиться диагностика состояния изоляции, предварительное определение типа и места возникновения разряда. Определение должно проводиться при помощи рефлектограмм [1].

При нахождении дефекта в изоляции КЛ некритической амплитуды необходимо произвести повторные диагностические измерения в период, не превышающий время развития большинства дефектов, а именно в течение 3 месяцев с момента проведения первых измерений. По результатам повторного диагностирования определяется коэффициент темпа развития дефекта, относительно которого определяется дата последующих измерений.

Достоинства: высокая чувствительность; безвредность для оборудования; качественный анализ; специфичность; дистанционный контроль.

Недостатки: сложность интерпретации данных; стоимость оборудования; влияние внешних факторов; необходимость регулярного контроля.

С точки зрения организации системы диагностики кабельных линий, наиболее эффективным является метод измерения частичных разрядов (ЧР) с

локализацией их источника, т. к. данный метод позволяет производить непрерывный контроль состояния кабельной линии под рабочим напряжением.

Выводы. В результате проведенных исследований, в данной статье решены все поставленные задачи:

1. Проведен обзор неразрушающих методов диагностики кабельных линий, выявлены методы, которые являются наиболее распространенными и эффективными методами.

2. Выделены достоинства и недостатки каждого метода.

3. Произведена оценка возможности применения каждого метода в системах диагностики кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена. Метод измерения частичных разрядов является одним из самых эффективных методов диагностики кабелей из сшитого полиэтилена для возможности дистанционного непрерывного контроля изоляции.

Использование современных методов диагностики кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена позволит своевременно выявлять возможные неисправности и избежать потенциально опасных ситуаций в электроснабжении, что позволит обеспечить надежности и безопасности работы системы электроснабжения.

Библиографический список

1. СТО 56947007-29.060.20.170-2014. Силовые кабельные линии напряжением 110-500 кВ. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования : принят 15.05.2014 : действ. с 15.05.2014. М., 2014. URL: <https://stds.ru/document/STO-56947007-29.060.20.170-2014.pdf/> (дата обращения 14.01.2025).

2. СТО 34.01-23.1-001-2017. Объем и нормы испытаний электрооборудования : принят 29.05.2017 : действ. с 29.05.2017. М., 2017. URL: <https://stds.ru/document/СТО%2034.01-23.1-001-2017.pdf/> (дата обращения 14.01.2025).

3. СТО XX-2012. Руководящие указания по выбору, сооружению и технологии эксплуатации кабельных линий напряжением 6–110 кВ на основе кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. СПб. : СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ ОАО «ЛЕНЭНЕРГО», 2012. 175 с. URL: https://xlpe.org/documents/standards/СТО_18-07-2012.pdf (дата обращения 14.01.2025).

4. Королев А. Ю. Испытание и диагностика кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена // Кабель–news. 2010. № 11. С. 36–41. URL: <https://eepir.ru/article/ispytanie-i-diagnostics-kabelnyh-li/?search=Испытание%20и%20диагностика%20кабельных%20линий%20с%20изоляцией%20из%20сшитого%20полиэтилена> (дата обращения 14.01.2025).

5. Копченков Д. М. Диагностика высоковольтных кабельных линий. Опыт внедрения // Кабель–news. 2012. № 3. С. 48–52. URL: <https://eepir.ru/article/diagnostics-vysokovoltnyh-kabelny/?search=Диагностика%20высоковольтных%20кабельных%20линий.%20Опыт%20внедрения> (дата обращения 14.01.2025).

6. ГОСТ 28114-89. Кабели. Метод измерения частичных разрядов : принят 24.04.1989 ; действ. с 01.01.1990. М., 2007. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294826/4294826661.pdf> (дата обращения 14.01.2025).

7. Подлесный В. В., Млынчик Т. В. Диагностика кабельных линий: у ворот в новую эпоху // Электротехнический рынок. 2013. № 2(50). С. 28–32. URL: <https://www.yumpu.com/ru/document/read/57060557/-no2-50-2013-> (дата обращения 09.02.2025).

Опыт создания программного обеспечения для управления понижающим DC-DC-преобразователем

Басманов Владислав Геннадьевич, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой электроснабжения,

Вятский государственный университет
Сунцов Кирилл Алексеевич, аспирант,
направление подготовки «Электроэнергетика»,
Вятский государственный университет

Аннотация. DC-DC-преобразователи играют важную роль в регулировании напряжения до значений необходимых потребителю постоянного тока в случае, если уровень его питающего напряжения отличается от напряжения сети, к которой он подключён. DC-DC-преобразователи применяются во многих сферах, например в зелёной энергетике, в освещении, в различных производствах для питания систем управления и т. д., что подчеркивает актуальность данной работы. К преобразователю наравне с требованиями для прочих параметров присутствуют требования к скорости нарастания выходного напряжения в момент запуска преобразователя и точности поддержания уровня выходного напряжения как на холостом ходу, так и под нагрузкой, всё это определяется программным обеспечением. Целью работы является нахождение оптимального программного алгоритма для управления понижающим DC-DC-преобразователем. Основным методом исследования является эксперимент. В качестве результата получен оптимальный алгоритм управления понижающим DC-DC преобразователем. В ходе работы было выяснено, что для управления несколькими выводами микроконтроллера с заданной частотой очень удобным является способ запросов к DMA с записью в регистр нужных бит, при этом задействуются только два канала одного таймера, а число управляемых каналов может быть любым, также получен алгоритм, позволяющий получить частоту преобразований АЦП с частотой 600 кГц. Результаты работы могут быть применены для разработки устройств, где требуется высокая частота преобразований АЦП и переключение большого количества каналов с заданной частотой с ограниченным числом таймеров.

Ключевые слова: DC-DC-преобразователь, плата управления, ПИД-регулятор.

Введение. DC-DC преобразователи играют важную роль в регулировании напряжения до значений необходимых потребителю постоянного тока в случае, если уровень его питающего напряжения отличается от напряжения сети, к которой он подключён. DC-DC преобразователи применяются во многих сферах, например, в зелёной энергетике для преобразования тока от солнечных и ветровых генераторов в постоянное напряжение необходимой величины для питания электротехники, в освещении для питания светодиодных лент и светильников, в различных производствах для питания систем управления электромашин и станков и т. д., что подчеркивает актуальность данной работы. К преобразователю наравне с требованиями для прочих параметров присутствуют требования к скорости нарастания выходного напряжения в момент запуска преобразовате-

ля и точности поддержания уровня выходного напряжения как на холостом ходу, так и под нагрузкой [1, 2]. Всё это определяется программным обеспечением. Объектом исследования является понижающий DC-DC преобразователь, предметом – программное обеспечение преобразователя.

Понижающий DC-DC преобразователь представляет собой устройство, предназначенное для понижения входного напряжения постоянного тока [3]. Характерными для преобразователя элементами являются накопители энергии – индуктивности и ёмкости – и ключи, посредством которых осуществляется дозированная передача энергии со входа на выход устройства [4]. Как правило, один ключ управляемый. В его качестве используется транзистор. Транзистор управляется схемой управления. В качестве неуправляемого ключа используется диод [5].

Принципиальная электрическая схема силовой части показана на рис. 1.

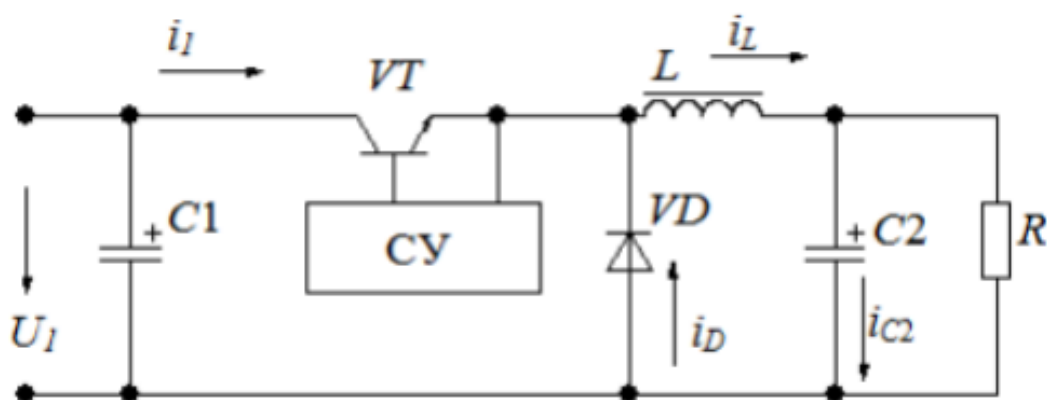


Рисунок 1. Силовая часть понижающего DC-DC преобразователя.

На рис. 1 CY – схема управления. Схема управления вырабатывает импульсы, модулированные по ширине. Её «сердце» – микроконтроллер. В данном случае STM32F103C8U6.

Целью работы является нахождение оптимального программного алгоритма для управления понижающим DC-DC преобразователем. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующую задачи:

- провести анализ литературы по тематике исследований;
- написать программный алгоритм управления, представляющий собой ПИД-регулятор, который позволит оптимально управлять понижающим DC-DC преобразователем;

– разработать простой и интуитивно понятный интерфейс для управления преобразователем.

Методы исследования. Преимущественно в рамках данного проекта использовался смешанный метод исследования, сочетающий в себе элементы как количественного, так и качественного методов. Проведён сбор и анализ количественных данных таких как частота преобразований АЦП и коэффициенты ПИД-регулятора. Проведён анализ качественных данных: проведено изучение соответствующей литературы по тематике проекта.

На первом этапе работы применялся качественный метод с изучением особенностей работы DC-DC преобразователей.

На втором этапе применялся количественный метод со сбором данных для поиска оптимальной работы АЦП и ПИД-регулятора. В ходе реализации этого этапа нахождение оптимального метода осуществлялось экспериментальным путем.

Результаты исследований, их обсуждение. При написании алгоритма ПИД-регулятора использовано два канала одного таймера в режиме генерации ШИМ с заданной частотой. Первый канал предназначен для включения нужных пинов посредством запроса к DMA на запись единиц в регистр, отвечающий за установку высокого уровня, а второй канал для их отключения посредством записи нулей в регистр сброса [6]. Таким образом, устанавливая значение сравнения второго канала таймера можно изменять заполнение ШИМ. Такой способ включения хорош тем, что можно сделать ШИМ на абсолютно любом количестве пинов. При этом частота переключений будет чётко задана.

Особенностью проекта является высокая частота преобразований АЦП. Требуемое минимальное значение 240 кГц.

Первый вариант с использованием библиотеки HAL позволил достичь частоты преобразований 100 кГц, данное значение недостаточно для нормальной работы преобразователя.

Второй вариант – запись в регистры, он позволил добиться частоты преобразований в 600 кГц что соответствует требуемым параметрам. Для запуска преобразования требуется установить биты ADSTART и ADVREGEN.

ADCSTART – Бит запуска преобразования АЦП. ADVREGEN – Включение регулятора АЦП. В прерываниях по окончании преобразования сбрасывается флаг окончаний преобразования [7].

В процессе исследований для удобства работы был создан интуитивно понятный интерфейс для управления изделием. Интерфейс приложения разработан с помощью языков QML и C++. Для общения с преобразователем был выбран Bluetooth модуль HC-05. После подключения к компьютеру он определяется как COM-порт, что позволяет использовать драйвер виртуального COM-порта. Интерфейс приложения представлен на рис. 2.

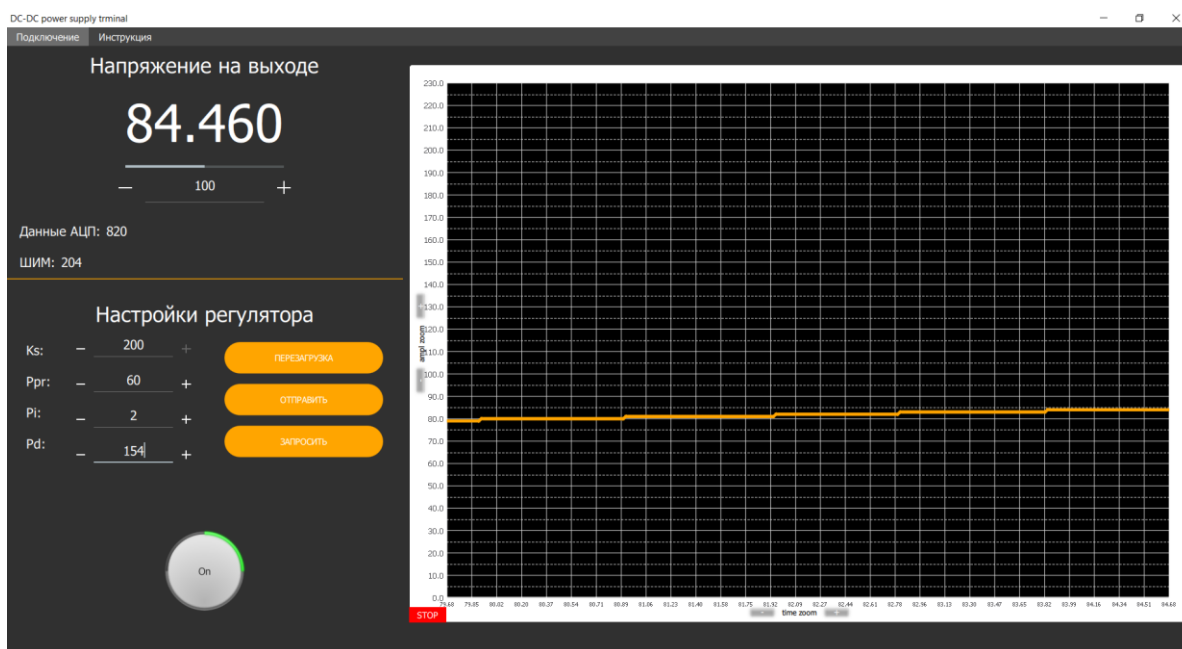


Рисунок 2. Интерфейс приложения для управления DC-DC преобразователем.

Выводы. В ходе работы было выяснено, что для управления несколькими выводами микроконтроллера с заданной частотой очень удобным является способ запросов к DMA с записью в регистр нужных бит, при этом задействуются только два канала одного таймера, а число управляемых каналов может быть любым, также получен алгоритм, позволяющий получить частоту преобразований АЦП с частотой 600 кГц. Таким образом, в данной работе решены все поставленные задачи, а именно, был разработан программный алгоритм, управляющий работой преобразователя, обратная связь опрашивается с частотой 600 кГц, а также разработан простой и интуитивно понятный интерфейс для

управления преобразователем. Предложенные решения могут быть использованы для написания программного обеспечения плат управления подобных преобразователей и устройств, где требуется большая частота преобразований АЦП и переключение большого количества каналов с заданной частотой с ограниченным числом таймеров.

Библиографический список

1. Семенов Б. Ю. Силовая электроника: от простого к сложному. М. : СОЛОН-Пресс, 2009. 416 с.
2. Преобразователи DC-DC: виды, принцип работы и применение. URL: <https://www.shtyl.ru/support/articles/dc-dc-preobrazovateli-vidy-princip-raboty-i-primeneniye/> (дата обращения 10.04.2025).
3. Мелешин В. И. Транзисторная преобразовательная техника. М. : Техносфера, 2005. 632 с.
4. Микросхемы для импульсных источников питания и их применение / под ред. В. М. Халикеева. 2-е изд., испр. и доп. М. : Додэка-XXI, 2001. 608 с.
5. Мэк Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению. М. : Додэка-XXI, 2008. 274 с.
6. STM32 – DMA. Часть первая. URL: <https://istarik.ru/blog/stm32/138.html> (дата обращения 10.04.2025).
7. RM0440 Reference manual STM32G4 series advanced Arm – based 32-bit MCUs. URL: <https://github.com/zarthcode/YokeKit/blob/master/RM0440-stm32g4-series-advanced-armbased-32-bit-mcus-stmicroelectronics.pdf> (дата обращения 10.04.2025).

Использование нейросетей в управлении объектами электроэнергетики

Дерендяева Людмила Витальевна, канд. техн. наук,
доцент кафедры электроснабжения,

Протасов Алексей Сергеевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос использования нейросети в управлении объектами электроэнергетики. В эпоху цифровых технологий человек всё ближе к воссозданию самого себя искусственным методом. Сейчас ему под силу создать искусственную нейросеть, то есть подобие человеческого разума, которое способно обучаться. Конечно, подобные разработки используются в различных сферах жизни, значительно облегчая работу человека. Электроэнергетика тоже не остаётся в стороне и берёт нейросеть на своё техническое вооружение, что подчеркивает актуальность данной статьи. Рассмотрение путей возможного использования нейросети и является целью данной статьи. Ведущим подходом данного исследования был метод анализа и синтеза. В результате было выяснено, что использование нейросетей направлено на такие актуальные вопросы, как прогнозирование и анализ потребления электроэнергии, оценка качества работы персонала и предотвращение возможных аварий на электроэнергетических объектах.

Ключевые слова: искусственная нейросеть, управление, электроэнергетика, прогноз, цифровое развитие.

Введение. На сегодняшний день всё большую роль в жизни человека играют нейросети. Искусственная нейросеть (нейронная сеть или нейросеть) простыми словами – это программа, которая повторяет модель человеческих нейронных связей. На их основе создают обучаемые программы, которые можно научить распознавать или генерировать контент. Она используется в медицине, бизнесе, торговле, транспорте и в повседневных занятиях человека. Принцип действия нейросети не похож на классическую программу. Такой сети не дают четкого алгоритма: ее обучают, чтобы она могла самостоятельно выполнять ту или иную задачу. В результате деятельность программы становится менее предсказуемой, но более вариативной и даже творческой [1].

В наше время электрический ток играет важнейшую роль в жизни общества. Электричество задействовано буквально во всех сферах деятельности человека: от повседневной жизни до тяжелой промышленности. Для дальнейшего развития электроэнергетики требуются её цифровизация, упрощение и автоматизация управления процессами, протекающими в сетях. Использование нейросетей является одной из таких ступеней, многоуровневой задачей, реше-

ние которой нужно ставить в приоритет, в том числе в электроэнергетике, что подчеркивает актуальность данной статьи.

Целью исследования данной статьи является определение необходимости использования нейросетей в электроэнергетике, а также область их применения в данной отрасли.

Задачами исследования являются выявление основных направлений применения нейросетей в управлении объектами электроэнергетики.

Ведущий подход. В ходе написания данной статьи были изучены материалы о принципе функционирования искусственной нейросети, её преимуществах, конкретных примерах применения, был выявлен потенциал в развитии. Так же были рассмотрены конкретные сферы электроэнергетики, в которые возможно внедрение данной технологии. Для достижения этой цели сначала были изучены материалы, расположенные в интернете в открытом доступе, после чего полученная информация была разбита на блоки, из которых были собраны конкретные примеры и рассуждения, переработанные личным видением ситуации, с внесением своих мыслей по данному вопросу.

Результаты исследований, их обсуждение. Нейросети в электроэнергетике применяются для прогнозирования потребления и, соответственно, выработки электроэнергии, что является важнейшим фактором при расчёте и установлении баланса системы. Связь баланса активной мощности с частотой заключается в том, что при нарушении баланса частота принимает новое значение. Ввиду дефицита генерируемой мощности уменьшается частота, а избыток мощности обуславливает рост частоты. Из-за ошибки в прогнозах может возникнуть небаланс, приводящий к серьёзным последствиям. В первую очередь небаланс мощности затронет электростанции, так как глубокое снижение частоты ниже 49 Гц недопустимо по режиму работы котлов тепловых электростанций, имеющих питательные электронасосы, работа которых напрямую зависит от частоты сети. При значительных отклонениях до 46–45 Гц, связанных с недостаточной выработкой активной мощности, наступает так называемая «лавина частоты». В таком случае говорят, что станция «села на ноль», то

есть прекратила свою работу, происходит отключение энергосистемы. Чтобы не допустить подобного отключения при уменьшении частоты сети в ход пускают дорогостоящие аварийные электростанции. При завышении же прогнозов о потреблении электроэнергии увеличиваются издержки на поддержку в рабочем состоянии мощностей, потребности в которых не было.

Для прогнозирования электропотребления и построения профилей клиентов используются различные методы, обычно основанные на анализе ретроспективной динамики электропотребления и действующих на него факторов, выявлении статистической связи между признаками и на построении моделей, однако такие прогнозы неспособны учитывать влияние на потребление электроэнергии таких нерегулярных факторов, как погодные явления или колебания цен на топливо поэтому на практике следует применять многофакторное прогнозирование, позволяющее строить прогноз с точностью, значительно превышающей точность по временным рядам [2]. Здесь и наступает время для искусственных нейросетей, благодаря которым можно установить более тонкие и точные связи между факторами, влияющими на работу системы и самой системой. Это позволяет точнее сгруппировать объекты и выстроить возможные пути, задачи и прогнозы.

На электростанции нейросеть может быть встроенной системой, полностью самостоятельной или частично управляемой человеком. Она может заниматься прогнозированием и выявлением недостатков системы путём анализа полученных данных. Внедрение нейросетей в системы безопасности электрооборудования помогает прогнозировать поломки на основе данных, собираемых с датчиков. Это может быть сопротивление, напряжение, сила тока, температура проводника или масла в трансформаторе. Также Нейросеть позволяет снять с человека часть рутинных задач, тем самым облегчает его работу и освобождает время для иной деятельности. Например, использование систем искусственного интеллекта и нейросетей в процессах, связанных с электроэнергетикой, повышает производительность труда на 10%, что может увеличить доходы на более чем 3% и снизить текучесть кадров из-за отсутствия желающих выполнять однообразную рутинную работу [3].

Нейросеть так же может использоваться руководящим составом электро-энергетических объектов для различных управленческих целей. Во-первых, нейросеть позволяет распределить задачи между разными структурными подразделениями и лучше изучить результаты работы. Во-вторых, для повышения согласованности и оценки работы персонала может быть проведено моделирование поведения сотрудника, оценка его качеств, недостатков и предпочтений, что может помочь в принятии решений руководителями. И, в-третьих, искусственная нейросеть может послужить неким хранилищем накопленных знаний и опыта предприятия, знать и помнить его историю и значимые моменты. Эта информация будет передаваться от первоисточника от одного коллектива другому, от поколения к поколению.

Проблема заключается в том, что для полноценного функционирования искусственной нейросети требуются значительные вычислительные мощности и постоянное программирование, анализ данных и устранение ошибок в работе нейросети. Хотя очевидно, что с течением прогресса данные проблемы станут менее значимыми.

Выводы. Исходя из изученных данных, можно сделать вывод о том, что электроэнергетика нашей страны должна идти в ногу со временем и развиваться, поспевая за современными технологиями. Нейросети являются следующей ступенью развития, ведь на них можно возложить абсолютно разные задачи: прогнозирование потребления электроэнергии, анализ технического состояния оборудования, оценка эффективности работы персонала, прогнозы и предотвращение возможных аварий и даже разработка путей развития электроэнергетической системы. Их полноценное внедрение – это лишь вопрос времени. Таким образом, в данной статье выполнена поставленная задача исследования, выявлены основные направления применения нейросетей в управлении объектами электроэнергетики.

Библиографический список

1. Нейросеть (нейронная сеть): что это такое, как работает и для чего нужна. URL: <https://blog.skillfactory.ru/glossary/nejronnaya-set/> (дата обращения 02.04.2025).
2. Панов М., Хмелев И., Смирнов А. Нейронные сети на службе энергетиков / Издательство «Открытые системы». URL: <https://www.osp.ru/os/2016/04/13050997?ysclid=m81dz5w86u326931917> (дата обращения 04.04.2025).

3. Унижаев Н. В. Особенности внедрения нейросетей и систем искусственного интеллекта на предприятиях электроэнергетики // Вопросы инновационной экономики. 2023. Т. 13. № 1. С. 215–232.

4. Николенко С., Кадуринов А., Архангельская Е. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. СПб. : Питер, 2018. 480 с.

Разработка и внедрение комплекса мероприятий по оперативным переключениям на подстанции 110/10 кВ с использованием виртуальных технологий для образовательного процесса

Дерендяева Людмила Витальевна, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры электроснабжения

Вятский государственный университет

Шихов Иван Андреевич, студент

направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье рассматривается актуальная тема использования современных виртуальных технологий (VR) в образовательном процессе подготовки студентов и сотрудников энергетической сферы. Применение VR-технологии позволит дополнительно улучшить качество обучения студентов и сотрудников энергетической сферы за счет повышения практических навыков работы в электроустановках. Основной целью является разработка и внедрение сценария работы по оперативным переключениям на подстанции 110/10 кВ, который позволяет создать модель реальных условий работы и взаимодействия с электрическим оборудованием. Главным результатом статьи является создание лабораторной работы в виртуальном пространстве, позволяющей сотрудникам энергетических предприятий и студентам-энергетикам быстро и эффективно получить навыки практической работы с высоковольтным оборудованием. Данное нововведение позволит проводить обучение в безопасной среде, при этом в условиях близких к реальным. Статья предназначена для специалистов в области электротехники, педагогов и студентов, интересующихся современными подходами к обучению и практической подготовке.

Ключевые термины: виртуальная реальность, образовательный процесс, высоковольтное оборудование.

Введение. В современном мире технологии совершенствуются каждый день – то, что вчера было лишь научной фантастикой, сегодня активно внедряется во все сферы нашей жизни. Так случилось и с VR-технологиями – сегодня они по праву занимают важную часть нашей жизни и уже внедрены в важнейшие ее сферы, такие как вооруженные силы, медицина, образование, промышленное производство, строительство, торговля и т. д. [1]. Поэтому применение современных VR-технологий в электроэнергетике подчеркивает актуальность данной работы. Особенно важное значение имеет применение VR-технологий при организации процесса обучения как студентов, так и действующих сотрудников энергетических предприятий, что позволит улучшить качество обучения за счет повышения практических навыков работы в электроустановках, при этом обучение проводится на моделях реальных объектов электроэнергетики, при этом обучающийся получает практические навыки взаимодействия с электрооборудованием, но без

проведения переключений в действующих электроустановках, что особенно важно для обеспечения требований по электробезопасности.

Основной целью является разработка и внедрение сценария работы по оперативным переключениям на подстанции 110/10 кВ, который позволяет создать модель реальных условий работы и взаимодействия с электрическим оборудованием

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать схемы и визуализацию 3D модели подстанции 110/10 кВ;
- составить бланк переключений для лабораторной работы.

Ведущий подход. Виртуальная реальность (от англ. Virtual Reality) – это технология, которая погружает пользователя в цифровое пространство так, что оно кажется ему реальным. Чтобы испытать это ощущение, нужно надеть специальное устройство – VR-очки или шлем. Экраны внутри них показывают стереоскопическую картинку, а специальные сенсоры и контроллеры отслеживают движения головы и тела. В итоге пользователь может взаимодействовать с виртуальным пространством почти как с реальным [2].

VR технологии открывают новые возможности для подготовки высококвалифицированных специалистов и улучшения образовательного процесса. Используя VR, студенты могут участвовать в практических занятиях, которые позволяют им развивать навыки и знания в безопасной, контролируемой обстановке. Также VR может помочь устранить проблему нехватки ресурсов и доступа к дорогому оборудованию, что часто затрудняет эффективность традиционного обучения. Виртуальная реальность в учебном процессе обладает следующими преимуществами:

- создание эффекта присутствия, который способствует концентрации на решении задач;
- погружение в виртуальную атмосферу, что позволяет глубже взаимодействовать с учебным материалом и лучше понять предмет;
- интерактивное обучение, которое позволяет учащимся активно участвовать в процессах и симуляциях, повышая интерес и способствуя запоминанию информации;

– персонализация обучения, позволяющая преподавателям формировать индивидуальные учебные среды, соответствующие потребностям каждого студента, что может привести к улучшению вовлеченности и успеваемости;

– сделать образование более доступным для студентов, сталкивающихся с трудностями традиционного обучения, например, из-за географической удаленности, так как VR дает доступ к учебным материалам и симуляциям из любого места с интернетом;

– экономическая эффективность использования виртуальной реальности в образовании, позволяющая создавать разнообразный образовательный контент и симуляции, что может снизить затраты на традиционное обучение, включая поездки и учебные материалы.

Результаты исследования. В данной виртуальной лабораторной работе была выбрана схема подстанции 110/10 кВ, которая включает в себя четырехугольник с двумя параллельно работающими трансформаторами (рис. 1). Эта схема была взята из источника [3].

На основании данной схемы студенты факультета технологий, инжиниринга и дизайна совместно со студентами электротехнического факультета разработали 3D модель подстанции 110/10 кВ, которая, в результате многих тестирований, прошла многочисленные доработки. Итогом стала обновленная VR модель подстанции. Для проведения оперативных переключений используется стандартный бланк переключений [4, 5], пример такого бланка, предоставленный с реального объекта, показан на рис. 2.

Цель этих переключений – вывести трансформатор Т1 в ремонт. Процесс начинается с активации системы и загрузки локации, затем следует включение оборудования. Надев шлем и взяв контроллеры, вы попадаете в комнату оперативного персонала, где получаете звонок от диспетчера электросетей с просьбой о выводе трансформатора на ремонт. Этот шаг согласуется с руководством для получения разрешения на выполнение работ. После этого начинается последовательное выполнение переключений по инструкциям на планшете, где указана конкретная задача.

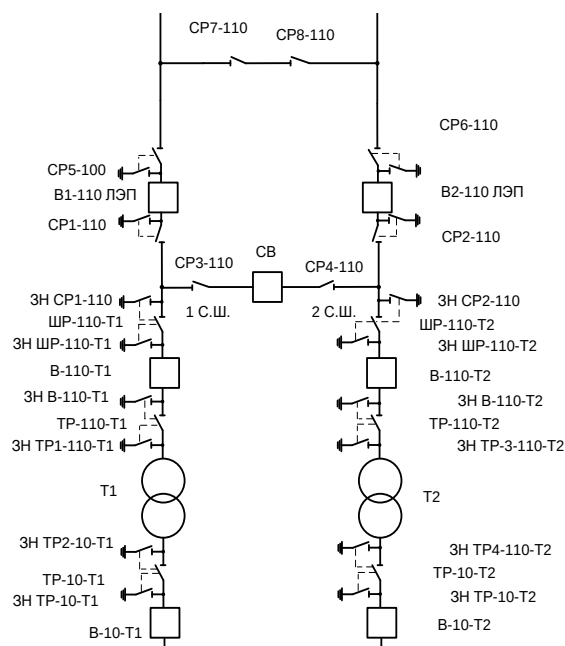


Рисунок 1. Схема подстанции 110/10 кВ.

Утверждено: _____

« ____ » 20 г.

Форма ЭУ-54 [5361319]

Утверждена ОАО «РЖД» в 2004г.

Предприятие _____

Цех _____

РАЗОВЫЙ БЛАНК ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ № 7

Наименование электроустановки ПС Мухомово ОРУ 110 кВ
(подстанция, распределительство, линия)

« ____ » 20 г. начало ____ час. ____ мин.

конец ____ час. ____ мин.

Задание на переключение: Вывести в ремонт Т1

1. Вывести АПВ В-1-110, СВ-110
2. Отключить В-10-Т1
3. Проверить отключенное положение В-10-Т1
4. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Не включать работают люди»
5. Отключить В-110-Т1
6. Проверить отключенное положение В-110-Т1
7. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Не включать работают люди»
8. Снять предохранители в цепях управления В-10-Т1 на панели РУ-10кВ в щитовой
9. Снять предохранители в цепях управления В-110-Т1 на панели управления Т1, 2 в щитовой
10. Проверить состояние опорной изоляции ШР-110-Т1
11. Отключить ШР-110-Т1
12. Проверить отключенное положение ШР-110-Т1
13. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Не включать работают люди»
14. Проверить состояние опорной изоляции ТР-10-Т1
15. Отключить ТР-10-Т1
16. Проверить отключенное положение ТР-10-Т1
17. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Не включать работают люди»
18. Проверить состояние опорной изоляции ЗОН Т-1
19. Отключить ЗОН Т-1
20. Проверить отключенное положение ЗОН Т-1
21. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Не включать работают люди»
22. Проверить отсутствие напряжения на ШР-110-Т1 в сторону Т1
23. Включить 3Н ШР-110-Т1 в сторону Т1
24. Проверить включенное положение 3Н ШР-110-Т1 в сторону Т1
25. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Заземлено»
26. Отключить ТР1-110-Т1
27. Включить 3Н ТР1-110-Т1 в сторону Т1
28. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Заземлено»
29. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Не включать работают люди»
30. Проверить отсутствие напряжения на ТР-10-Т1 в сторону Т1
31. Включить 3Н ТР-10-Т1 в сторону Т1
32. Проверить включенное положение 3Н ТР-10-Т1 в сторону Т1
33. Вывесить плакаты согласно ПТБ «Заземлено»
34. Ограждать каятом рабочее место
35. Вывесить плакаты согласно ПТБ

Рисунок 2. Бланк переключений.

Проект предоставляет возможность проводить как учебные, так и экзаменационные сессии. Сценарии тренажера созданы на основе инструкций и регламентов, что позволяет сотрудникам углубиться в реалистичную обстановку и отрабатывать действия до автоматизма. Это существенно повышает уровень

их осознанности при работе с настоящим оборудованием и снижает риски инцидентов и аварийных ситуаций. Сотрудники и студенты могут проходить сценарии в учебных кабинетах и аудиториях. Результаты обучения и тестирования автоматически формируются в отчеты, которые получает руководитель, а видеозаписи сессий служат для анализа ошибок.

В рамках проекта было проведено существенное улучшение качества 3D моделей, увеличена детализация объектов, что сделало их более реалистичными и привлекательными. Все эти усовершенствования повысили качество визуализации и интерес пользователей к проекту [7].

На рис. 3 представлен внешний вид подстанции, которая воспроизведена с помощью VR-технологии.

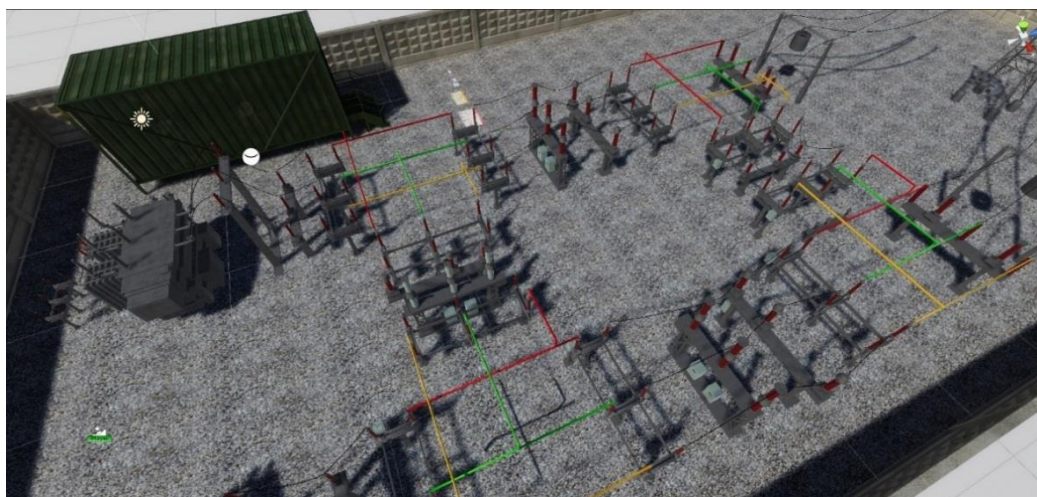


Рисунок 3. Внешний вид модели.

Выводы. Создание VR модели подстанции 110/10 кВ представляет собой значительный шаг вперед в области образовательных и эксплуатационных технологий. В результате работы выполнены все поставленные задачи: разработана электрическая схема и визуальная модель подстанции 110/10 кВ; составлен бланк оперативных переключений для работы в лабораторных условиях. В конечном итоге, реализация данного проекта открывает новые горизонты для использования современных технологий в энергетике, способствуя не только улучшению качества образования, но и повышению уровня безопасности и надежности энергетической инфраструктуры.

Библиографический список

1. Эффективность применения VR-технологий в процессе обучения персонала предприятий энергетики. URL: <https://infourok.ru/statya-na-temu-effektivnost-primeneniya-vr-tehnologij-v-processe-obucheniya-personala-predpriyatij-energetiki> (дата обращения 16.02.2025).
2. Технологии виртуальной реальности. URL: <https://practicum.yandex.ru/blog/tehno-logii-virtualnoy-realnosti/> (дата обращения 16.02.2025).
3. Рожкова Л. Д., Карнеева Л. К., Чиркова Т. В. Электрооборудование электрических станций и подстанций : учеб. для студ. учреждений сред. проф. образования. 10-е изд., стер. М. : Изд. центр «Академия», 2013. 448 с.
4. Об утверждении Правил переключений в электроустановках : приказ Минэнерго РФ от 13.09.2018 № 757 : редакция от 09.12.2024 ; действ. с 08.01.2025. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=486888#h781> (дата обращения 16.02.2025).
5. ГОСТ Р 55608-2018. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Переключения в электроустановках. Общие требования : принят 09.10.2018 ; действ. с 01.03.2019. М., 2018. URL: <https://megaporm.ru/Data2/1/4293734/4293734189.pdf> (дата обращения 17.02.2025).
6. Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок : приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 № 903Н : редакция от 29.04.2022 ; действ. с 01.09.2022. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=430799> (дата обращения 17.02.2025).
7. Басманов, В. Г., Жаворонков М. А. Применение VR-технологий в учебном процессе при подготовке студентов-энергетиков на примере лабораторной работы по оперативным переключениям на подстанции 110/10 кВ // Актуальные вопросы и современные тенденции развития электроэнергетики и электротехники : сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф., посвящ. 60-летию образования Электротехнического факультета ВятГУ, Киров, 13 сент. 2023 г. Киров : Вятский государственный университет, 2023. С. 40–44.

Исследование стратегии реализации снижения износов в узле скользящего токосъема электрических машин за счет использования в электрощетках антифрикционных цилиндрических вкладышей

Изотов Сергей Анатольевич, канд. техн. наук,
старший научный сотрудник кафедры электрических машин,
Вятский государственный университет

Аннотация. В работе продолжено исследование возможности натурным экспериментом на шлифовальных машинах оценить техническую стратегию применения антифрикционных цилиндрических вкладышей из ряда порошковых материалов, спеченных со связующим в серийно выпускаемых электрощетках ГЗЗИ. Цилиндрические вкладыши формировали из необходимого количества порошковой антифрикционной смеси на двухсторонней пресс-форме при различных давлениях в зависимости от природы порошкового материала и его насыпной плотности и закрепляли в предварительно сделанных параллельных отверстиях в теле углеродистых щеток ГЗЗИ. Испытания в режимах имитирующих реальные условия работы машин шлифовально-угловальных (МШУ2.2-230) позволили сделать вывод об эффективности антифрикционного действия некоторых порошковых веществ в виде двух цилиндрических стержней, внедренных в щетки параллельно друг другу и перпендикулярно дорожке скольжения.

Ключевые слова: износ щеток, электрические машины, коллекторы и токосъёмные кольца, цилиндрические твердо-смазывающие стержни, порошковые антифрикционные материалы.

Введение. Известной проблемой в узле скользящего токосъема электрических машин является быстрый износ электрощеток, связанный с отсутствием политурной пленки, считающейся твердой смазкой [1]. Часто данный негативный процесс зависит от множества не поддающихся контролю факторов [2]. Создание условий снижения трения скольжения возможно за счет применения принудительного смазывания контактной границы инородными антифрикционными композиционными твердыми смазками. Последнее возможно за счет размещения в теле электрощетки цилиндрических вкладышей перпендикулярно дорожке скольжения. Исследование применимости наиболее известных порошковых материалов для реализации этой стратегии является важным звеном по пути борьбы с повышенным эксплуатационным износом как щеточных материалов, так и металлических контртел (коллекторов или колец).

Основными известными соединениями, используемыми в качестве порошковых антифрикционных смазок, является дисульфид молибдена и смазывающий графит. Следует, однако, отметить, что температурная стойкость дисульфида к окислению не превышает 350°C и он постепенно окисляется до MoO₃ имеющий

сравнительно высокий коэффициент трения, превышающий коэффициент трения дисульфида молибдена зачастую на порядок [3]. Другим перспективным антифрикционным порошком, широко выпускаемым отечественной промышленностью, является смазывающий графит марки ГС-4 (природный кристаллический графит) имеющий коэффициент трения по металлу до 0,1. В отличие от дисульфида молибдена, эффективность которого может существенно снижаться во влажной атмосфере из-за его возможного окисления, для данного химвещества повышение влажности даже увеличивает эффективность его смазывающего воздействия, что несомненно может представлять интерес к применению для сухого ротапринтного смазывания и во влажных воздушных средах. Кроме того, общеизвестным является термостойкость графитовых порошков составляющих 600-800⁰С.

Также в последнее время отмечается использование порошковых композиций на основе оксида цинка в качестве антифрикционных смазок. Оксид цинка имеет такую же гексагональную структуру, как и слоистый дисульфид молибдена и графиты. И хотя он имеет более высокий коэффициент трения по металлу чем сульфиды, но имеются сведения о снижении оксидом цинка процесса искрения и дугообразования при токопередаче, что напрямую может быть связано с его варисторными свойствами [4]. Термостабильность оксида цинка как соединения с сохранением физико-химических характеристик достигает 1800⁰С.

В связи с возможными перспективными смазывающими параметрами перечисленных выше порошков осуществляли практическую сравнительную оценку данных соединений по влиянию их на износы щеток в узле скользящего токосъема путем создания на дорожке скольжения пленки указанных веществ из композиционных цилиндрических стержней внедренных в штатные электрощетки перпендикулярно поверхности скольжения МШУ2.2-230..

Методы исследования. Порошковые твердо-смазочные материалы для изготовления цилиндрических антифрикционных смазочных стержней щеток ГЗЗИ получали на основе прессования соответствующих порошков, скрепленных бакелитовой связкой.

Для оценки эффективности влияния на износы твердо – смазочных вкладышей в щетках ГЗЗИ в сравнении со штатными щетками производили оценочные испытания на экспериментальных стендах для МШУ2.2-230 имитирующие режим работы данных электромашин в реальных условиях в течении 10.5 общего времени работы машины.

Результаты исследований, их обсуждение.

Как следует из таблицы 1 и 2, использование бакелизированных стержней из ГС-4 позволяет снизить износы щеток ГЗЗИ от 7 до 46 %.

Таблица 1

Величины износов штатных щеток ГЗЗИ МШУ 2.2-230 (№ 1, № 2)

Мощность нагрузки 1350Вт, время работы – 10.5ч, ЭЩ1, ЭЩ2 – щетки штатные ГЗЗИ				
Износ	ЭЩ1		ЭЩ2	
	МШУ№1	МШУ№2	МШУ№1	МШУ№2
Износ по массе (г/ч)	0,032	0,037	0,042	0,039
Износ по высоте (мм/ч)	0,15	0,17	0,19	0,18

Таблица 2

Величины износа модифицированных щеток МШУ2.2-230

Мощность нагрузки 1350Вт, время работы- 10.5ч,				
Износ	ЭЩ1М, ЭЩ2М – модифицированные щетки штатные ГЗЗИ цилиндрическими вкладышами (ГС-4 со связкой)			
	МШУ№1	МШУ№2	МШУ№1	МШУ№2
	ЭЩ1М/ЭЩ1	ЭЩ1М/ЭЩ1	ЭЩ2М/ЭЩ2	ЭЩ2М/ЭЩ2
Износ по массе (г/ч)	0,03/0,032	0,032/0,037	0,029/0,042	0,033/0,039
Износ по высоте (мм /ч)	0,14/0,15	0,13/0,17	0,13/0,19	0,13/0,18
Изменение износа с базовыми щетками по массе (раз)	Уменьшение в 1,07	Уменьшение в 1,16	Уменьшение в 1,45	Уменьшение в 1,18
Изменение износа с базовыми щетками по высоте (раз)	Уменьшение в 1,07	Уменьшение в 1,31	Уменьшение в 1,46	Уменьшение 1,38

ЭЩ1, ЭЩ2 – базовые щетки ГЗЗИ

Согласно таблице 1 и 3, применение смазывающих цилиндрических стержней из оксида цинка в нагрузочных испытаниях со связками разным процентным содержанием ЛБС-1 позволяет значительно снизить износы модифицированных щеток. В первом случае на 50 – 110 %. При большей связке до-

стигнуто снижение на 60–116%. Визуальный осмотр коллектора при испытаниях данного материала не выявил износов коллекторных пластин по периметру. На поверхности коллектора проступали отчетливые полосы смазывающей дорожки от стержней из оксида цинка. Выработки коллекторных пластин по периметру обнаружено не было.

Таблица 3

Величины износа модифицированных щеток МШУ2.2-230

Мощность нагрузки 1350Вт, время работы -10.5ч,				
Износ	ЭЩ1М,ЭЩ2М – модифицированные щетки штатные ГЗ3И цилиндрическими вкладышами (оксид цинка с двумя разным процентом связки)			
	МШУ№1 (меньший %)	МШУ№2 (большой %)	МШУ№1 (меньший %)	МШУ№2 (большой %)
	ЭЩ1М/ЭЩ1	ЭЩМ1/ЭЩ1	ЭЩМ2/ЭЩ2	ЭЩМ2/ЭЩ2
Износ по массе (г/ч)	0,02/0,032	0,023/0,037	0,27/0,042	0018/0,039
Износ по высоте (мм/ч)	0,1/0,15	0,087/0,17	0,09/0,19	0,09/0,18
Изменение износа с базовыми щетками по массе (раз)	Уменьшение в 1,6	Уменьшение в 1,6	Уменьшение в 1,55	Уменьшение в 2,16
Изменение износа с базовыми щетками по высоте (раз)	Уменьшение в 1,5	Уменьшение в 1,95	Уменьшение в 2,1	Уменьшение в 2,0

ЭЩ1, ЭЩ2 – базовые щетки ГЗ3И

Согласно таблице 1 и 4, в ходе нагрузочных испытаний применение дисульфида молибдена для снижения износов не получило положительного эффекта. Следует отметить, что в отдельных случаях обнаружено даже ухудшение трибодинамики износа на 35-53 % по щетке ЭЩ1. Это может согласовываться с общепринятым положением что в случае высоких контактных температур происходит быстрое окисление дисульфида молибдена и скорость возобновления его антифрикционной пленки из смазывающего стержня на дорожке скольжения недостаточна по сравнению с образованием оксида молибдена.

Величины износа модифицированных щеток МШУ2.2-230

Мощность нагрузки 1350Вт, время работы – 10.5ч.				
Износ	ЭЩ1М, ЭЩ2М – модифицированные щетки штатные ГЗЗИ цилиндрическими вкладышами (MoS2 со связкой)			
	МШУ№1	МШУ№2	МШУ№1	МШУ№2
	ЭЩМ1/ЭЩ1	ЭЩМ1/ЭЩ1	ЭЩМ2/ЭЩ2	ЭЩМ2/ЭЩ2
Износ по массе (г/ч)	0,049/0,032	0,05/0,037	0,042/0,042	0,039/0,039
Износ по высоте (мм/ч)	0,19/0,15	0,2/0,17	0,19/0,19	0,18/0,18
Изменение износа с базовыми щетками по массе(раз)	Увеличение в 1,53	Увеличение в 1,35	Уменьшения нет	Уменьшения нет
Изменение износа с базовыми щетками по высоте (раз)	Увеличение в 1,27	Увеличение в 1,17	Уменьшения нет	Уменьшения нет

ЭЩ1, ЭЩ2 – базовые щетки ГЗЗИ

Выводы. Проведенный натурный эксперимент показал, что наиболее эффективным твердо-смазывающим материалом для изготовления антифрикционных стержней в щетки ГЗЗИ для МШУ2.2-230 является оксид цинка со связующим ЛБС-1 позволяющий снизить износы в ходе нагрузочных испытаний до 2 раз. Использование дисульфида молибдена для снижения износов в машинах МШУ2.2-230 не позволило достигнуть положительного эффекта в нагрузочных испытаниях. Однако вполне очевидно, что эти материалы возможно использовать на других электрических машинах, имеющих невысокие контактные температуры и обороты. Применение смазывающего графита ГС-4 не выявила отчетливой положительной динамики в нагрузочных испытаниях. Тем не менее, позволило снизить износы от 7 до 45%. Это, по всей видимости, связано с более стабильным коэффициентом трения по металлу графита, чем сульфидов металлов.

Библиографический список

1. Самородов Ю. Н. Риски повреждения турбогенераторов. Библиотечка электротехника. Вып. 3. Ч. 1. М. : НТФ «Энергопрогресс» : Энергетик, 2011. 80 с.
2. Ростик Г. В. Оценка технического состояния турбогенераторов : учеб.- практ. пособие / Федер. агентство по образованию, Ин-т повышения квалификации гос. служащих, каф. «Эксплуатация энергет. объектов и энергосбытовая деятельность», сектор «Техн. перевооружение, модернизация и ремонт в энергетике». М. : ИПК госслужбы, 2008. 489 с.
3. Самородов Ю. Н. Парадоксальные свойства скользящего контакта в ЩКА. Библиотечка электротехника. № 6. М. : Приложение к журналу «Энергетик», 2013. 75 с.
4. Ан В. В. Закономерности получения наноконструкционных оксидов и халькогенидов металлов (Cu, Zn, Sn, Mo, W) и материалы на их основе для триботехики и фотовольтаики : дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2019. 303 с.

Ориентация по мобильной связи GSM

Козловский Артём Владимирович, студент,
направление подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»,
РТУ МИРЭА Институт радиоэлектроники и информатики
Литвинов Святослав Викторович, канд. техн. наук,
доцент кафедры радиоэлектронных систем и комплексов,
РТУ МИРЭА Институт радиоэлектроники и информатики

Аннотация. В современных условиях определение местоположения и ориентации мобильных устройств с высокой точностью остается актуальной задачей, особенно в зонах с ограниченным покрытием сотовой сети, где использование GPS невозможно или нецелесообразно. При этом плотность размещения базовых станций в удаленных районах часто оказывается недостаточной для точного позиционирования традиционными методами. Традиционные методы GSM-позиционирования, такие как CELL ID и RSSI, обладают значительной погрешностью, что особенно заметно в условиях работы с одной базовой станцией. Это существенно ограничивает их применение в удаленных районах и требует разработки новых подходов к обработке сигналов.

Цель статьи – разработать и оценить эффективность комбинированного метода позиционирования на основе CELL ID TA и RSSI для определения местоположения мобильного устройства при работе с одной базовой станцией. Разработан алгоритм обработки сигналов, сочетающий преимущества временных (TA) и мощностных (RSSI) характеристик. Показано, что предложенный метод интервального пересечения позволяет повысить точность позиционирования даже при ограниченном количестве доступных данных.

Предложенный метод интервального пересечения для объединения данных TA и RSSI демонстрирует значительное улучшение точности позиционирования

Результаты исследования расширяют возможности использования GSM-позиционирования в условиях, где традиционные методы навигации недоступны. Разработанный подход может быть применен в системах, требующих определения местоположения в удаленных и труднодоступных территориях

Ключевые слова: GSM, RSSI, TA, базовая станция, ориентация, интервальное пересечение.

Введение. Актуальность исследования определяется растущей потребностью в альтернативных методах позиционирования мобильных устройств в условиях, когда сигналы глобальных навигационных спутниковых систем (GNSS) недоступны. Как отмечает С. Санд в своей работе "Основы мобильной связи", традиционные методы GSM-позиционирования, такие как идентификатор соты (Cell ID) и индикатор уровня принимаемого сигнала (RSSI), обеспечивают точность лишь в пределах 100–1000 метров, что недостаточно для многих приложений [1].

Проблема исследования заключается в необходимости разработки методов повышения точности позиционирования при ограниченном количестве базовых станций.

Целью данной работы является разработка комбинированного метода позиционирования, сочетающего временные (Timing Advance) и мощностные (RSSI) характеристики сигнала GSM.

Как показано в монографии Дж. Ли "Беспроводные системы позиционирования", комбинирование различных характеристик сигнала позволяет значительно повысить точность определения местоположения [2].

Таким образом, предлагаемый подход имеет значительный потенциал для применения в системах мониторинга транспорта, навигации и других областях, где использование спутниковых систем невозможно или ограничено [3].

Ведущий подход

Методы позиционирования

Как правило, местоположение мобильной станции неизвестно, тогда как для измерений используется несколько стационарных станций. Ниже описаны процедуры локализации в этих условиях. Это можно сделать с помощью трилатерации, измерения расстояний. Кроме того, определение местоположения может также основываться на определении соседства (близости). Различные методы более подробно описаны ниже.

Время прибытия

Метод времени прибытия (TOA) измеряет время прохождения сигналов. Это позволяет определить расстояние между передатчиком и приемником. Если расстояние определяется по удвоенному расстоянию, то это можно опустить. при проведении измерения расстояния из трех разных точек можно провести трилатерацию. (Рис. 1).

Окружности пересечения, полученные из сфер, снова пересекаются в двух точках, которые представляют собой возможные решения для положения новой точки. (Рис. 2).

Разница во времени прихода сигнала

Этот метод основан на измерении разницы во времени между мобильной станцией и стационарными станциями. Для расчета положения, сигналу присваивается временная метка для дальнейшей передачи информации. Затем местопо-

жение мобильной станции можно рассчитать на основе разницы между соответствующими временными метками с использованием трилатерации (Рис.3).

Ячейка происхождения

Cell of Origin (или Access Point Monitoring) – это процесс, в котором базовые станции имеют сотовую структуру. Приемник всегда подключается к ближайшей базовой станции. Поскольку позиции базовых станций известны, то определение расположения мобильной станции представлено следующим образом. (Рис. 4). Точность этого метода зависит от плотности базовых станций.

Принцип определения ориентации на основе методов CELL ID TA и RSSI

В сильно отдаленных от города местностях присутствует вероятность того, что мобильное устройство будет покрывать лишь одна базовая станция. В таком случае некоторые методы позиционирования не будут работать, а у остальных наблюдается большая погрешность в вычислении дальности до цели.

Рассмотрим метод CELL ID TA. При подключении мобильного устройства к базовой станции определяется ячейка, в которой оно располагается. Таким образом, приблизительное направление до цели известно. Далее базовая станция измеряет, когда пришел сигнал от мобильного устройства и сравнивает с тем, когда должна была прийти передача, если бы устройство было поблизости.

Для определения дальности до цели методом RSSI (по уровню сигнала), используется формула Фрииса, после чего, методом пересечений интервалов получается итоговое расстояние с уменьшенной погрешностью

Результаты исследований, их обсуждение.

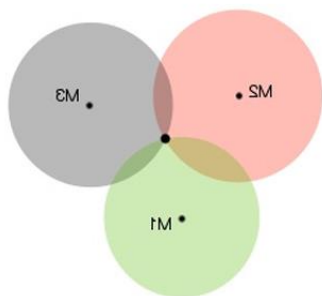


Рисунок 1. Трилатерация

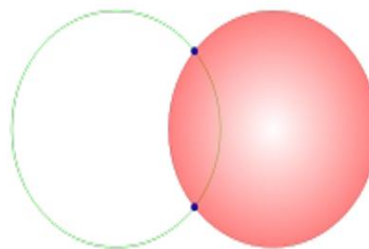


Рисунок 2. Сферическое сечение

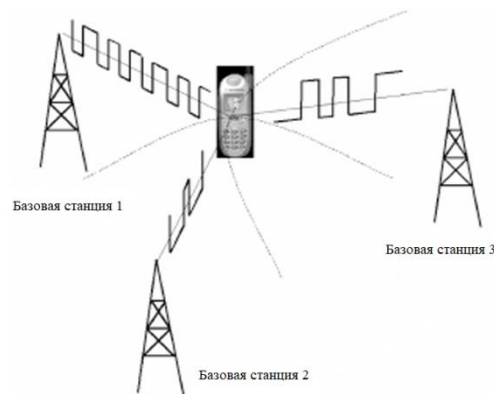


Рисунок 3. Гиперболические сечения

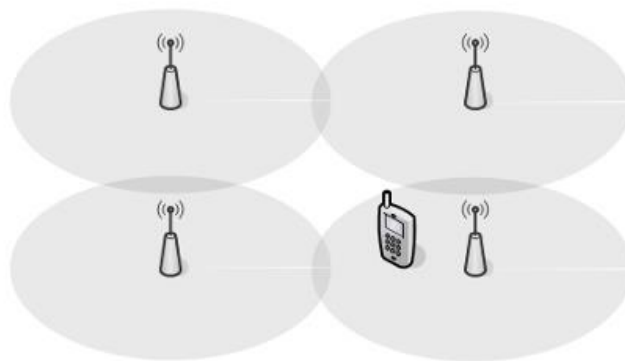


Рис. 4. Определение местоположения на основе исходной ячейки

Теперь рассмотрим принцип определения ориентации на основе CELL ID TA и RSSI на конкретном примере с использованием формул.

Формула для расчета расстояния по TA:

$$D = TA \times d_{TA}, \text{ где}$$

D – расстояние от мобильного устройства до базовой станции, в метрах.

TA – значение Timing Advance (целое число от 0 до 63), всегда известное оператору, так как оно нужно для синхронизации и работы сети.

d_{TA} – расстояние, соответствующее одному шагу TA, равное 553.5 метра по стандарту.

Для определения дальности до цели методом RSSI (по уровню сигнала), воспользуемся формулой Фрииса, которая приведена для идеальных условий (отсутствуют препятствия, отражения и т. д.)

$$\frac{P_r}{P_t} = G_t G_r \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2, \text{ где}$$

G_t – коэффициент усиления передающей антенны.

G_r – коэффициент усиления приемной антенны.

P_t , P_r – мощности передающей и приемной антенн соответственно.

R – искомое расстояние между антеннами.

λ – длина волны в метрах, соответствующая частоте передачи.

В двух методах присутствует погрешность. Так, метод ТА показывает лучшие результаты в чистом поле, где нет препятствий и отражений от посторонних объектов, в то время как RSSI помогает в сложной среде (лес, рельеф, постройки), где результат ТА может выдавать значительную ошибку в расчетах. При этом формула Фрииса предполагает идеальные условия и также имеет погрешность в вычислении дальности до цели.

Для минимизации погрешности воспользуемся методом интервального пересечения. Учитываем погрешность ТА (± 275 м) и RSSI (± 200 м), предположим, что дальность до цели рассчитана для обоих методов ($R_{TA} = 2.2$ км и $R_{RSSI} = 2.5$ км). Метод ТА дает диапазон $[1.925 - 2.475$ км], RSSI $[2.3 - 2.7$ км]. Таким образом получим пересечение интервалов $[2.3 - 2.475$ км] и посчитаем среднее значение по пересечению:

$$R_{\text{итог}} = \frac{2.3 + 2.475}{2} = 2.3875 \text{ км} \pm 90 \text{ м}$$

Теперь имеем более точное расстояние до искомой цели.

Выводы. Проведенное исследование позволило разработать комбинированный метод GSM-позиционирования, сочетающий технологии CELL ID ТА и RSSI, который демонстрирует повышенную точность определения местоположения в условиях ограниченного покрытия сотовой сети. Применение алгоритма интервального пересечения для обработки временных и мощностных характеристик сигнала позволило снизить погрешность измерений до 90 метров даже при работе с одной базовой станцией. Полученные результаты имеют важное практическое значение для систем навигации в удаленных районах и помещениях, где использование спутниковых технологий невозможно.

Библиографический список

1. Sand S. Fundamentals of Mobile Communications. B. : Springer, 2018. 320 p.
2. Lee J. Wireless Positioning Systems. N. Y. : Wiley, 2019. 280 p.
3. Brown T. et al. Location-Based Services: Fundamentals and Applications. L. : Elsevier, 2022. 410 p.

4. Козловский А. В., Литвинов С. В. Определение ориентации по азимуту по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем // Сборник научных статей по материалам VIII Международной научно-практической конференции «Радиоинфоком-2024», Москва, 18–22 ноября 2024 года. М. : МИРЭА-Российский технологический университет, 2024. С. 95–98. EDN UAJUEH.

Строительные материалы как источник опасности при проведении процедуры оценки профессиональных рисков

Кузнецова Дарья Александровна, старший преподаватель
кафедры строительного производства,
Вятский государственный университет

Половникова Елизавета Леонидовна, студент,
направление подготовки «Промышленное и гражданское строительство»,
Вятский государственный университет

Трухин Григорий Игоревич, студент,
направление подготовки «Промышленное и гражданское строительство»,
Вятский государственный университет

Фуфачева Анна Сергеевна, студент,
направление подготовки «Промышленное и гражданское строительство»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Строительство ежегодно входит в пятерку самых травмоопасных производств в Российской Федерации, несмотря на применяемые меры и проводимые мероприятия. С недавних пор оценка профессиональных рисков является обязательной для всех работодателей. Чтобы качественно провести данную процедуру независимо от выбранной методики, необходимо особо тщательно подойти к этапу идентификации опасностей. Во время возведения зданий и сооружений строители большую часть времени взаимодействуют со строительными материалами. В связи с этим нами были рассмотрены строительные материалы как источники опасностей для работников. На основании полученных данных составлены перечни опасностей и возможных последствий для организма человека. Результаты исследования позволят более тщательно проводить процедуру оценки профессиональных рисков у работников строительной отрасли.

Ключевые слова: строительные материалы, источник опасности, оценка профессиональных рисков.

Строительство всегда было одним из самых травмоопасных производств. Не смотря на применяемые меры, количество несчастных случаев и случаев впервые выявленных профессиональных заболеваний до сих пор остается на высоком уровне [1]. Так по данным Росстата в Российской Федерации за 2023 год на предприятиях строительной отрасли 1650 человек получили производственные травмы, из них 190 человек – травмы со смертельным исходом. У 80 человек впервые выявили профессиональные заболевания [2].

С 2022 года все работодатели обязаны провести оценку профессиональных рисков на всех рабочих местах. На сегодняшний день существует более 40 методов оценки рисков и каждый из них имеет свои особенности. Однако, в целом можно выделить три основных этапа: идентификация источников опас-

ностей, составление реестра опасностей, оценка рисков. Первый этап (идентификация источников опасностей) является одним из ключевых [3], так как от качества его проработки в большей степени зависит исход.

Во время возведения здания, а также при его ремонте и реконструкции, строители большую часть времени взаимодействуют со строительными материалами. Поэтому важно учесть все риски, связанные с их эксплуатацией [4]. Таким образом целью нашего исследования было рассмотреть строительные материалы как источник опасностей на строительной площадке.

Методы исследований. Объектом исследования была локальная смета на возведение 8-этажного кирпичного дома. На основании нее был составлен список основных строительных материалов, используемых при возведении здания, а также проанализированы источники литературы, для определения вредных и опасных факторов, связанных с эксплуатацией строительных материалов.

Результаты. Ознакомившись с локальной сметой, мы составили список строительных материалов, взаимодействие с которыми, может привести к негативным последствиям. После этого, изучив научные публикации [5–9] выявили основные опасности для здоровья работника.

Для удобства результаты были оформлены в таблицу (Табл. 1).

Таблица 1

**Перечень опасностей и последствий на организм человека
при эксплуатации строительных материалов**

Источник опасности	Опасности	Последствия
Вязжущие вещества		
Раствор кладочный, цементный	Мелкодисперсная пыль	Заболевания легких, аллергический дерматит, раздражение слизистых оболочек
Стеновые материалы		
Кирпич керамический одинарный	Мелкодисперсная пыль, падение предмета	Заболевания легких, аллергический дерматит, раздражение слизистых оболочек, травма
Каркасы и сетки арматурные	Острые края	Травмы
Блок оконный из ПВХ-профилей	Возможность выделения токсичных веществ при сварке профилей, падение предмета, острые края	Отравление, аллергическая реакция, травма

Источник опасности	Опасности	Последствия
Полотна дверей деревянные глухие	Высокая пожароопасность, древесная пыль при обработке, падение предмета	Ожоги (в случае возгорания), заболевания легких, аллергический дерматит, раздражение слизистых оболочек, травма (при установке).
Отделочные материалы		
Полотно натяжного потолка Standart лаковое белое с бортиком из ПВХ	Возможность выделения токсичных веществ при сильном нагревании	Отравление, аллергическая реакция
Обои обыкновенного качества	Высокая пожароопасность, возможность выделения оксида углерода при возгорании, накопление мелкодисперсной пыли при неправильном хранении	Аллергические реакции
Плитка керамическая глазурованная для внутренней облицовки стен гладкая	Мелкодисперсная пыль, острые края	Заболевания легких, аллергический дерматит, раздражение слизистых оболочек, травма
Плиты огнезащитные ТехноНИКОЛЬ (базальтовая вата)	Мелкодисперсная пыль, фенольные смолы	Заболевания легких, аллергический дерматит, раздражение слизистых оболочек
Тепло и звукоизоляционные материалы		
Полистирол	Высокая пожароопасность, при нагревании выделяет двуокись углерода, окись углерода	Отравление
Подложка звукоизоляционная АКУФЛЕКС (полиэтилен)	Высокая пожароопасность, При нагревании способен выделять ацетальдегид, формальдегид, аэрозоль полиэтилена, угарный газ	Отравление
Герметики		
Битум	При нагревании выделяет бензол, триметилбензол, толуол, фуран, тиофен, акридин и т. п.	Отравление, раздражение слизистых оболочек
Природные и искусственные наполнители		
Песок природный для строительных работ	Мелкодисперсная пыль	Заболевания легких, аллергический дерматит, раздражение слизистых оболочек
Смеси бетонные тяжелого бетона		
Гравий керамзитовый		
Щебень		
Лакокрасочная группа		
Краска вододисперсионная для внутренних работ	Свинец, бензол, ацетон, толуол, стирол, изопропанол, этилацетат, метилэтилкетон, высокая пожароопасность	Отравление
Грунтовка акриловая, универсальная		
Краски силикатные		

Вывод. Рассмотрев строительные материалы как источник опасностей, мы выявили большой спектр возможностей получить травму или профессиональное заболевание при работе с ними. Для минимизации негативных последствий работникам рекомендуется соблюдать правила использования средств индивидуальной и коллективной защиты, требования техники безопасности, пожарной безопасности и правила по охране труда. А работодателю в свою очередь необходимо своевременно проводить обучение и проверку знаний по охране труда, инструктажи и периодические медицинские осмотры. А также следить за тем, чтобы используемые строительные материалы соответствовали требованиям безопасности для человека и окружающей среды.

Библиографический список

1. Влияние неблагоприятных производственных факторов на травматизм и заболеваемость работников строительной отрасли / И. В. Алибекова, Е. В. Кулакова, Т. Т. Каверзнева, Т. А. Шендакова // Проблемы анализа риска. 2020. Т. 17. № 6. С. 92–101.
2. Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/working_conditions (дата обращения: 08.04.2025).
3. Кузнецова Д. А. Сравнительный анализ методов оценки рисков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11. № 3(59). С. 154–158.
4. Пименов К. Расчет профессионального риска у работников строительной отрасли // Символ науки: международный научный журнал. 2024. Т. 1. № 6-1. С. 44–50.
5. Костенко С. А., Пискунов А. А. Разработка системы холодильной термостабилизации одежды ездового полотна на транспортных развязках с реверсивным использованием низкотемпературной геотермальной энергии // Инновации и инвестиции. 2021. № 7. С. 82–88.
6. Мочалов А. М. Методика снижения пожарной опасности пенополистирольных плит // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 1(34). С. 38–42.
7. Носарев К. К., Аксенов С. Г. Опасность образующихся при горении токсичных веществ и защита от них // E-Scio. 2022. № 10(73). С. 205–210.
8. Панасюгин А. С., Марцева С. В., Машерова Н. П. Степень воздействия выбросов в атмосферу, образующихся при применении лакокрасочной продукции в машиностроительном производстве // Литье и металлургия. 2024. № 2. С. 158–166.
9. Шишкина П. А. Экологические особенности производства окон ПВХ // Наука и образование сегодня. 2020. № 7(54). С. 41–42.

Применение принципа Гаусса в обобщенных координатах к исследованию движения робота-манипулятора

Левашов Александр Павлович, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры механики и инженерной графики,
Вятский государственный университет

Медведев Олег Юрьевич, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры механики и инженерной графики,
Вятский государственный университет

Бурдукова Анна Андреевна, студент,
направление подготовки «Промышленное и гражданское строительство»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Цель данной работы состоит в получении выражений принуждения в смысле Гаусса для твердого тела, одновременно участвующего в двух и более движениях, а также вывод дифференциальных уравнений движения тела из условий стационарности полученных выражений, что может заметно сократить объем и время вычислительных работ при проектировании сложных механических систем, к которым относятся и роботы-манипуляторы. В статье рассмотрена методика получения дифференциальных уравнений движения твердого тела, совершающего сложное движение, на примере робота-манипулятора типа «Версатран». Методика базируется на принципе наименьшего принуждения Гаусса для различных видов движения твердых тел.

Ключевые слова: роботы-манипуляторы, вариационные принципы, математическая модель, принуждение по Гауссу.

Введение. Любой промышленный робот–манипулятор представляет собой универсальный механизм, зачастую, имеющий несколько степеней свободы (осей подвижности). При разработке эскизного проекта промышленного робота оценивают скорости и ускорения характерных точек манипулятора, определяют нагрузку на модули в наиболее тяжелых режимах работы, формируют точностные требования к отдельным узлам манипулятора. Преобразование координат звеньев является одной из основных проблем, возникающих при анализе манипулятора [1].

Целью работы является кинематический анализ робота-манипулятора, который предполагает решение двух основополагающих задач: прямой и обратной задач кинематики [2].

Для пространственных механизмов наиболее эффективными методами решения на данный момент являются векторный метод и метод преобразования координат [3]. Однако недостаток всех этих методов заключается в решении

достаточно неудобных и громоздких матричных выражений, связывающие координатные системы всех звеньев механизма [1].

В работе [4] были получены с помощью принципа Гаусса дифференциальные уравнения в обобщенных координатах, описывающих динамику твердого тела и системы твердых тел, совершающих различные виды движения.

Ведущий подход. В качестве примера использования полученных дифференциальных уравнений движения твердого тела, совершающего сложное движение, рассмотрим манипулятор типа «Версатран» [5], изображенный на рисунке 1. Трением в кинематических парах будем пренебрегать.

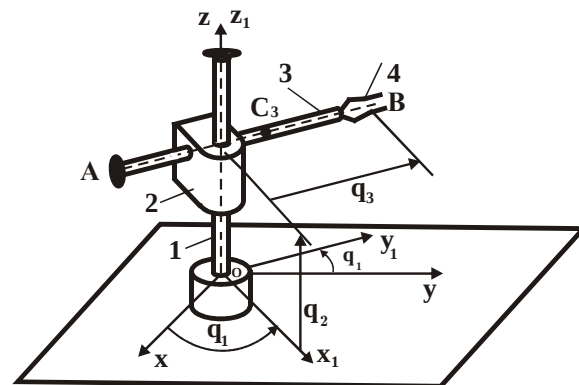


Рисунок 1. Манипулятор типа «Версатран»

Механизм робота-манипулятора типа «Версатран» состоит из поворотной колонны 1, траверсы 2, осуществляющей вертикальное перемещение, и выдвигающейся руки 3, несущей схват 4 (рис. 1).

Момент инерции колонны 1 относительно оси ее поворота равен J_{z1} . Масса траверсы 2 равна m_2 , а её момент инерции относительно центра масс равен J_{zc2} . Выдвигающаяся рука 3 со схватом имеет массу m_3 и длину $AB=L$, а расстояние от упора руки А до ее центра масс $AC_3=d$ (рис.2). Момент инерции выдвигающейся руки 3 относительно оси, проходящей через центр масс C_3 параллельно оси вращения колонны равен J_{zc3} . Поворот колонны относительно оси OZ происходит под действием управляющего момента $M_{упр}$. Поступательное движение траверсы 2 в вертикальном направлении обеспечивается действием управляющей силы $F_{упpz}$, а поступательное движение руки со схватом обеспечивается действием управляющей силы $F_{упру}$.

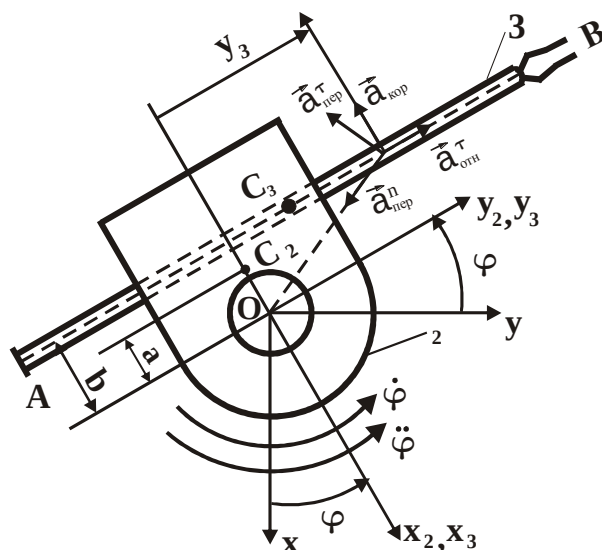


Рисунок 2. Траверса, вращающаяся вокруг неподвижной оси OZ

Принуждение по Гауссу для колонны 1 робота-манипулятора типа «Версатран» (рис. 1), вращающейся вокруг неподвижной оси OZ выражается формулой:

$$Z_1 = \frac{1}{2} J_{z1} \left(\ddot{\varphi} - \frac{M_{z1упр}}{J_{z1}} \right)^2.$$

Принуждение по Гауссу для траверсы 2 (рис. 2), вращающейся вокруг неподвижной оси OZ (переносное движение) и движущейся поступательно вдоль этой оси (относительное движение), выражается формулой:

$$Z_2 = Z_{2вращ}^{пер} + Z_{2пост}^{отн} = \frac{1}{2} J_{z2} \left(\ddot{\varphi} - \frac{M_{z2упр}}{J_{z2}} \right)^2 + \frac{1}{2} m_2 \left(\ddot{z} - \frac{-m_2 g + F_{z2упр}}{m_2} \right)^2,$$

где $J_{z2} = J_{zc2} + m_2 a^2$ – момент инерции траверсы относительно оси вращения колонны.

Выдвижная рука со схватом 3 совершает сложное движение. Оно состоит из относительного движения (поступательного движения вдоль оси OY) и переносного движения (поступательного движения вдоль оси OZ и вращения вокруг этой оси). Принуждение по Гауссу для выдвижной руки будет определяться формулой:

$$Z_3 = Z_{3\text{вращ}}^{\text{пер}} + Z_{3\text{пост}}^{\text{пер}} + Z_{3\text{постX}}^{\text{отн}} + Z_{3\text{постY}}^{\text{отн}} = \frac{1}{2} J_{Z3} \left(\ddot{\phi} - \frac{M_{Z3\text{упр}}}{J_{Z3}} \right)^2 +$$

$$+ \frac{1}{2} m_3 \left(\ddot{z} - \frac{-m_3 g + F_{Z3\text{упр}}}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{2} m_3 \left(a_{C3x} - \frac{F_{X3\text{упр}}}{m_3} \right)^2 + \frac{1}{2} m_3 \left(a_{C3y} - \frac{F_{Y3\text{упр}}}{m_3} \right)^2,$$

где $a_{C3x} = -2\dot{\phi}\dot{y}_{C3} + \dot{\phi}^2 b - \ddot{\phi}y$ – проекция на ось ОУ абсолютного ускорения центра масс руки манипулятора со схватом; $F_{X3\text{упр}} = 0$;

$a_{C3y} = \ddot{y}_{C3} - y_{C3}\dot{\phi}^2 - b\ddot{\phi}$ – проекция на ось ОУ абсолютного ускорения центра масс руки манипулятора со схватом;

$J_{Z3} = J_{ZC3} + m_3 \cdot (b^2 + y^2)$ – момент инерции руки манипулятора со схватом относительно оси вращения колонны.

Результаты исследований, их обсуждение. Окончательно принуждение по Гауссу для рассматриваемой системы можно представить в виде:

$$Z = Z_1 + Z_{2\text{вращ}}^{\text{пер}} + Z_{2\text{пост}}^{\text{отн}} + Z_{3\text{вращ}}^{\text{пер}} + Z_{3\text{пост}}^{\text{пер}} + Z_{3\text{постX}}^{\text{отн}} + Z_{3\text{постY}}^{\text{отн}} =$$

$$= \frac{1}{2} J_{Z1} \left(\ddot{\phi} - \frac{M_{Z1\text{упр}}}{J_{Z1}} \right)^2 + \frac{1}{2} J_{Z2} \left(\ddot{\phi} - \frac{M_{Z2\text{упр}}}{J_{Z2}} \right)^2 + \frac{1}{2} m_2 \left(\ddot{z} - \frac{-m_2 g - F_{Z2\text{упр}}}{m_2} \right)^2 +$$

$$+ \frac{1}{2} J_{ZC3} \left(\ddot{\phi} - \frac{M_{Z3\text{упр}}}{J_{ZC3}} \right)^2 + \frac{1}{2} m_3 \left(\ddot{z} - \frac{-m_3 g - F_{Z3\text{упр}}}{m_3} \right)^2 + \quad . \quad (1)$$

$$+ \frac{1}{2} m_3 \left(-2\dot{\phi}\dot{y}_{C3} + \dot{\phi}^2 b - \ddot{\phi}y \right)^2 + \frac{1}{2} m_3 \left(\ddot{y}_{C3} - y_{C3}\dot{\phi}^2 - b\ddot{\phi} - \frac{F_{Y3\text{упр}}}{m_3} \right)^2$$

Условия стационарности принуждения (1) по обобщенным ускорениям имеют вид:

$$\frac{\partial Z}{\partial \ddot{\phi}} = [J_{Z1} + J_{Z2} + J_{ZC3} + m_3 \cdot (b^2 + y^2)] \ddot{\phi} + 2m_3 \dot{\phi}\dot{y}_{C3} - m_3 e \ddot{y}_{C3} - \sum M_{Z\text{упр}} = 0;$$

$$\frac{\partial Z}{\partial \ddot{z}} = (m_2 + m_3) \ddot{z} + (m_2 + m_3) g - \sum F_{Z\text{упр}} = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial Z}{\partial \ddot{y}} = m_3 \ddot{y}_{C3} - m_3 y_{C3} \dot{\phi}^2 - m_3 e \ddot{\phi} - \sum F_{Y\text{упр}} = 0.$$

Из условий (2) получаем дифференциальные уравнения движения манипулятора:

$$\begin{aligned}
m_3 \ddot{y}_{C3} &= m_3 y_{C3} \dot{\phi}^2 + m_3 e \ddot{\phi} + \sum F_{Y_{\text{упр}}}; \\
(m_2 + m_3) \ddot{z} &= -(m_2 + m_3)g + \sum F_{Z_{\text{упр}}}; \\
[J_{Z1} + J_{Z2} + J_{ZC3} + m_3 \cdot (b^2 + y^2)] \ddot{\phi} &= -2m_3 \dot{\phi} \dot{y}_{C3} + m_3 e \ddot{y}_{C3} + \sum M_{Z_{\text{упр}}}
\end{aligned} \quad (3)$$

Уравнения (3) полностью совпадают с дифференциальными уравнениями движения этого манипулятора, полученными в [6] при использовании методики составления уравнений Лагранжа второго рода.

Выводы. Данные уравнения математических моделей функционирования исследуемых механических систем показывают, что получение уравнений движения манипулятора может быть основано и на привлечении вариационных принципов. Важно отметить, что вариационные принципы, обладая большой широтой и универсальностью, заключают в себе все содержание данной области науки, объединяя все ее положения в единой формулировке.

Библиографический список

1. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами. 2-е изд. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004.
2. Борисов О. И., Громов В. С., Пыркин А. А. Методы управления робототехническими приложениями : учеб. пособие. СПб., 2016.
3. Винокуров А. А., Зазулина А. С. Разработка методики разбиения связанных между собой подзадач для параллельного выполнения кинематических преобразований манипулятора / Российский университет дружбы народов // Вестник РУДН. 2009. № 4.
4. Принцип Гаусса в обобщённых координатах в задачах динамики твёрдого тела / А. П. Левашов, А. А. Бурдукова // ОБЩЕСТВО, НАУКА, ИННОВАЦИИ, (НПК-2024) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сб. ст. / Вят. гос. ун-т. Киров, 2024.
5. Шатров Е. А. Применение обобщенного принципа Гаусса для управления движением тележки с маятниками : автореф. дис. ... к. ф.-м. н. СПб., 2016. 23 с.
6. Лурье А. И. Аналитическая динамика. М. : ГИФМЛ, 1961. 824 с.

Проведение испытаний комплекта электропривода велосипеда

Маринин Евгений Анатольевич, канд. техн. наук,
доцент кафедры информационных технологий в машиностроении,
Вятский государственный университет

Коршунов Павел Андреевич, студент,
направление подготовки «Проектирование технологических комплексов»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В настоящее время, несмотря на растущую популярность и актуальность, комплекты электропривода для велосипеда продолжают стоить дорого. Поэтому было решено создать оригинальную модель такого комплекта, которая будет в разы дешевле брендовых аналогов при этом со схожими ходовыми характеристиками. Комплект был собран из деталей, которые обычно для данных целей не используются, что позволило получить уникальную конструкцию и новый опыт. Для испытаний электропривода предложено два метода, по результатам которых были сделаны выводы и соответствующие доработки.

Ключевые слова: электропривод велосипеда, испытания, двигатель, регулятор, батарея.

Введение. В общем смысле комплект электропривода представляет собой конструкцию, устанавливаемую на велосипед и позволяющую передвигаться на нём без использования физической силы. Созданный комплект включает следующие комплектующие:

- Электродвигатель щёточный от системы отопления салона автомобиля BMW (Siemens 13-88-175). Характеристики: номинальное напряжение 12 вольт, мощность 150 ватт при 3300-3500 оборотов вала в минуту (при напряжении 12 вольт) [1].

- Универсальный ШИМ (Широтно-импульсная модуляция, управление мощностью методом пульсирующего включения и выключения потребителя энергии) регулятор мощности для щёточных моторов DC (ЕМ-723). Характеристики: мощность нагрузки 0,01-1000 ватт, входное напряжение 12-40 вольт, частота ШИМ 13000 Гц, выходная мощность 0,01-400 ватт (регулируемая), сила тока не более 10 ампер.

- Аккумуляторная батарея для ИБП (Источника Бесперебойного Питания) DEXP Power-EG 1217. Характеристики: исполнение AGM (герметичный свинцово-кислотный аккумулятор), ёмкость 17 ампер-часов, напряжение 12 вольт, максимальная выходная сила тока 255 ампер, вес 5200 грамм [2].

- Прочие материалы, использованные при создании (металл, болты, заклёпки и др.).

В качестве способа связи мотора с колесом велосипеда был выбран фрикционный (прижимной) привод. На вал мотора был установлен сайлентблок от автомобиля. Прижим вала к колесу осуществляется с помощью пружины.

Все испытания электропривода проводились на базе велосипеда «FOX AZTEC 26 2018».

Методы исследования

Испытания электропривода проводились двумя способами:

- В помещении: велосипед с электроприводом установлен на подставку (заднее колесо висит в воздухе), в течение 10-ти минут электропривод используется на максимальных оборотах.
- На улице: велосипед с электроприводом и водителем (65 кг) ездит по ровной асфальтированной дороге в течение 10 минут при максимальных оборотах двигателя.

Данные, измеряемые в ходе испытаний: температура платы и элементов регулятора, напряжение и сила тока батареи, температура контактных площадок батареи, максимальная скорость [3].

Результаты исследований, их обсуждение.

В ходе испытаний был выявлен повышенный нагрев элементов регулятора. Управляющая микросхема NE555P нагрелась до 75 градусов при допустимой максимальной температуре в 70 градусов Цельсия. Чтобы предотвратить перегрев и возможный выход из строя к уже имеющимся на плате штатным радиаторам охлаждения был добавлен дополнительный радиатор, а также активная система охлаждения в виде небольшого вентилятора. После повторных испытаний повышенного нагрева выявлено не было (температура NE555P была в диапазоне от 50 до 62 градусов Цельсия). Из этого можно сделать вывод, что предложенная модификация регулятора успешно выполняет функцию его охлаждения и с ней регулятор пригоден для работы в составе электропривода.

В ходе тестирования аккумуляторной батареи при реальной нагрузке (движение на снаряжённом велосипеде с водителем весом 65 кг.), не было выявлено каких-либо отклонений. Напряжение и выходная сила тока батареи не

проседали, нагрева контактных площадок обнаружено не было, следовательно, батарея способна обеспечивать питание электропривода при его использовании по назначению.

Ходовые характеристики, установленные в ходе испытаний:

- Максимальная скорость, развиваемая велосипедом с приводом на прямой, равна 17 км/ч при максимальных оборотах электродвигателя. Замеры производились с помощью приложения «GPS-спидометр» (общая погрешность не более 3.5%) установленного на смартфон.
- Велосипед способен преодолевать небольшие подъёмы (от 0 до 15%), но для преодоления более серьёзных препятствий нужна будет помощь ног из-за нехватки мощности двигателя.

В будущем, из-за открытого корпуса двигателя, для продления его срока службы, необходимо будет установить кожух, защищающий от пыли и грязи.



Регулятор до модификаций



Регулятор после модификаций



Рисунок 1. Испытания и модификации регулятора.



Двигатель и ролик из сайлентблока



Аккумуляторная батарея

Рисунок 2. Двигатель и аккумулятор.



Первый тестовый выезд, ходовые испытания

Рисунок 3. Ходовые испытания.

В рамках данных испытаний была подтверждена пригодность самодельного электропривода для использования по назначению.

Выводы. Испытания прошли успешно и дают достаточное представление о характеристиках электропривода. Результаты тестов доказывают возможность двойного назначения использованных деталей. Регулятор мощности способен работать на повышенном токе при незначительных модификациях. Развиваемая с помощью электропривода скорость (17 км/ч) достаточна для езды по городу, а при поворотах даже избыточна. По результатам тестов, созданный электропривод, является конкурентно способным по отношению к фабричным аналогам.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р. 70514-2022 от 06.12.2022 № 1446-СТ. «Электрические средства индивидуальной обильности» (с изм. и доп. вступ. в силу с 01.02.2023). URL: <https://meganorm.ru/Data/791/79172.pdf> (дата обращения 19.03.2025).
3. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р. 58554-2019 от 25.09.2019 №761-СТ «Показатели энергоэффективности и экологии» (с изм. и доп. вступ. в силу с 31.03.2020). URL: <https://meganorm.ru/Data/718/71830.pdf> (дата обращения 19.03.2025).

Исследование образования дефектов при лазерной модификации поверхности импульсным твердотельным лазером

Маринин Евгений Анатольевич, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры технологии машиностроения,

Вятский государственный университет

Рогова Дарья Владимировна, аспирант,
направление подготовки «Технологии, машины
и оборудование для агропромышленного комплекса»,
ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока

Шакирова Анастасия Сергеевна, старший преподаватель
кафедры технологии машиностроения,
Вятский государственный университет

Аннотация. Одним из основных требований при лазерной закалке является равномерность глубины закаленной зоны и отсутствие дефектов на поверхности. Чтобы достичь таких результатов, необходимо провести исследования по изучению причин возникновения дефектов при лазерном упрочнении. В статье рассмотрены причины возникновения различных видов дефектов, появившихся в результате лазерного модифицирования деталей, изготовленных из легированной инструментальной стали 9ХС и коррозионностойкой стали 14Х17Н2, и возможные последствия при эксплуатации деталями изделий с этими дефектами. Проведена оценка микроструктуры в зонах лазерного воздействия. Также предложены меры, которые позволят избежать возникновения данных дефектов. Для снижения риска образования дефектов при лазерном упрочнении поверхности необходимо поддерживать оптимальные режимы обработки, тщательно контролировать тепловые процессы и предотвращать окисление материала.

Ключевые слова: лазерное упрочнение, дефекты, микроструктура, лазерное модифицирование

Введение. В настоящее время для придания поверхности изделий желаемых функциональных свойств, таких как повышенная износостойкость, сопротивление коррозии и более длительный срок службы применяется поверхностная обработка. Основная часть характеристик деталей и узлов машин определяется качественным состоянием поверхностного слоя деталей, формируемого на финишных операциях технологических процессов. Качество деталей, их механические и физико-механические свойства в значительной степени зависят от отделочно-упрочняющей обработки, применяемой на различных стадиях производства. Технологии поверхностной обработки позволяют изменить поверхностные характеристики изделий, такие как рельеф, шероховатость поверхности и подповерхностные – микроструктуру поверхностных слоев, твердость и остаточные напряжения. Изменение данных характеристик может происходить

в процессе термической, химической и механической обработки либо их комбинаций [1, 2].

Одной из современных технологий поверхностного упрочнения является лазерная закалка. Данная технология обладает большим потенциалом при использовании ее в машиностроительной промышленности. Возможность локального воздействия и точного регулирования входных параметров лазерного оборудования позволяет управлять зоной термического воздействия и физико-механическими свойствами поверхностного слоя. Внедрение автоматизации в процесс обработки открывает перспективу обработки деталей различных форм и размеров [3].

Несмотря на значительный прогресс и широкое применение лазерных технологий, в отдельных случаях при обработке деталей могут появляться различные дефекты. Для уменьшения количества дефектов необходимо исследовать факторы их появления.

Целью исследования является выявление дефектов при импульсном лазерном упрочнении, анализ причин их возникновения, а также последствия и методы предотвращения.

Методы исследования. Исследования факторов возникновения дефектов были проведены на твердотельном импульсном лазере TST-W200 при обработке образцов толщиной 1 мм, изготовленных из легированной инструментальной стали 9ХС, с исходной твердостью 543 НВ и коррозионностойкой стали 14Х17Н2 с исходной твердостью 206 НВ.

Оценка микроструктуры участков лазерного упрочнения проводили методом оптической микроскопии.

Результаты исследований, их обсуждение. Импульсное лазерное модифицирование сопровождается изменением структуры и механических свойств поверхностного слоя детали. Данный процесс относится к термической обработке, так как в его основе лежит быстрый нагрев поверхности металла в течение действия импульса и высокая скорость остывания при отводе тепла вглубь материала за счет его теплопроводности [4, 5].

В ходе экспериментов после обработки были выявлены некоторые разновидности дефектов, таких как неравномерное распределение тепла, перегрев зоны обработки, неоднородность структуры материала и газовые поры.

На рисунке 1 показана неоднородность структуры после лазерного модифицирования детали из стали 14X17H2, при которой, слои отделены друг от друга переходной зоной и имеют форму линзы. В результате по мере углубления твердость модифицированных слоев возрастает от 389 HV до 498 HV. Данный дефект мог возникнуть при эффекте перегрева поверхности: при высокой мощности и длительности импульса верхние слои получили наиболее интенсивный нагрев, что привело к отпуску поверхностных слоев и снижению твердости, в то время как глубже лежащие слои испытывают оптимальный нагрев и закалку, что увеличивает их твердость. Данный эффект может привести к снижению износостойкости поверхности, также резкий градиент твердости может создавать напряжение на границе слоев, что может привести к отслаиванию.

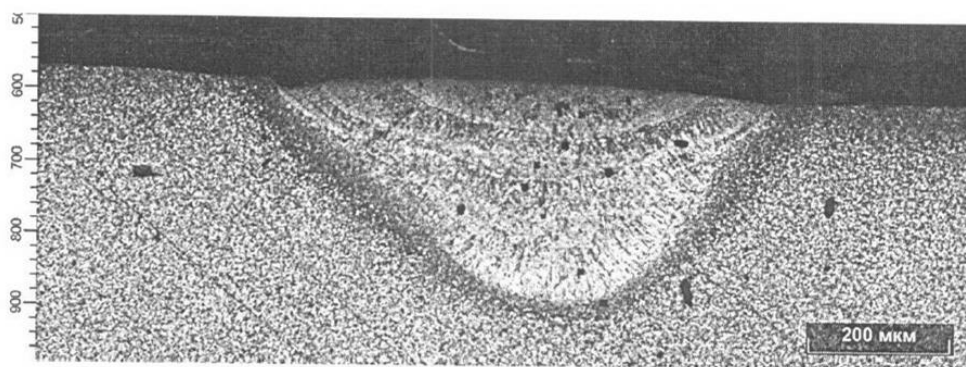


Рисунок 1 – Дефект неоднородной структуры

На рисунке 2 изображена микроструктура детали из стали 9ХС, на которой можно выделить 3 основные зоны: 1 – зона обработки, 2 – переходная зона и 3 – исходный материал. Наиболее обширной областью является переходная зона, распространившаяся на всю глубину детали. Засчёт высокой интенсивности излучения зона обработки была перегрета, а поверхность деформировалась. Перегрев зоны обработки привел к излишнему тепловыделению в толщу материала, что привело к расширению переходной зоны 2, изменению структуры и механических свойств на всю толщину детали. Данный дефект может при-

вести к снижению прочности детали и увеличению вероятности разрушения при нагрузке.

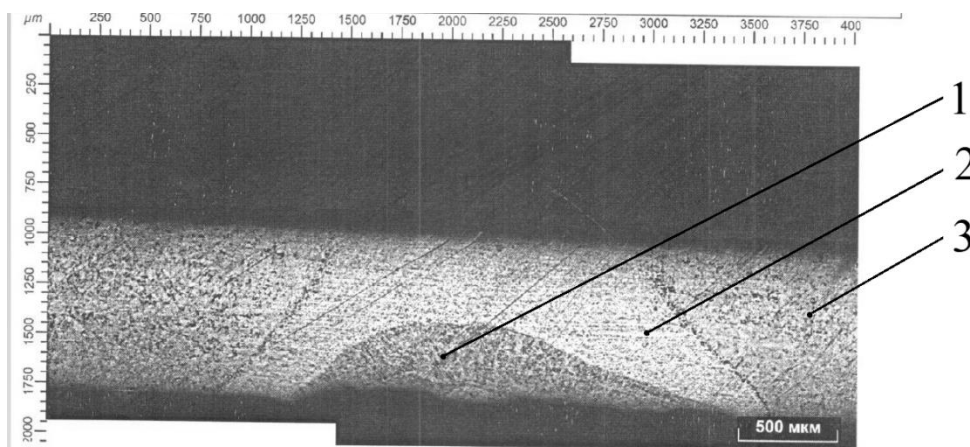


Рисунок 2 – Дефект перегрева зоны обработки

На рисунке 3 изображена газовая пора, образованная на детали из стали 14X17H2. Основной причиной образования пор в расплавленном металле является большая загрязненность основного металла газами и неметаллическими включениями. Высокие температуры при лазерном воздействии на металл приводят к удалению неметаллических включений и "очищению" от них металла в зоне лазерного воздействия, но часть из них остается в шве в виде пор, не успевших всплыть на поверхность сварочной ванны. Это привело к «вздутию» материала над поверхностью образца на 0,1 мм. В случае возникновения подобного дефекта он станет концентратором напряжения, что снизит прочность детали, а выступ материала за контур контактной поверхности может нарушить собираемость или привести к быстрому износу и разрушению.

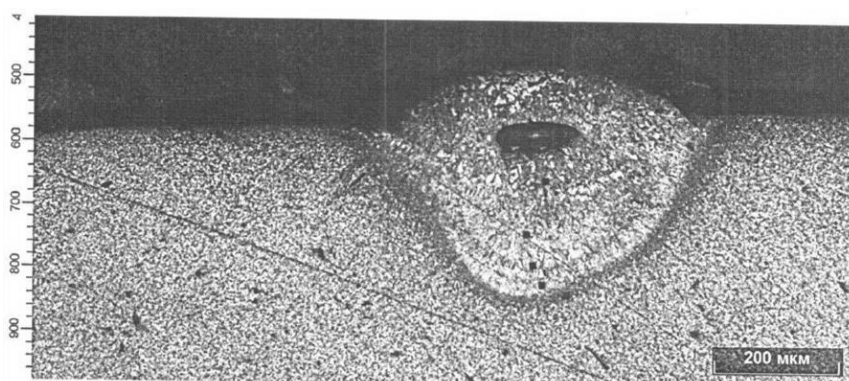


Рисунок 3 – Газовая пора

На рисунке 4 изображен случай неравномерного распределения тепла стали 14X17H2. Это характеризуется формой сечения зоны лазерного воздействия, при равномерном распределении тепла она принимает форму линзы, но форма сечения не имеет сильных выступов за контур. В данном случае появление дополнительной «линзы» является признаком неравномерного распределения тепла. Она выступает за пределы области детали, приближая форму модифицированного материала к треугольнику. Этот дефект мог возникнуть при высокой интенсивности лазерного излучения и разной скорости охлаждения внутренних и внешних слоев детали.

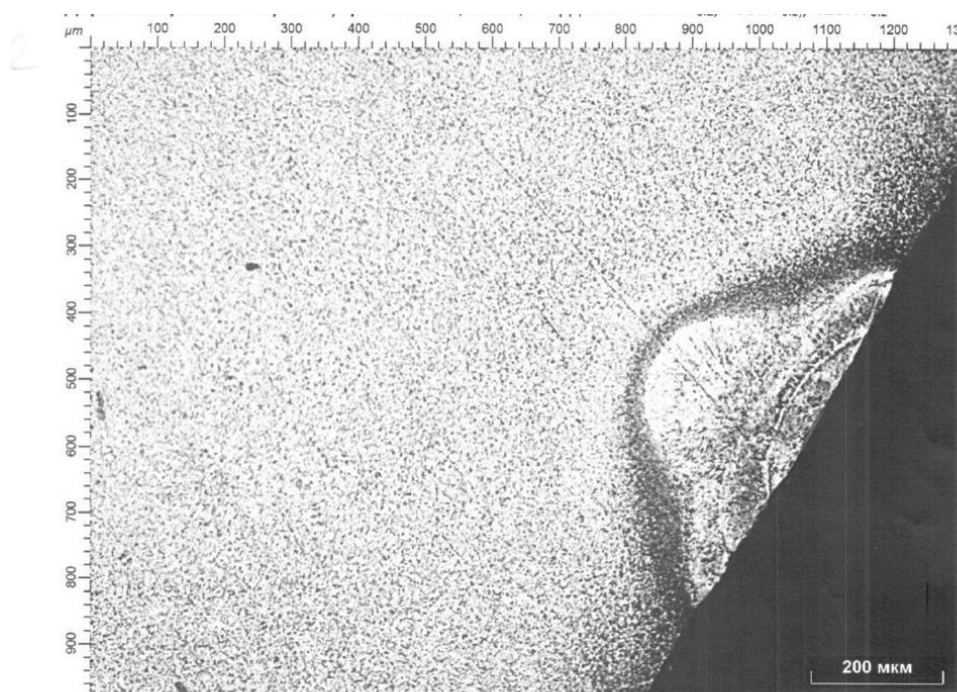


Рисунок 4 – Дефект неравномерного распределения тепла

Выводы. Для минимизации появления дефектов необходимо:

1. При подборе режима обработки рекомендуется использовать частоту, обеспечивающую стабильное охлаждение между импульсами, поскольку высокая частота может вызвать накопление тепла, низкая – неравномерную обработку.
2. Изменить длительность воздействия импульса на поверхность обрабатываемой детали, так как короткие импульсы уменьшают тепловое воздействие, длинные могут привести к перегреву.

3. Подготовить перед обработкой поверхность детали – удалить загрязнения, оксиды и адсорбированные газы.

Соблюдение оптимальных режимов лазерной обработки, контроль тепловых процессов и защита от окисления позволяют значительно снизить риск возникновения дефектов.

Библиографический список

1. Лахтин Ю. М., Арзамасов Б. Н. Химико-термическая обработка металлов. М. : Металлургия, 1985. 256 с
2. Костромин С. В. Лазерная закалка инструментальных сталей со структурами, близкими к равновесным // Технические науки – от теории к практике. 2013. № 27-2. С. 21–25.
3. Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И. Основы лазерной обработки материалов. М. : Машиностроение, 2018. 456 с.
4. Бирюков В. Изменение структуры и свойств сталей при лазерном упрочнении // Фотоника. 2012. №. 3. С. 22–27.
5. Великих В. С., Гончаренко В. К., Романенко А. В. Влияние лазерной закалки на механические свойства стали. М. : Металлургия, 1986. 215 с.

ГЭС на реке Вятке. Доводы сторонников и противников

Новиков Алексей Викторович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой электрические станции,

Вятский государственный университет

Хорошнина Елена Николаевна,
старший преподаватель кафедры электрических станций,

Вятский государственный университет

Ворожцов Константин Сергеевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,

Вятский государственный университет

Чулков Илья Андреевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,

Вятский государственный университет

Аннотация. Публикация посвящена анализу перспектив строительства гидроэлектростанций (ГЭС) на реке Вятке в Кировской области. Рассматриваются аргументы сторонников и противников такого проекта, а также изменения в энергетической отрасли региона за последние десятилетия. Приводятся данные о возможных местах размещения ГЭС и расчетах их мощности. Обсуждаются преимущества и недостатки строительства ГЭС, включая экологические аспекты и социально-экономическую значимость.

Ключевые слова: гидроэнергетика, строительство ГЭС, водный потенциал, маневренность, график нагрузки.

Утверждение о том, что гидроэнергетика – это дело благое, у простых людей не вызывает сомнения. У специалистов мнения по этому поводу порою противоположны. Один из авторов этой статьи был участником «Конгресса по защите реки Волги», который проходил в городе Москве в начале 90-х годов прошлого века. На нём многие выступающие, в основном экологи, требовали немедленно демонтировать все гидроузлы волжского каскада и приводили весьма убедительные доводы. Одним из наиболее рьяных противников ГЭС был академик Яблочков – учёный с мировым именем. Специалистов в области энергетики было мало и к их мнению никто не прислушался. Не пересказывая доводы сторонников и противников волжских ГЭС, в этой статье хотелось бы сосредоточить внимание на том, что изменилось за эти годы в энергетике нашего региона в целом и в отношении к гидроэнергетике в частности.

Идея строительства ГЭС обладает такой притягательной силой, что она будет актуальной всегда. На кафедру электрических станций ВятГУ часто обращаются как выпускники прошлых лет, так и далёкие от энергетики люди с

предложениями о возрождении ранее существующих, или о строительстве новых ГЭС. И, что это дело нужное, ни у кого не вызывает сомнения [1]. Одним из энтузиастов малых ГЭС был инженер ОАО «Кировводпроект» Д. М. Кислицын, который по имеющимся на 1991 год гидрологическим данным указывал на реке Вятке в качестве наиболее перспективных ГЭС в районе села Корчёмкино, деревни Шуни (Вятскополянский район), села Красное (Лебяжский район), селения Сорвижи (Арбажский район), села Быстряги (Оричевский район) и села Шурма (Уржумский район). Суммарная выработка электроэнергии на них могла бы составить до 1 миллиарда кВт/ч в год.

Что изменилось за эти годы? За счет спада потребления электроэнергии в промышленном секторе экономики Кировской области наша энергосистема перестала быть дефицитной. В 1980-85 г.г. в зимний период во время максимума нагрузки потребление мощности в целом по области достигало 1600 МВт, что почти вдвое превышало возможности местной генерации. В тот момент предложения о строительстве ГЭС, позволяющих ликвидировать дефицит мощности, были весьма актуальны.

В настоящее время суммарная мощность потребителей не превышает установленную мощность кировских ТЭЦ. Да и механизм закупок электроэнергии на ФОРЭМ позволяет предприятиям заключать договоры на поставку электроэнергии не только с региональными, но и с любыми другими электростанциями, в т.ч. с Воткинской и другими ГЭС. Главный довод сторонников строительства ГЭС – ликвидация дефицита мощности утратил свою актуальность. Оценка водного потенциала рек Кировской области требует более свежих данных. Осушение болот и очевидные изменения климата за последние тридцать лет, вероятно, сказались на водоток, расход воды и другие показатели, что нельзя не учитывать. Но это не значит, что весь накопленный опыт и наработанные материалы следует отложить до лучших времён.

Студенты ВятГУ, принимавшие участие в поиске материалов для написания статьи, рассчитали мощность ГЭС P , кВт, исходя из известного суммарного расхода воды по формуле:

$$P = Q \cdot H \cdot \delta \cdot g \cdot \eta \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

где Q – расход воды, м³/с;

H – напор, м;

δ – плотность воды, кг/м³, $\delta=1000$ кг/м³;

g – ускорение, м/с², $g = 9,8$ м/с²;

η – к.п.д., $\eta = 0,85$.

Результаты расчётов для рек Кировской области приведены в табл. 1.

Таблица 1

Малые ГЭС Кировской области

Река	Напор (м)	Расход (м ³ /с)	Расчетная мощность (кВт)	Рекомендовано установить	Район
Великая	7	8	466,48	2 генератора по 250 кВт	Юрьянский
Воя	6,5	8,4	454,82	2 генератора по 250 кВт	Нолинский
Кирса	10	3,7	308,21	3 генератора по 100 кВт	Верхнекамский
Коса	7,2	6,3	377,85	2 генератора по 200 кВт	Зуевский
Кумена	5,8	1,8	86,97	1 генератор 100 кВт	Куменский
Омутная	9,4	2	151,61	2 генератор по 100 кВт	Омутнинский
Уржумка	6,5	3,2	173,26	2 генератор по 100 кВт	Уржумский
Черная Холуница	8,1	1,4	94,46	1 генератор 100 кВт	Омутнинский

По современным меркам суммарная мощность перечисленных ГЭС не велика и, даже если их удалось бы восстановить, заметной роли в системе Кировэнерго они бы не играли. Но ГЭС – это не только источник энергии, а объект широкого народнохозяйственного назначения. Строительство гидроузла улучшает водоснабжение, позволяет развивать судоходство, рыболовство, создавать базы отдыха и развивать водные виды спорта, уменьшить отток населения, что в настоящее время тоже важно.

У ГЭС есть неоспоримые преимущества – она не требует топлива и, работая на воде – возобновляемом источнике энергии, заведомо экономичнее любой ТЭС. Важно учесть и высокую маневренность гидроагрегатов, позволяющих запускать и останавливать их по нескольку раз в сутки, заполняя пиковую

часть графика нагрузки энергосистемы. Это особенно важно для Кировской области, где мощность в основном вырабатывается низкоманевренными агрегатами тепловых электростанций. На рис.1 для примера приведён суточный график нагрузки энергосистемы. Базовую часть которого традиционно заполняют низкоманевренные агрегаты тепловых электростанций (в нашем случае это ТЭЦ), а пиковую высокоманевренные, способные запускаться по несколько раз в сутки, агрегаты ГЭС и ГАЭС, а также дизельные и газотурбинные установки (в Кировской области их несколько, но они «погоды не делают»).

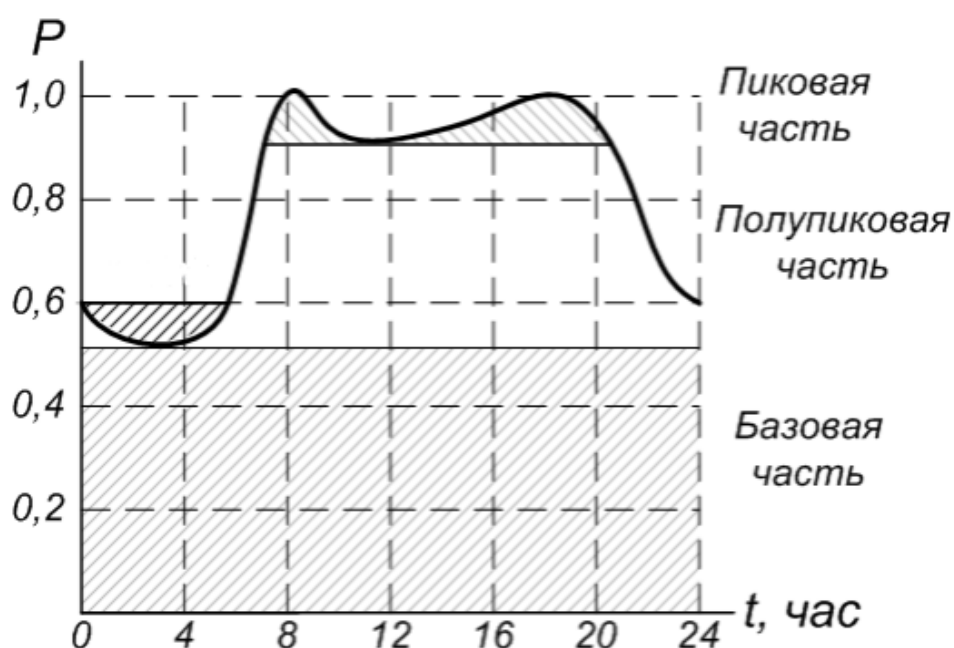


Рис. 1. Суточный график нагрузки

В пятидесятые годы прошлого столетия был накоплен большой опыт строительства и эксплуатации малых ГЭС, который в настоящее время в значительной мере утрачен. Перевозская ГЭС мощностью 400 кВт была построена в 1956 году и проработала до 1974 года. Никольская ГЭС мощностью 750 кВт находилась в эксплуатации с 1959 по 1968 годы. Быстрицкая ГЭС мощностью 700 кВт служила с 1956 по 1972 г. Всего в 50-60 годы на территории области действовало более десятка ГЭС общей мощностью 3500 кВт. Политика КПСС по укрупнению колхозов привела к остановке этих, якобы бесперспективных источников энергии.

В 80-х годах прошлого столетия доцентами кафедры электрических станций при поддержке администрации области проводилось обследование сразу нескольких объектов с целью определения возможности их восстановления. В большинстве случаев плотины были разрушены, а гидроагрегаты демонтированы. В лучшем положении оказалась Белохолуницкая ГЭС, которая была построена в 1960 году, но не введена в строй из-за конструктивных недостатков. Длительное время она находилась в консервации и после реконструкции была пущена в эксплуатацию в 2007 году.

Наряду с аргументами сторонников ГЭС следует обратить внимание и на доводы противников их сооружения. Для строительства плотины необходим особый рельеф местности с высокими берегами реки. Особые требования предъявляются к грунтам, являющимся основанием плотины. В истории энергетики существуют примеры, когда после заполнения водохранилища, вода просачивалась в нижний бьеф через трещины в грунте. Особого внимания требует зона затопления. В ней не должны оказаться кладбища, захоронения животных, хранилища промышленных отходов, месторождения растворимых в воде полезных ископаемых и другие опасные объекты. Существенный ущерб народному хозяйству наносит затопление пастбищных земель и лесных угодий. Повышение грунтовых вод приводит к засолению почвы и гибели плодовых деревьев. Плотины являются непреодолимой преградой для миграции рыб, в том числе осетровых пород, которые традиционно поднимаются из реки Волги для икрометания в малые реки.

В отличие от горных районов России Кировская область имеет рельеф местности, не позволяющий строить ГЭС с глубоководными водохранилищами. На Вятке возможно сооружение каскада водохранилищ без затопления поймы реки. В докладе Д. Кислицына 18.02.10 утверждается, что в Кировской области целесообразно ввести в эксплуатацию более 20 ГЭС. Наиболее перспективными являются ГЭС вблизи г. Кирова и Кирово-Чепецка. Строительство ГЭС в районе села Корчёмкино позволит поднять уровень и обеспечить потребности г. Кирова в воде. ГЭС у Кирова и Кирово-Чепецка позволят открыть судоходство

до г. Слободского, осушить район Села Дымково и посёлка Коминтерн. Плотина ещё одного гидроузла ниже Филейского моста могла бы стать транспортным коридором через Чёрное озеро на автодорогу Киров-Котельнич.

Выводы:

1. Суммарная мощность ГЭС в районе г. Кирова могла бы составить не менее 50 МВт.
2. Для реализации этих проектов нужны не только энтузиасты, но и инвесторы, которые, взвесив все за и против, поверят в перспективность вложения их денежных средств в будущем.

Библиографический список

1. Что такое малая энергетика и когенерация. URL: https://www.profiz.ru/se/4_2023/energetika_cogeneracija/ (дата обращения: 01.02.2025).
2. Распределенная энергетика в России: потенциал развития. URL: http://www.energo-sovet.ru/stat/skolково_914.pdf (дата обращения: 01.02.2025).
3. Альтернативные источники энергии в Кировской области: история и перспективы использования / А. В. Новиков, Е. Н. Хорошина, К. С. Ворожцов, И. А. Чулков // Общество. Наука. Инновации (НПК-2024) : сб. материалов XXIV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Киров, 23–25 апреля 2024 года. Киров : Вятский государственный университет, 2024. С. 69–73.
4. Путешествие по Кировской области: заброшенная Никольская ГЭС и храм в селе Подрелье. URL: https://dzen.ru/a/ZGm90_vvzHAGQ-kd (дата обращения: 01.02.2025).
5. Бывшая ГЭС в с. Перевоз на реке Воя и радуга над рекой. URL: <https://www.m-sokolov.ru/2014/07/19/perevoz/> (дата обращения: 01.02.2025).
6. Заброшенная Быстрицкая ГЭС. URL: <https://dzen.ru/a/YmaPCMIrAGri3USV> (дата обращения: 01.02.2025).

Умная теплица на Arduino Uno

Новоселова Ольга Александровна,
старший преподаватель кафедры электрических станций,
Вятский государственный университет
Ситников Матвей Александрович, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Теплица – это тёплое помещение с покрытием из прозрачного материала для выращивания ранних овощей, цветов, теплолюбивых растений. Теплицы предназначены для обеспечения оптимального микроклимата для развития и роста растений. Это могут быть как большие промышленные сооружения, так и небольшие мини-парники на подоконнике для выращивания рассады.

Умные системы управления теплицей становятся все более популярными благодаря своей способности контролировать и оптимизировать условия выращивания растений и минимизировать затраты труда. Одним из наиболее популярных решений является использование платформы Arduino для создания автоматизированных систем полива, освещения и контроля температуры и влажности.

В статье рассматриваются основные компоненты системы, алгоритмы управления, методы автоматизации процессов выращивания растений и практические рекомендации по реализации проекта.

Ключевые слова: Arduino Uno, теплица, датчик, алгоритм.

Введение. В настоящее время на рынке существуют готовые решения полностью автоматизированных теплиц. Разработаны проекты как для промышленного выращивания культур, так и для бытовых целей. Большинство предлагаемых вариантов имеют высокую стоимость, что ограничивает доступность для начинающих ботаников. Некоторые из решений предлагают ограниченный функционал, что не всегда подходит для выращивания сложных культур [2].

Самостоятельное проектирование, разработка и сборка позволяет создать теплицу, подходящую именно под требуемые условия: конкретное растение, климат, имеющиеся ресурсы. Работа над проектом помогает разобраться в принципах программирования, управления и использования микроконтроллеров.

Умная система управления теплицей получает, контролирует и оптимизирует климатические параметры: температура воздуха, влажность воздуха, температура почвы, влажность почвы, освещенность. Данные мониторинга параметров можно выводить на дисплей или с помощью светодиодов оповещать о критических значениях климатических показателей.

Принцип работы умного устройства показан на функциональной схеме (рис. 1).

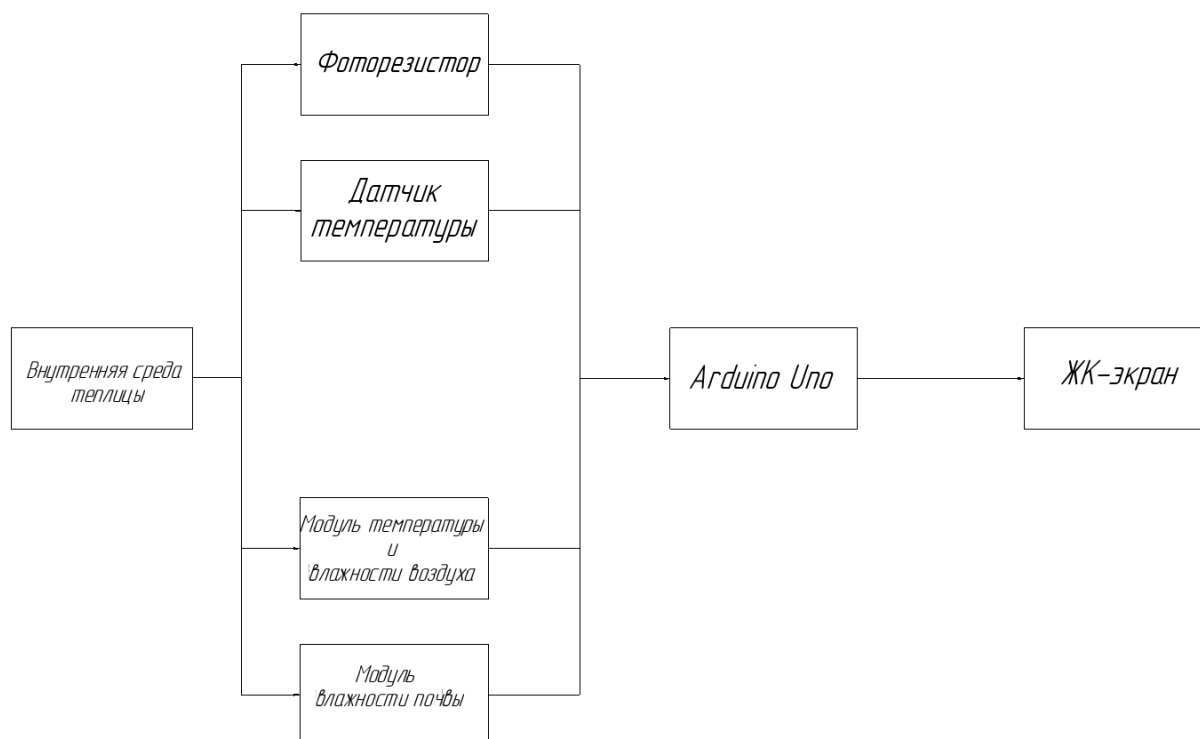


Рисунок 1. Функциональная схема устройства.

За каждый параметр в схеме отвечает свой датчик.

Для измерения освещенности используется фоторезистор (рис.2). Это полупроводниковый прибор, сопротивление которого изменяется в зависимости от интенсивности света, попадающего на его поверхность.



Рисунок 2. Фоторезистор.

Аналоговый датчик температуры (рис. 3) позволяет преобразовать выходной уровень напряжения в показания температуры в градусах Цельсия. Каждые 10 мВ соответствуют 1°C [1].

Данные мониторинга параметров выводятся на дисплей. Выбор двухцветного графического ЖК-дисплея Nokia 5110 обусловлен его дешевизной и пониженным энергопотреблением, позволяющим подключать его к плате без дополнительного питания [3].

Плата Arduino необходима для загрузки программы и передачи информации от датчиков к дисплею.

Схема подключения всех устройств представлена на рис. 7.

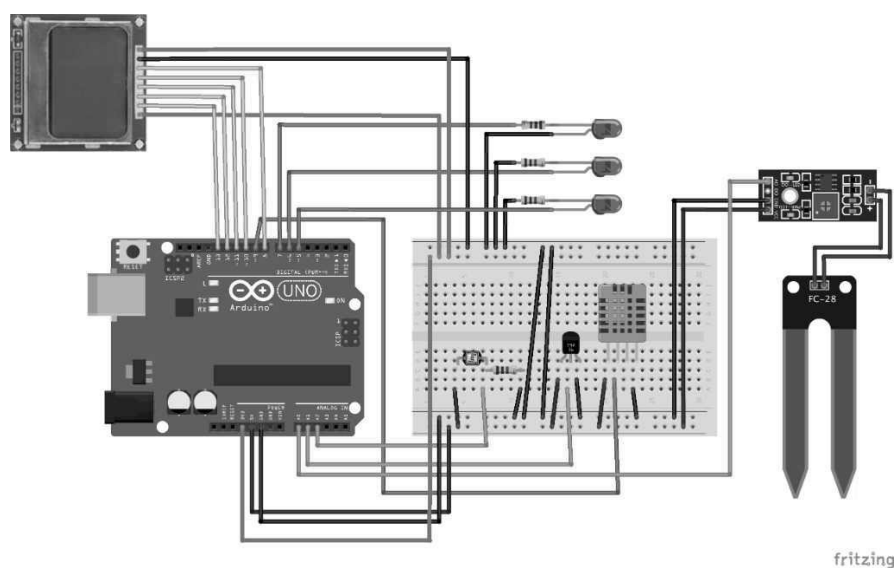


Рисунок 7. Схема подключения.

Для корректной работы системы составляются условия, когда необходимо сигнализировать светодиодами о наступлении неблагоприятных климатических условий:

- температура воздуха $> \text{TEMP\_DETECT}$;
- увлажненность почвы $< \text{MOISTURE\_DETECT}$;
- освещенность $< \text{LIGHT\_DETECT}$.

Значения для констант `TEMP_DETECT`, `MOISTURE_DETECT`, `LIGHT_DETECT` определяются самостоятельно. При наступлении неблагоприятного параметра загорается соответствующий светодиод, который сигнализирует о необходимости предпринять какие-то действия:

- включить полив почвы;
- включить лампу освещения;

– включить вентилятор.

Пины Arduino для подключения светодиодов определены константами LED_TEMP, LED_MOISTURE, LED_LIGHT [3].

Текущие значения температуры и влажности воздуха, увлажненности почвы и освещенности выводятся на дисплей Nokia 5110. Для работы с дисплеем используется Arduino библиотеки Adafruit_GFX и Adafruit_PCD8544 [3].

В ходе разработки был получен рабочий макет, наглядно показывающий работу умной теплицы. На рис.8. представлен вид итогового макета.

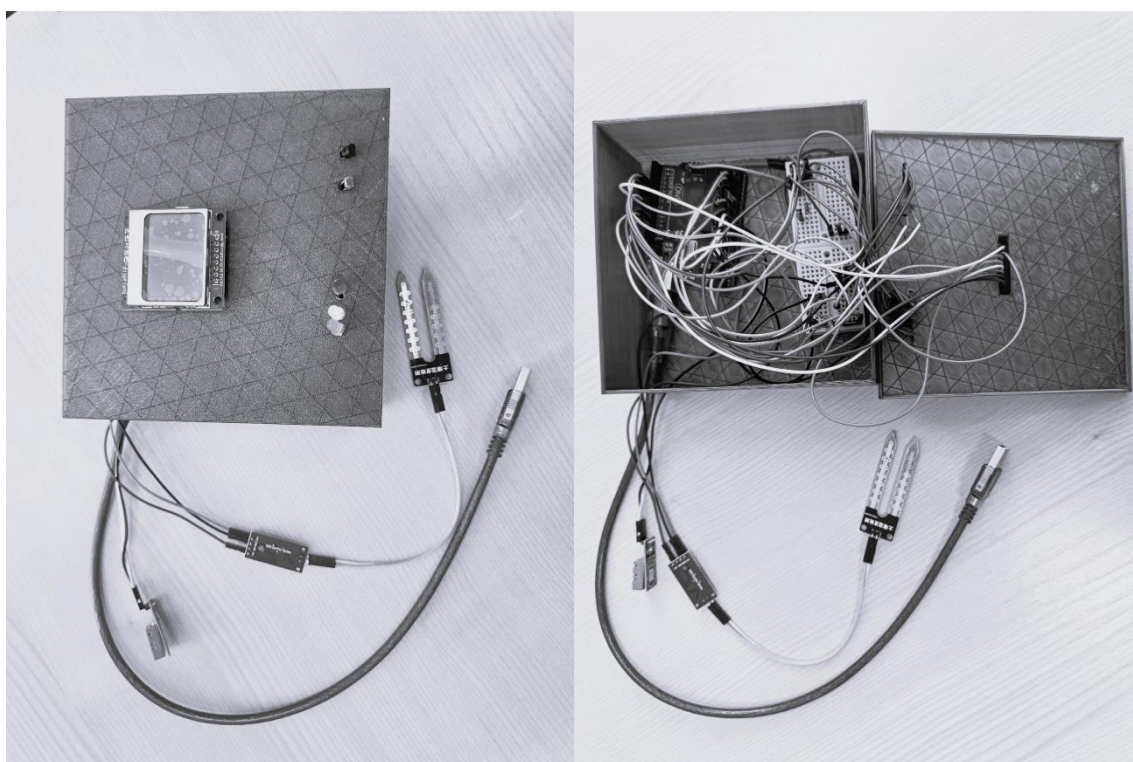


Рисунок 8. Итоговый вид макета умной теплицы на Arduino Uno.

Создание макета умной теплицы на Arduino позволяет автоматизировать процессы выращивания растений, повысить эффективность ухода за растениями и обеспечить комфортные условия для роста. Проект демонстрирует возможности платформы Arduino Uno.

Дальнейшей модернизацией проекта может стать передача данных через интернет, реализация возможности дистанционного управления теплицей через приложение (телефон, планшет).

Библиографический список

1. Кангин В. В. Контроллеры Arduino в системах автоматизации, управления и контроля. Вводный курс : учеб. пособие. Старый Оскол : ТНТ, 2024. 278 с.
2. Михайлова Н. А., Антипов А. В. Автоматизация умной теплицы: разработка и внедрение системы управления микроклиматом // Вестник науки. 2025. Т. 1. № 3 (84). С. 557–561.
3. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / пер. с англ. 2-е изд. СПб. : БХВ-Петербург, 2021. 544 с.

Анализ потребительских качеств систем электропривода

Охапкин Сергей Иванович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой электропривода и автоматизации промышленных установок,
Вятский государственный университет
Мубараков Раиф Фаритович, аспирант,
направление подготовки «Технологии, машины и оборудование
для лесного хозяйства и переработки древесины»,
Вятский государственный университет
Юдин Сергей Алексеевич, аспирант,
направление подготовки «Электротехнические комплексы и системы»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Задача повышения надежности и качества систем управления движением является одной из насущных задач современного производства. Из-за многообразия различных систем электропривода возникает проблема правильного выбора оборудования, исходя из чего целью статьи является комплексный анализ потребительских качеств систем электропривода, наиболее широко используемых в современной промышленности.

Ключевые слова: вентильный двигатель, асинхронный двигатель с фазным ротором, асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, двигатель постоянного тока, синхронный двигатель.

Введение. В процессе развития и совершенствования систем управления движением к настоящему времени сформирован огромный парк систем электропривода, который в зависимости от решаемых задач, условий эксплуатации, стоимости, особенностей эксплуатации и т. д., находят самое широкое применение в деятельности человека.

В работе проанализированы конструктивные особенности, особенности эксплуатации, пусковые способности и регулировочные свойства таких приводов, как: асинхронный двигатель (фазный и короткозамкнутый), синхронный двигатель, двигатель постоянного тока и вентильный двигатель.

Методы исследования. Исследование было осуществлено посредством сравнения различных видов приводов между собой для выявления характерных особенностей. В итоге были сделаны выводы об особенностях применения различных электроприводов в современной промышленности.

Результаты исследований, их обсуждение. Ниже представлены основные особенности конструктивного исполнения наиболее широко используемых в современной промышленности электродвигателей.

Асинхронные двигатели подразделяются на два основных типа: двигатель с короткозамкнутым ротором и двигатель с фазным ротором.

В пазах сердечника статора располагается трёхфазная обмотка. У асинхронного двигателя с фазным ротором ротор представляет из себя трёхфазную обмотку подобную статорной. Вывода ротора присоединяются к трём контактными кольцам, через которые в ротор можно вводить добавочные сопротивления для изменения пусковых или рабочих свойств машины. У асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором вместо роторной обмотки располагается так называемая «беличья клетка», которая представляет из себя множество стержней, собранных по краям замыкающими кольцами. Для выводов статора предусмотрена клеммная коробка, в которой в зависимости от необходимости собираются либо по схеме «звезда», либо «треугольник». [1]

Статор синхронного двигателя аналогичен статору асинхронного двигателя. Ротор синхронного двигателя по своей конструкции подобен асинхронному двигателю с фазным ротором, но имеются и отличия. Во-первых, на роторе располагается не трёхфазная обмотка, а обмотка возбуждения. Во-вторых, колец только два, они применяются для питания обмотки возбуждения постоянным током, посредством щёток скользящих по кольцам.

Конструкция синхронного двигателя во многом зависит от скорости вращения. Если скорость не превышает 1500 об/мин, то в этом случае используется явнополюсное исполнение, в обратном случае неявнополюсное. Так как синхронный двигатель невозможно запустить напрямую от сети для его пуска в пазах ротора располагают специальную пусковую обмотку. [2]

Вентильный двигатель включает в себя мостовой выпрямитель, фильтр напряжения, автономный инвертор напряжения, собственно электрическую машину – синхронный двигатель с постоянными магнитами, датчик положения ротора и микроконтроллерную систему управления, формирующую управляющие сигналы. [3]

Двигатель постоянного тока состоит из стальной станины, к которой крепятся дополнительные и главные полюса. Станина является частью магнито-

провода. На главных полюсах располагаются одна или несколько катушек возбуждения, подобных обмоткам возбуждения синхронной явнополюсной машины. Катушки дополнительных полюсов соединяются по такой же схеме и включаются последовательно с обмоткой якоря.

Вращающаяся часть машины состоит из якоря и коллектора. В пазы сердечника якоря укладывается обмотка, соединяемая с коллекторными пластинами. Отвод и подвод электрической энергии к обмотке якоря осуществляется с помощью щеток, которые удерживаются в контакте с коллектором с помощью щеткодержателей.

Описанные выше особенности определяют, в частности, такие показатели, как надежность, срок службы, затраты на эксплуатацию и т. п. Как показывает практика применения, самыми неприхотливым видом двигателя является асинхронный двигатель с короткозамкнутой обмоткой. При условии, что двигатель был правильно подобран, то есть условия эксплуатации соответствуют как по моменту, так и по нагреву, достаточно уязвимым местом двигателя являются подшипники.

Асинхронный двигатель с фазным ротором, как и двигатель постоянного тока имеют схожую проблему, которую необходимо постоянно обслуживать. Данной проблемой являются щётки. Из-за особенностей конструкции и принципа действия щётки двигателей постоянного тока приходится менять чаще, так как с помощью них рвётся цепь ротора и истирание происходит значительно быстрее чем у асинхронного двигателя, щётки которого постоянно падают питание на ротор.

В вентильных двигателях щеточно-коллекторный узел отсутствует в связи с чем данный тип двигателей может эксплуатироваться более длительный период без обслуживания.

Из конструктивных особенностей и нюансов эксплуатации складывается стоимость электропривода. В связи с тем, что асинхронные двигатели имеют более простую конструкцию и проще в производстве – они являются самым дешевым видом двигателя.

Так как производство синхронных двигателей сложнее из-за необходимости применения сложных систем возбуждения и управления, поэтому готовые изделия получаются в несколько раз дороже асинхронных.

В связи с тем, что двигатели постоянного тока обладают более сложной конструкцией ротора двигателя, который сделан из меди и железа, а не из алюминия и чугуна, то отсюда следует, что он дороже асинхронных и синхронных двигателей. Помимо этого, из-за того, что ротор имеет больший вес, то из-за этого приходится применять более дорогие подшипники.

Самыми дорогими в настоящее время являются вентильные двигатели. Данное утверждение связано с тем, что в их конструкции используются магниты, состоящие из редкоземельных металлов, а для управления двигателем используется дорогостоящая электроника.

Не менее важным вопросом для специалистов, осуществляющих подбор электрооборудования является то, каким образом осуществляется запуск привода.

Запуск асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой осуществляется посредством подачи номинального напряжения на обмотку статора. Исключением составляют только двигатели большой мощности, в которых для формирования режимов пуска применяются специальные технологии.

Асинхронные двигатели с фазным ротором, как правило, имеют весьма жесткую характеристику в рабочей зоне и очень небольшой пусковой момент. Поэтому при их пуске приходится заботиться не только о снижении пускового тока, но и об увеличении пускового момента. В отличие от короткозамкнутых, двигатели с фазным ротором нельзя пускать прямой подачей питания на статор. Для запуска в их роторную цепь включают добавочные сопротивления, которые выводят ступенями.

При пуске ДПТ необходимо либо снижать напряжение на обмотке якоря, либо увеличивать сопротивление. При питании от сети используют включение пускового сопротивления. Для обеспечения плавного пуска с минимальным временем обычно делают пуск многоступенчатым. Число ступеней можно выбирать произвольно, но, как правило не более пяти.

Для запуска вентильного двигателя также используются дополнительные средства управления.

К выходным регулируемым параметрам двигателя, как правило относят скорость и момент. При этом, чаще всего, под регулируемым электроприводом подразумевают привод с возможностью регулирования скорости. Изменение скорости асинхронного двигателя можно осуществить посредством переключения числа полюсов, но данный способ используется только у специальных многоскоростных асинхронных короткозамкнутых двигателей. [4]

Чаще всего регулирование скорости асинхронного двигателя осуществляется с помощью частотного преобразователя. Данный способ позволяет получить широкий диапазон регулирования скоростей при удовлетворительном КПД и уровне моментов двигателя при разных частотах.

Регулирование скорости асинхронного двигателя с фазным ротором осуществляется посредством введения в цепь ротора добавочных сопротивлений. Сопротивления образуют несколько ступеней, в зависимости от необходимой скорости с помощью контроллера выводят определенное количество ступеней и устанавливают необходимую скорость. [5]

Скорость двигателя постоянного тока можно изменить несколькими способами: введением добавочных сопротивлений в цепь ротора, изменением тока возбуждения (в связи с чем изменяется магнитный поток) и наиболее применяемый способ – это изменение величины напряжения, питающего обмотку якоря. [6]

Регулирование скорости вентильного двигателя осуществляется с помощью электронной системы управления, которая в зависимости от положения ротора подает электрический ток на обмотки статора.

Различные типы двигателей отличаются также друг от друга энергетическими показателями, которые представлены в основном коэффициентом полезного действия (КПД) и влиянием на сеть.

Номинальный КПД современных асинхронных двигателей составляет 0,75–0,95%. Асинхронные двигатели потребляют большое количество реактивной энергии. На данный процесс сильно влияет коэффициент загрузки дви-

гателя. Зависимость между коэффициентом загрузки и реактивной мощностью такова, что чем меньше асинхронный двигатель загружен тем больше коэффициент реактивной мощности. [7]

Синхронные двигатели являются более энергоэффективными в сравнении с асинхронными. В среднем их КПД составляет от 90 до 95%. По отношению к сети синхронные двигатели на производствах довольно часто используют в качестве синхронных компенсаторов. Синхронный компенсатор конструктивно является синхронным электродвигателем без рабочего вала, который работает на холостом ходу. Он потребляет из сети относительно небольшую активную мощность, расходуемую на компенсацию потерь, а в ответ является источником реактивной мощности. [8]

Номинальное значение КПД двигателя постоянного тока лежит в пределах 74–92%. Регулируемый привод постоянного тока с различными полупроводниковыми преобразователями помимо первой гармоники содержит также высшие гармоники, т. е. в сети имеется мощность искажения. Данные проблемы отражаются также на форме сетевого напряжения. [9]

КПД вентильного двигателя превышает 90% и незначительно отклоняется от номинального при вариациях нагрузки. Неблагоприятное воздействие вентильного двигателя на сеть выражается в снижении коэффициента мощности, напряжения сети и искажения синусоидальной формы напряжения. [10]

Исходя из различных комбинаций потребительских качеств систем электропривода формируется их сфера применения. В настоящее время асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором в купе с преобразователем частоты устанавливаются повсеместно, от производственных предприятий до объектов жилищно-коммунального хозяйства.

Применение асинхронных двигателей с фазным ротором ограничено применением в крановом хозяйстве и на металлургических производствах (работа при повышенных температурах окружающей среды).

Синхронные двигатели применяются в установках, где требуется большая мощность и высокая эффективность, например, в крупных насосах, компрессорах и мельницах.

В наши дни двигатели постоянного тока постепенно вытесняются другими видами, но всё равно область их применения остается существенной. Двигатели постоянного тока применяются в автомобильном и электрическом транспорте, в различных тяговых установках на производстве, в игрушках и т. д.

Вентильные двигатели в настоящее время применяются во многих сферах деятельности. Из-за отличной управляемости и надежности вентильные двигатели применяются в таких сферах как: сборка компьютеров и космических ракет, а также в робототехнике.

Помимо этого, вентильные двигатели используются в промышленности, особенно в тех системах, где необходимо регулировать скорость с большим диапазоном. К промышленности, в которой применяются огромное количество вентильных двигателей, относятся: производство автомобилей, бытовой техники, биомедицинской аппаратуры и авиационной техники.

Кроме того, в последнее десятилетие возник огромный интерес для внедрения вентильных двигателей в установки погружных электроцентробежных насосов для добычи нефти из скважины.

Выводы. В результате анализа потребительских качеств систем электроприводов были обобщены особенности применения и обслуживания различных типов приводов. На основании чего были сделаны выводы о том, что: если ключевым фактором выбора электропривода является стоимость, то наилучшим вариантом является асинхронный двигатель; если же задачей подбора нового электропривода является наилучшее качество регулирования, то в этом случае необходимо выбирать между вентильным двигателем и двигателем постоянного тока; если в параметрах выбора электропривода преобладает ориентированность на стоимость обслуживания и срок службы, то в этом случае необходимо выбирать между асинхронным двигателем и вентильным двигателем.

Библиографический список

1. Электротехнический справочник : в 3 т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства / под общ. ред. профессоров МЭИ. 7-е изд., испр. и доп. М. : Энергоатомиздат, 1986. 712 с.: ил.
2. Макаревич Ю. А., Овсянников В. Н. Синхронные машины : учеб. пособие. Самара : Самар. гос. техн. ун-т, 2011. 152 с.: ил.

3. Шураков И. А., Пономарев Ю. Г., Охапкин С. И. Бездатчиковый вентильный электропривод // Сборник материалов XXIV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2024) Киров : Вятский государственный университет, 2024. С. 106–109.
4. Иванов-Смоленский А. В. Электрические машины : учеб. для вузов : в 2 т. Т. 2. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Издательство МЭИ, 2004. 532 [4] с.: ил.
5. Плотников С. М., Колмаков В. О. Расчет оптимального критического скольжения асинхронного двигателя с фазным ротором // Изв. вузов. Электромеханика. 2018. Т. 61. № 2. С. 30–33. DOI 10.17213/0136-3360-2018-2-30-33 История электротехники. URL: <https://tech.wikireading.ru/15747> (дата обращения 04.02.25).
6. Кириллов А. В., Степанюк Д. П., Ясенов Н. Д. Электрический привод : учеб. пособие. Екатеринбург : Урал. фед. ун-т, 2016. 108 с.: ил.
7. Беляевский Р. В. Анализ влияния коэффициента загрузки асинхронных двигателей на потребление реактивной мощности // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2010. № 6 (82). С. 66–69.
8. Сотников В. В. Электрические машины : в 2 ч. Ч. 2. Синхронные машины. Машины постоянного тока : учеб. пособие. Белгород : Изд-во БГТУ, 2019. 126 с.
9. Тихомиров В. А., Титов В. Г., Хватов С. В. Технические и экономические аспекты применения регулируемых приводов постоянного и переменного тока // Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р. Е. Алексеева / НГТУ им. Р. Е. Алексеева. Н. Новгород, 2010. № 4 (83). С. 190–204.
10. Москаленко В. В. Электрический привод : учеб. пособие для сред. проф. образования. 2-е изд., стер. М. : Издательский центр «Академия», 2004. 368 с.

Разработка программного обеспечения для определения показателей работы ДВС

Плотников Сергей Александрович, д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры технологии машиностроения,
Вятский государственный университет

Ошмарин Алексей Александрович, аспирант,
направление подготовки «Турбомашины и поршневые двигатели»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье представлено специализированное программное обеспечение, разработанное для точного расчета рабочих параметров двигателей внутреннего сгорания при использовании биоминеральных топливных смесей. Актуальность исследования обусловлена необходимостью соответствия современным экологическим стандартам и растущим интересом к альтернативным видам топлива. Разработанные программы на языке Delphi позволяют автоматизировать вычисления ключевых показателей, включая давление цикла, скорость нарастания давления и угловые характеристики горения, что существенно повышает точность расчетов по сравнению с традиционными ручными методами. В основе алгоритмов лежат адаптированные эмпирические формулы, учитывающие особенности многокомпонентных топливных смесей. Результаты демонстрируют значительное сокращение времени вычислений (до 70%) и высокую точность определения параметров (с погрешностью до 0,01). Полученные данные имеют важное практическое значение для научных исследований, промышленного проектирования двигателей и образовательного процесса, позволяя оптимизировать рабочие характеристики ДВС при переходе на альтернативные виды топлива. Разработанное ПО представляет собой эффективный инструмент для решения актуальных задач в области энергетики и экологии транспорта.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, программное обеспечение, биоминеральные топливные смеси, фаза быстрого горения, расчет характеристик впрыскивания, автоматизация расчетов.

Введение. Современные двигатели внутреннего сгорания (ДВС) сталкиваются с двойным вызовом: необходимостью повышения энергоэффективности и снижения экологической нагрузки. Ужесточение экологических стандартов (например, норм Euro 7) и растущий интерес к альтернативным видам топлива, таким как биоминеральные топливные смеси (БМТС) [6], требуют принципиально новых подходов к проектированию и оптимизации рабочих процессов ДВС. Однако традиционные методы расчета ключевых параметров, таких как давление цикла, жесткость работы и угловые характеристики горения, зачастую не учитывают специфику современных топливных композиций. Ручные вычисления, основанные на упрощенных моделях, становятся источником ошибок и ограничивают возможность анализа сложных сценариев, таких как совместное использование дизельного топлива (ДТ), этанола и растительных масел.

Биоминеральные смеси, включающие этанол и растительные масла, обладают уникальными физико-химическими свойствами. Например, низкая температура кипения этанола ($78,4^{\circ}\text{C}$) и высокая – сурепного масла (около 204°C) приводят к неоднородному испарению и смесеобразованию, что влияет на фазу быстрого горения и период задержки воспламенения (ПЗВ). Эти особенности требуют адаптации математических моделей, используемых для прогнозирования параметров работы двигателя. Существующее программное обеспечение, как правило, ориентировано на стандартные виды топлива и не учитывает многостадийность процессов горения БМТС, что ограничивает его применимость в исследованиях.

Разработанные программы решают эти проблемы за счет интеграции специализированных алгоритмов, основанных на актуальных научных исследованиях. Например, в работах Хачияна А.С. [11] и других авторов предложены модели, связывающие закон ввода теплоты с характеристиками впрыскивания и испарения топлива. Эти подходы были адаптированы для учета особенностей БМТС, таких как зависимость цетанового числа от состава смеси (формула 6) и влияние испарения компонентов на термодинамику цикла.

Цели разработки:

- Автоматизация расчетов – замена ручных методов, подверженных человеческим ошибкам, на точные алгоритмы, учитывающие нелинейные зависимости.
- Анализ альтернативных топлив – возможность сравнения параметров для ДТ и БМТС, что критически важно при проектировании гибридных энергетических установок.
- Оптимизация экологических и энергетических показателей – расчет таких параметров, как максимальная скорость нарастания давления ($((dp/d\varphi)_{\max})$), позволяет минимизировать выбросы NO_x и сажи.

Материалы и методы. Разработанное программное обеспечение базируется на языке Delphi с использованием библиотек VCL для создания графического интерфейса и модуля Math для выполнения математических расчётов. Основу алгоритмов составили адаптированные эмпирические модели, учитывающие физико-химические свойства биоминеральных топливных смесей (БМТС) и альтернативных топлив.

Результаты исследований, их обсуждение. Разработаны две программы [9–10]:

Расчет характеристик впрыскивания АТ (Рис. 1).

Расчет характеристик впрыскивания АТ

Расчет характеристик впрыскивания
альтернативного топлива

Вид топлива:

Характеристики топлива:	АТ	ДТ
ρ_T , кг/м ³		
σ_T , Н/м		
η_T , Па × с		

Рассчитать

Результат

τ_{AT} / τ_{DT}	
$d_k AT / d_k DT$	
$\gamma_{AT} / \gamma_{DT}$	

Рис. 1. Расчет характеристик впрыскивания АТ

Программа посвящена анализу параметров впрыскивания и распыления альтернативных топлив, применяемых в дизельных двигателях для автотракторной техники.

Для создания аналитической модели процесса смесеобразования использовались уравнения, разработанные А.С. Лышевским и Н.Ф. Разлейцевым [5,8]. Существующие модели, созданные для традиционных минеральных топлив, не обеспечивают точной оценки характеристик альтернативных топлив из-за различий в их физико-химических свойствах (например, плотность, вязкость, поверхностное натяжение) по сравнению с дизельным топливом (ДТ) [8].

Установлено, что отклонения этих параметров для альтернативных топлив (АТ) от ДТ незначительны. Это позволяет применять зависимости Лышевского [5] для расчета характеристик впрыскивания. Однако данные модели требуют сложных вычислений с привлечением дополнительных параметров: дальности струи, диаметра отверстия форсунки, плотности воздуха в цилиндре и скорости частиц топлива. В ходе исследования проведены упрощения, позволяющие рассчитывать ключевые параметры, используя только основные физико-химические свойства топлив.

Основные зависимости:

Относительное время достижения стенки камеры сгорания:

$$\frac{\tau_{\text{АТ}}}{\tau_{\text{ДТ}}} = \left(\frac{\rho_{\text{АТ}}}{\rho_{\text{ДТ}}}\right)^{0.37} \cdot \left(\frac{\sigma_{\text{АТ}}}{\sigma_{\text{ДТ}}}\right)^{0.37} \cdot \left(\frac{\eta_{\text{АТ}}}{\eta_{\text{ДТ}}}\right)^{-0.32} \quad (1)$$

где $\rho_{\text{АТ}}$ – плотность АТ;

$\rho_{\text{ДТ}}$ – плотность ДТ;

$\sigma_{\text{АТ}}$ – сила поверхностного натяжения АТ;

$\sigma_{\text{ДТ}}$ – сила поверхностного натяжения ДТ;

$\eta_{\text{АТ}}$ – динамическая вязкость АТ;

$\eta_{\text{ДТ}}$ – динамическая вязкость ДТ.

Влияние на размер капель:

$$\frac{d_{\text{кАТ}}}{d_{\text{кДТ}}} = \left(\frac{\rho_{\text{АТ}}}{\rho_{\text{ДТ}}}\right)^{0.4587} \cdot \left(\frac{\sigma_{\text{АТ}}}{\sigma_{\text{ДТ}}}\right)^{0.1927} \cdot \left(\frac{\eta_{\text{АТ}}}{\eta_{\text{ДТ}}}\right)^{0.1466} \quad (2)$$

Влияние на угол распыления:

$$\frac{\text{tg}\left(\frac{\gamma_{\text{АТ}}}{2}\right)}{\text{tg}\left(\frac{\gamma_{\text{ДТ}}}{2}\right)} = \left(\frac{\rho_{\text{АТ}}}{\rho_{\text{ДТ}}}\right)^{-0.75} \cdot \left(\frac{\sigma_{\text{АТ}}}{\sigma_{\text{ДТ}}}\right)^{-0.25} \cdot \left(\frac{\eta_{\text{АТ}}}{\eta_{\text{ДТ}}}\right)^{-0.14} \quad (3)$$

Сопоставление расчетных данных с результатами стендовых испытаний [7] подтвердило снижение жесткости работы двигателя на альтернативных топливах. Это позволяет использовать предложенные модели для оценки эффективности АТ без проведения дорогостоящих моторных тестов.

Расчет параметров фазы быстрого горения при работе дизеля на биоминеральных топливных смесях – «ФБГ-БМТС» (Рис. 2).

Вводимые параметры			
	Для ДТ	Для БМТС-10	Для БМТС-25
n, мин-1			
Gт, кг/ч			
α			
θ оп.впр., град.			
	Расчет Очистить	Расчет Очистить	Расчет Очистить

Результат	Для ДТ	Для БМТС-10	Для БМТС-25
Pz, МПа			
(dp/dφ) max, МПа/град.			
φz, град.			
(dp/dφ) ср, МПа/град.			

Рис. 2. Расчет параметров фазы быстрого горения при работе дизеля на биоминеральных топливных смесях – «ФБГ-БМТС»

Программа предназначена для расчета параметров фазы быстрого горения в дизельных двигателях, работающих на биоминеральных топливных смесях (БМТС). Она позволяет определить:

- Максимальное давление цикла (P_z) – зависит от количества испарившегося топлива за период задержки воспламенения и теплоты сгорания компонентов смеси.
- Максимальную и среднюю скорость нарастания давления ($(dp/dφ)_{max}$, $(dp/dφ)_{ср}$) – рассчитываются с учетом характеристического фактора топлива, плотности и цетанового числа.
- Угол $φ_z$ – определяется периодом задержки воспламенения и углом опережения впрыскивания.

Установлено, что добавление к базовому топливу двух компонентов – высокореакционного и высококалорийного топлива – повышает энергетические характеристики смеси – снижает длительность ПЗВ. Учитывая, что физико-химические свойства смеси этанола с растительным маслом приблизительно соответствуют

свойствам бензина, для расчета параметров фазы быстрого горения (ФБГ) используем зависимости, справедливые для случая подачи в цилиндры дизеля ДТ с бензином, но с учетом характерных особенностей БМТС.

Максимальное давление цикла P_z определим в зависимости от количества испарившегося за ПЗВ топлива. Для предварительного расчета применяем скорректированную зависимость [3]:

$$P_z = P_c + 4,39 \times 10^{-4} \times (m_{v,i} \times H_u + q_{u,эт} \times H_{u,эт} + q_{u,СурМ} \times H_{u,СурМ}) \times (n_1 - 1) / V_c \quad (4)$$

Учитывая, что физико-химические характеристики смеси этанола и растительного масла близки к свойствам бензина [1], для определения параметров фазы быстрого горения – максимальной скорости нарастания давления $(dp/d\varphi)_{\max}$, угла φ_z и средней скорости нарастания давления $(\Delta p/d\varphi)_{\text{ср}}$ – применяются зависимости, используемые при работе дизельных двигателей на смеси дизельного топлива с бензином [4]. Однако при этом учитываются специфические особенности биоминеральной топливной композиции:

$$\left(\frac{dp}{d\varphi} \right)_{\max} = \left(\frac{6 \cdot n \cdot 10^{-3}}{\sqrt{K_T} \cdot d_{20,\Sigma}^{20}} \right) \cdot \frac{P_z \cdot P'}{\varphi_i} \cdot \left(\frac{m_{v,i}}{q_u} \cdot \frac{1 + q_{u,БИО} / (q_u \cdot \alpha)}{1 + q_{u,БИО} / q_u} \cdot \tau_i \cdot \frac{100}{ЦЧ_{\Sigma}} \right) \quad (5)$$

$ЦЧ_{\Sigma}$ – цетановое число биоминеральной топливной смеси, подсчитываем на основе следующего уравнения [2]:

$$ЦЧ_{\Sigma} = ЦЧ_{ад} - \Delta ЦЧ = ЦЧ_1 \times M_1 + ЦЧ_2 \times M_2 + ЦЧ_3 \times M_3 - \Delta ЦЧ \quad (6)$$

Для угла достижения максимального давления цикла:

$$\varphi_z = \varphi_i - \Theta_{\text{впр}}^p + \left(\frac{ЦЧ_{\Sigma}}{100} \right) \cdot d_{20,\Sigma}^{20} \cdot \left(\frac{\varphi_{\text{впр}}}{i_{v,i}^{\Sigma}} \right) \quad (7)$$

Среднюю скорость нарастания давления $(\Delta p/d\varphi)_{\text{ср}}$ подсчитываем по формуле:

$$\left(\frac{\Delta p}{d\varphi} \right)_{\text{ср}} = (P_z - P'_c) \cdot (\varphi_z + \Theta_{\text{впр}}^p - \varphi_i) \quad (8)$$

Программа автоматизирует сложные расчеты, что сокращает время исследований и минимизирует ошибки. Результаты позволяют оптимизировать режимы работы двигателя и оценить влияние биоминеральных смесей на его эффективность и экологичность.

Выводы. В результате работы были разработаны две программы на языке Delphi, обеспечивающие автоматизацию расчета ключевых параметров работы двигателей внутреннего сгорания. Первая программа позволяет определять характеристики впрыскивания альтернативных топлив с точностью до 0.01, вторая – анализирует фазу быстрого горения биоминеральных топливных смесей (БМТС), сокращая время вычислений на 70% по сравнению с ручными методами. Установлено, что увеличение доли этанола в составе БМТС снижает период задержки воспламенения на 15–20%. Новизна работы заключается в адаптации эмпирических моделей, таких как формула для расчета максимального давления цикла (P_z), под многокомпонентные топлива, а также во внедрении системы валидации входных данных, исключающей некорректные значения. Теоретическая значимость исследования проявляется в уточнении зависимостей для расчета максимальной скорости нарастания давления ($((dp/df)_{max})$) и угла φ_z , учитывающих неоднородность испарения компонентов смесей, а также в разработке метода учета влияния температуры и давления на скорость испарения топлива. Практическая ценность программ заключается в возможности оптимизации режимов работы ДВС при переходе на альтернативные топлива, что способствует снижению вредных выбросов (NO_x , сажи) и соответствию экологическим стандартам. Результаты могут быть применены в промышленности для модернизации двигателей, в научных исследованиях по энергетике и экологии транспорта, а также в образовательных программах для подготовки инженеров и экологов. Разработанное программное обеспечение демонстрирует эффективность автоматизации расчетов как ключевого инструмента для создания энергоэффективных и экологически безопасных силовых установок.

Библиографический список

1. Азев В. С., Лебедев С. Р., Митусова Т. Н. Тенденции изменения состава и качества современных моторных топлив. // Научно-технический прогресс в химмотологии топлив и смазочных материалов : материалы Всесоюз. науч.-практ. конф. Днепропетровск, 1990. С. 33–42.
2. Камфер Г. М., Болотов А. К., Плотников С. А. Расчетная оценка цетановых чисел спирто-топливных смесей. // Улучшение показателей автомобильных и тракторных двигателей. М. : Тр. МАДИ, 1990. С. 59–64.
3. Камфер Г. М., Плотников С. А. Математическое моделирование процесса сгорания спиртосодержащего топлива в дизеле. Киров : ООО «Авангард», 2005. 106 с., ил.
4. Камфер Г. М., Семенов В. Н. Некоторые особенности рабочего цикла дизеля с камерой сгорания в поршне при использовании смесей дизельного топлива с бензином // Совершенствование автотракторных двигателей внутреннего сгорания : тр. МАДИ. М., 1985. С. 20–24.

5. Лышевский А. С. Распыливание топлива в судовых дизелях. Л. : Судостроение, 1971. 248 с.
6. Патент № 2827416 С1 Российская Федерация, МПК С10L 1/10, С10L 1/18. Биоминеральная топливная смесь : № 2023135571 : заявл. 27.12.2023 : опубл. 25.09.2024 / С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских, Н. Ю. Кутергин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет». EDN PJNUMЕ.
7. Плотников С. А., Карташевич А. Н., Заболотских Г. Э. Влияние нагрузки при работе дизеля на биоминеральных топливных смесях // Вестник транспорта Поволжья, 2023. № 2(98). С. 104–109.
8. Разлейцев Н. Ф., Филипковский А. И. Математическая модель процесса сгорания в дизеле со струйным смесеобразованием // Двигателестроение. 1990. № 7. С. 52–56.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024686009 Российская Федерация. «Расчет характеристик впрыскивания альтернативного топлива» : № 2024685644 : заявл. 05.11.2024 : опубл. 05.11.2024 / С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских, А. А. Ошмарин [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет». EDN LHOJRG.
10. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024686935 Российская Федерация. Расчет параметров фазы быстрого горения при работе дизеля на биоминеральных топливных смесях «ФБГ-БМТС» : № 2024686716 : заявл. 13.11.2024 : опубл. 13.11.2024 / С. А. Плотников, Г. Э. Заболотских, А. А. Ошмарин [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет». EDN FHZZZQ.
11. Хачиян А. С., Гальговский В. Р., Никитин С. Е. Доводка рабочего процесса автомобильных дизелей. М. : Машиностроение, 1976. 105 с.

Изучение влияния предварительного нагрева на двигателе Lombardini LDW 1603

Плотников Сергей Александрович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры технологии и машиностроения, Вятский государственный университет
Плехов Дмитрий Викторович, аспирант кафедры «Технологии машиностроения», Вятский государственный университет

Аннотация. В условиях истощения запасов ископаемого топлива и ужесточения экологических норм особую значимость приобретают исследования альтернативных видов топлива для дизельных двигателей. Использование растительных масел в качестве добавок к дизельному топливу представляет собой перспективное направление, однако требует решения технических проблем, связанных с их повышенной вязкостью и низкой испаряемостью.

Цель статьи – исследование влияния предварительного подогрева топливных смесей на основе дизельного топлива и растительных масел на пусковые характеристики двигателя Lombardini LDW 1603.

Проведены лабораторные и стендовые испытания шести топливных композиций с различным содержанием дизельного топлива, сурепного и рапсового масел, а также этанола. Использовалась оригинальная система подогрева топлива с точным терморегулированием (до $250 \pm 10^\circ\text{C}$). Измерялись кинематическая вязкость, плотность, время стабильности эмульсий и время пуска двигателя при ступенчатом повышении температуры.

Установлено, что подогрев до $200\text{--}250^\circ\text{C}$ снижает вязкость смесей с растительными маслами до уровня чистого ДТ, улучшая распыление. Наилучшие пусковые характеристики показала смесь 80% ДТ + 20% сурепного масла (время пуска 2,2 с при 204°C). Смеси с этанолом оказались непригодны для использования с подогревом из-за образования паровых пробок.

Применение систем предварительного подогрева позволяет эффективно использовать топливные смеси с содержанием растительных масел до 50%, обеспечивая стабильный пуск и работу дизельных двигателей.

Полученные данные могут быть использованы при разработке экологических топливных систем для сельскохозяйственной техники, генераторных установок и малогабаритной строительной техники. Результаты представляют интерес для производителей биотоплива и инженеров, занимающихся модернизацией дизельных двигателей.

Ключевые слова: дизельное топливо, растительные масла, предварительный подогрев, пусковые характеристики, вязкость топлива, альтернативное топливо.

Введение. В условиях глобальной трансформации энергетического сектора дизельные двигатели продолжают оставаться ключевым элементом в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства и транспортной инфраструктуры. Особую актуальность приобретают исследования, направленные на оптимизацию их эксплуатационных характеристик, включая совершенствование систем запуска и адаптацию к работе на альтернативных видах топлива.

Современные экологические и экономические вызовы требуют пересмотра традиционных подходов к энергоснабжению. Важнейшей проблемой остается зависимость двигателей внутреннего сгорания от невозобновляемых углево-

дородных ресурсов, что стимулирует активные поиски устойчивых альтернатив. В данном контексте особый интерес представляют растительные масла, которые могут частично или полностью заменить нефтепродукты при условии решения ряда технических сложностей.

В рамках настоящего исследования проводился комплексный анализ пусковых характеристик трактора «Беларус-320.4», оснащенного двигателем Lombardini LDW 1603, при использовании инновационных топливных композиций. Особенностью экспериментальной установки стало применение специализированного устройства для предварительного термостатирования топливной смеси перед ее подачей в форсунки, что позволило получить уникальные данные о поведении различных составов в широком температурном диапазоне.

Для всестороннего изучения вопроса были подготовлены и протестированы шесть различных топливных композиций:

1. Базовый контрольный образец – 100% дизельное топливо стандарта ДТ
2. Смесь 80% ДТ + 20% этанола (маркировка Э20)
3. Композиция 80% ДТ + 20% сурепного масла (СурМ20)
4. Состав 50% ДТ + 50% сурепного масла (СурМ50)
5. Смесь 80% ДТ + 20% рапсового масла (РМ20)
6. Композиция 50% ДТ + 50% рапсового масла (РМ50)

Каждый из указанных составов подвергался серии тестов при различных температурных режимах, что позволило выявить важные закономерности влияния предварительного подогрева на пусковые характеристики силового агрегата.

Методы исследования. Каждая топливная композиция тестировалась при пяти температурных режимах подогрева с шагом 50°C (от окружающей среды до 250°C). Для обеспечения статистической достоверности на каждом режиме выполнялось 3–4 запуска двигателя с фиксацией временных параметров.

Далее анализировались результаты на основе полученных опытных результатов с учетом уже известных нам фактов, полученных теоретическим или экспериментальным исследованием ранее.

Результаты исследований. Современное состояние вопроса использования альтернативных топлив. Мировая практика последних десятилетий демон-

стрирует устойчивую тенденцию к внедрению биотопливных компонентов в энергетический сектор. В странах Европейского союза уже накоплен значительный опыт промышленного применения биодизельных смесей различной концентрации. В частности, швейцарский рынок предлагает потребителям два основных вида биотоплива. Марка B5 – содержащая 95% традиционного дизельного топлива и 5% биокompонента (метилового эфира рапсового масла). Марка B100 – полностью состоящая из возобновляемого сырья

Однако процесс внедрения альтернативных топлив сопряжен с рядом технических сложностей, обусловленных существенными различиями в физико-химических характеристиках нефтепродуктов и растительных масел. Ключевые проблемы включают: повышенную вязкость биокompонентов; склонность к окислению и полимеризации; пониженную испаряемость; изменение цетанового числа.

Исследования [1, 2] показали, что добавление рапсового (РМ) и сурепного масел (СурМ), а также этанола (Э) в дизельное топливо (ДТ) приводит к увеличению кинематической вязкости и плотности смеси пропорционально содержанию биокompонентов. Снижается время стабильности эмульсий, которое можно улучшить присадкой С-5А (эффект проявляется при содержании биокompонентов >30%) [1]. Возникает необходимость предварительного подогрева для смесей с высоким содержанием масел (например, 25%СурМ+25%Э+50%ДТ) из-за вязкости СурМ, превышающей вязкость ДТ в 17.2 раза [2].

Оптимальные характеристики показала смесь 10%СурМ+10%Э+80%ДТ со временем стабильности 52 мин [2]. Как отмечено в [4, 6], предварительный подогрев топлива сокращает период задержки воспламенения, улучшает параметры сгорания и снижает жесткость работы двигателя

Перспективность биотопливных смесей подтверждается их экологичностью и снижением зависимости от нефтяных ресурсов, однако требует решения технических вопросов, связанных с термостабилизацией и смесеобразованием [1, 2, 4, 6].

Эти факторы требуют модификации традиционных систем топливоподачи и разработки специальных технических решений, таких как системы предварительного подогрева.

В качестве объекта исследований был выбран трехцилиндровый дизельный двигатель Lombardini LDW 1603 с воздушным охлаждением, разработанный итальянской компанией Lombardini (входит в состав Kohler Group). Двигатель нашел широкое применение в сельском хозяйстве, строительстве – на виброплитах, компрессорах и насосных станциях и даже в энергетике (в составе дизель-генераторных установок).

Для проведения экспериментов была разработана специальная система подогрева топлива (Рис 1), включающая:

- Электрический нагревательный элемент (максимальная температура 600°C);
- Разъемный конфузор для равномерного распределения нагрева;
- Систему термоконтроля с точностью $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

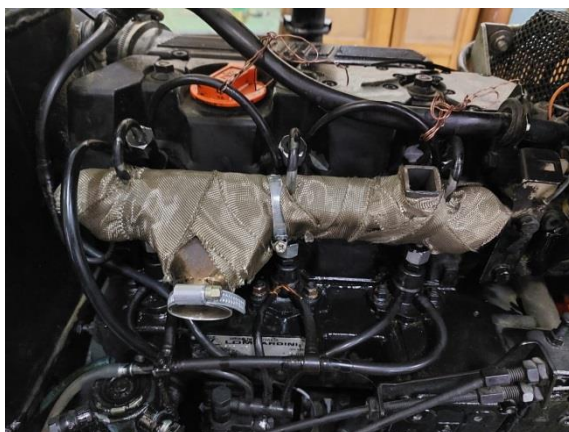


Рис. 1 – Система предварительного подогрева топлива.

Из-за неизбежных тепловых потерь в системе реальная температура подогрева топлива перед впрыском составляла $250 \pm 10^{\circ}\text{C}$, что подтверждено контрольными измерениями.

Каждая топливная композиция тестировалась при пяти температурных режимах подогрева с шагом 50°C (от окружающей среды до 250°C). Для обеспечения статистической достоверности на каждом режиме выполнялось 3-4 запуска двигателя с фиксацией временных параметров.

В Таблице 1 отражены результаты эксперимента для разных составов с показателями температуры подогрева и среднего арифметического времени пуска.

Чистое ДТ имеет кинематическую вязкость 4,5 сСт при 40°C, а, добавление 20% растительного масла увеличивает этот показатель на 35-40%. При 50% содержании биокomпонентов вязкость возрастает уже в 2,5-3 раза.

Чистое ДТ имеет стабильное уменьшение времени пуска с 3,0 с (без подогрева) до 2,1 с (при 250°C)

Таблица 1

Результаты эксперимента

	ДТ – 100%		ДТ 80% + Э 20%		ДТ 80% + СурМ 20%		ДТ 50% + РМ 50%		ДТ 80% + РМ 20%		ДТ 50% + СурМ 50%	
	°C	t, с	°C	t, с	°C	t, с	°C	t, с	°C	t, с	°C	t, с
№1	0	3	0	4,4	-5	3,6	-5	4	-1	4,2	-1	3,9
№2	98	2,9	-	-	56	3,1	51	3,2	50	3,7	51	3,6
№3	152	2,8	-	-	98	3	98	2,8	98	3	100	3
№4	197	2,7	-	-	149	2,8	148	2,6	148	2,8	149	2,9
№5	249	2,5	-	-	204	2,2	201	2,3	198	2,3	199	2,4

ДТ 80% + СурМ 20% показывает максимальную эффективность при 204°C (2,2 с), наблюдается ухудшение характеристик при температуре ниже +5°C

ДТ 50% + СурМ 50% показывает улучшение характеристик по мере нагрева (с 4,0 с до 2,3 с), имеет место более плавная зависимость по сравнению с 20% смесью.

Составы с рапсовым маслом показали аналогичную динамику, но с меньшей эффективностью.

Смесь с этанолом (ДТ 80% + Э 20%). Полная неработоспособность при предварительном подогреве топлива. Предположительно образование паровых пробок при нагреве 60-80°C, что препятствует запуску двигателя.

Выводы:

1. Перспективным направлением в ближайшем будущем станет применение комбинированных топливных смесей, сочетающих дизельное топливо, рапсовое масло, сурепное масло и этанол.

2. Включение рапсового масла и сурепного масла в топливные композиции приводит к значительному росту кинематической вязкости, что требует разработки специальных технических решений.

3. Разработана инновационная методика предварительного подогрева топливной смеси, обеспечивающая нагрев до 250°C на входе в систему впрыска.

4. Термическая подготовка топлива гарантирует стабильный запуск двигателя для всех испытанных составов и сокращает продолжительность пуска в 1,5-2 раза.

5. Холодный пуск демонстрирует вариативность временных характеристик для разных составов, при этом традиционное дизельное топливо сохраняет лидирующие позиции по этому показателю.

Библиографический список

1. Плотников С. А., Карташевич А. Н., Заболотских Г. Э. Исследование составов и способов подачи новых топлив с добавками сурепного масла в дизель. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50381870>
2. Плотников С. А., Шипин А. И. Теоретические предпосылки применения многокомпонентных биотопливных композиций в дизеле. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65602505>
3. Плотников С. А., Заболотских Г. Э., Кантор П. Я., Втюрина М. Н. Исследование свойств новых топлив для автотракторной техники. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48345255>
4. Плотников С. А., Карташевич А. Н., Мотовилова М. В. Оценка показателей процесса сгорания и тепловыделения в дизеле с предварительным подогревом топлива. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46593874>
5. Патрахальцев Н. Н., Ощепков П. П., Мельник И. С. Применение легковоспламеняющейся жидкости для повышения эффективности холодного пуска дизеля. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36513869>
6. Бузиков Ш. В. Влияние начальной температуры топлива на характеристики топливopодачи и период задержки воспламенения в дизеле // Концепт. 2014. № 10. С. 6–10. URL: <https://e-koncept.ru/2014/14617.htm> (дата обращения: 26.12.2024).
7. К вопросу обеспечения надежного пуска дизельных двигателей в условиях низких температур / М. Ю. Манзин, А. А. Заикин, С. В. Рослов, В. В. Иванов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2017. № 3(55). С. 88–94. EDN ZAEWHB.
8. Патент № 2819486 С1 Российская Федерация, МПК F02M 43/00, F02D 19/06, F02D 19/08. Двухтопливная система питания автотракторного дизеля с комбинированным управлением подачей смесового топлива : № 2023125639 : заявл. 05.10.2023 : опубл. 21.05.2024 / А. П. Уханов, А. Д. Уханов, Е. А. Сидоров ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет». EDN SSZLAT.
9. Козлов А. А. К вопросу о повышении эффективности пуска дизеля // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 5(63). С. 650–659. EDN YNMBBV.

Моделирование магнитоэлектрического микродвигателя постоянного тока с учетом влияния насыщения и коммутационной реакции якоря

Прокошев Дмитрий Константинович, начальник Конструкторского бюро
отдела гражданской продукции,

АО «Электромашиностроительный завод ЛЕПСЕ»

Шестаков Александр Вячеславович, канд. техн. наук, доцент,
доцент кафедры электрических машин и аппаратов,
Вятский государственный университет

Аннотация. Оптимальное проектирование машин постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением является актуальной задачей. Одним из инструментов проектных расчетов выступают математические модели, основанные на системах дифференциальных уравнений. Повышение точности расчетов с помощью моделей может быть достигнуто путем более полного учета реально действующих факторов. В машинах с магнитоэлектрическим возбуждением к таким факторам относятся насыщение магнитной системы и влияние реакции якоря. В представленной статье предлагается математическая модель магнитоэлектрического микродвигателя постоянного тока с учетом названных факторов. При этом расчет параметров двигателя осуществляется с применением аппроксимации основной характеристики намагничивания с помощью гиперболы. В ходе исследований разработано программное обеспечение, позволяющее моделировать переходные процессы в магнитоэлектрических двигателях постоянного тока. Хорошая сходимость расчетных величин, полученных по созданной программе, с данными испытаний подтверждает возможность применять разработанную модель и программное обеспечение для оптимального проектирования названных двигателей.

Ключевые слова: микродвигатель постоянного тока, магнитоэлектрическое возбуждение, переходные процессы, аппроксимация характеристики намагничивания, коммутационная реакция якоря.

Введение. Оптимальное проектирование микродвигателей постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением является актуальной задачей, поскольку распространенность этих электрических машин весьма широка: от систем автоматического управления до бытовой техники [1]. Математические модели, основанные на системах дифференциальных уравнений, выступают эффективным инструментом решения задач проектной оптимизации. Повышение точности моделей электромеханических преобразователей энергии достигается путем более полного учета реальных факторов. К таковым в микродвигателях с магнитоэлектрическим возбуждением, в первую очередь, относят насыщение по пути основного магнитного потока и влияние поля якоря на поле постоянных магнитов. В магнитоэлектрических микродвигателях при условии стабилизации постоянных магнитов актуален учет коммутационной реакции якоря, поскольку влияние остальных составляющих реакции якоря – минимизировано.

Анализ научно-технической литературы [1–4] свидетельствует о наличии значительного количества разработанных математических моделей машин постоянного тока, как с электромагнитным, так и с магнитоэлектрическим возбуждением. В то же время, названные модели нередко требуют дорогостоящего программного обеспечения и значительных вычислительных ресурсов для своей реализации.

Поэтому целью наших исследований являлось создание математической модели магнитоэлектрического микродвигателя постоянного тока с учетом влияния реально действующих факторов, а также программная реализация названной модели. Задачами являлись: составление системы дифференциальных уравнений магнитоэлектрического двигателя; внесение в уравнения уточнений, позволяющих определить параметры и магнитный поток магнитоэлектрического двигателя с учетом насыщения и коммутационной реакции якоря; разработка программного обеспечения для реализации названной модели; моделирование переходных процессов в магнитоэлектрическом двигателе постоянного тока с использованием разработанного программного обеспечения и сопоставление результатов моделирования с данными испытаний.

Методы исследования. Объектом исследования выступал коллекторный микродвигатель постоянного тока с магнитоэлектрическим возбуждением. В системе дифференциальных уравнений машины постоянного тока [2] исключается уравнение цепи возбуждения, тогда наша модель имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{di_a}{dt} = \frac{1}{L_{a,H}} \cdot (U - R_a \cdot i_a - C_e \cdot \omega_r \cdot \Phi_\delta); \\ \frac{d\omega_r}{dt} = \frac{p}{J} \cdot (C_M \cdot i_a \cdot \Phi_\delta - M_T - M_C), \end{cases} \quad (1)$$

где U и i_a – соответственно, напряжение и ток якорной цепи; $L_{a,H}$ – полная индуктивность цепи якоря с учетом насыщения; ω_r – угловая скорость якоря; R_a – активное сопротивление якоря с учетом щеточного контакта; C_e и C_M – постоянные ЭДС и момента, соответственно; Φ_δ – результирующий магнитный поток в воздушном зазоре двигателя; p – число пар полюсов; J – момент инерции двигателя и привода; M_T – момент холостого хода от потерь в стали

и трения в подшипниках и щеточном контакте; M_C – момент сопротивления, создаваемый полезной нагрузкой.

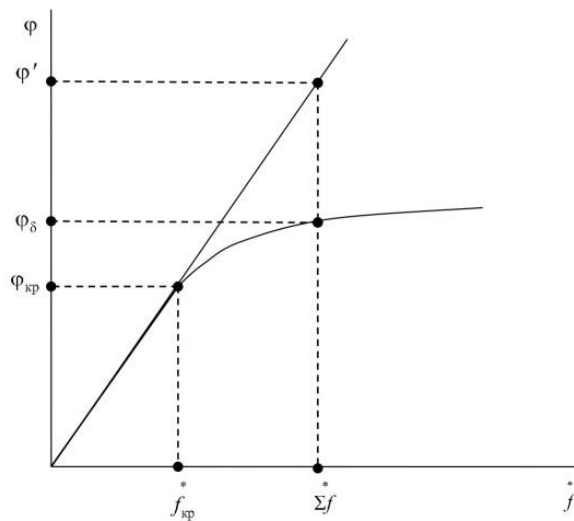


Рисунок 1. Аппроксимация основной характеристики намагничивания двигателя постоянного тока с постоянными магнитами

Для аппроксимации основной характеристики намагничивания двигателя постоянного тока (Рис. 1) используется гиперболическая зависимость:

$$\varphi = \frac{a \cdot f^*}{1 + b \cdot f^*}, \quad (2)$$

где φ – магнитный поток; f^* – магнитодвижущая сила (МДС); a и b – постоянные коэффициенты. В (2) МДС и поток выражены в относительных единицах. Для перехода от абсолютных величин к относительным каждая физическая величина делится на соответствующую базисную. Базисной величиной для магнитного потока принят расчетный поток в поперечном среднем сечении постоянного магнита Φ_M ; для МДС базисная величина – полная МДС постоянного магнита F_M , равная удвоенному произведению коэрцитивной силы H_C материала постоянного магнита на радиальный размер магнита h_p .

Для расчета магнитного потока в воздушном зазоре в каждый текущий момент времени используется формула:

$$\Phi_{\delta} = \varphi_{\delta} \cdot \Phi_M, \quad (3)$$

где φ_{δ} находится с помощью (2) по текущему значению МДС $f^* = \Sigma f^*$ (Рис. 1).

При этом $\Sigma f^* = \frac{\Sigma F}{F_M}$, где ΣF – суммарная МДС двигателя в физических единицах, равная:

$$\Sigma F = F_{\Sigma} + F_K, \quad (4)$$

где F_{Σ} – МДС магнитной цепи двигателя (после стабилизации постоянных магнитов она полагается неизменной); F_K – МДС коммутационной реакции якоря, рассчитываемая с учетом характеристик щеточно-коллекторного узла двигателя по текущим значениям (1) тока якорной цепи i_a и угловой скорости якоря ω_r [5].

Индуктивность цепи якоря в (1) в каждый текущий момент времени определяется с учетом насыщения следующим образом:

$$L_{a,H} = l_{\sigma a} + L_{aq} \cdot \xi_q, \quad (5)$$

где $l_{\sigma a}$ – индуктивность рассеяния якорной цепи; L_{aq} – поперечная индуктивность якоря; ξ_q – критериальный коэффициент [6], учитывающий влияние насыщения по поперечной оси двигателя постоянного тока. Для определения коэффициента ξ_q была подобрана аппроксимирующая зависимость

$$\xi_q = \left[7,69 \cdot (k_{\mu} - 1) + 1 \right]^{-0,5}, \quad (6)$$

где k_{μ} – текущее значение коэффициента насыщения магнитной системы двигателя, равное

$$\begin{cases} k_{\mu} = 1, & \text{если } \varphi_{\delta} < \varphi_{кр}; \\ k_{\mu} = \frac{\varphi'}{\varphi_{\delta}}, & \text{если } \varphi_{\delta} \geq \varphi_{кр}, \end{cases} \quad (7)$$

$\varphi_{кр}$ – критическое значение потока (Рис. 1); φ' – значение потока, рассчитанное по продолжению линейной части основной характеристики намагничивания двигателя при текущем значении МДС $f^* = \Sigma f^*$ (Рис. 1).

Результаты исследований, их обсуждение. По уравнениям (1) – (7) разработана программа **dpt12n.bas**, реализованная в программной среде Qbasic и позволяющая моделировать процессы в двигателе постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов. С помощью названной программы проведено моделирование переходных процессов при пуске (при номинальном моменте сопротивления на валу) микродвигателя для следящего электропривода ДП-63-40-3,0-24 мощностью 40 Вт, приведенных на Рис. 2 – Рис. 5.

В соответствии с Рис. 4 установившаяся частота вращения равна 3350 об/мин; потребляемый ток якоря в установившемся режиме равен 2,76 А (Рис. 2), что хорошо согласуется с результатами испытаний данного двигателя (соответственно, 3500 об/мин и 2,6 А). Это свидетельствует об адекватности разработанной модели.

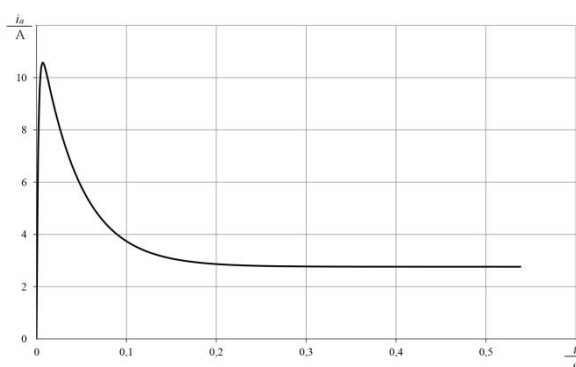


Рисунок 2. Ток якоря при пуске исследуемого двигателя

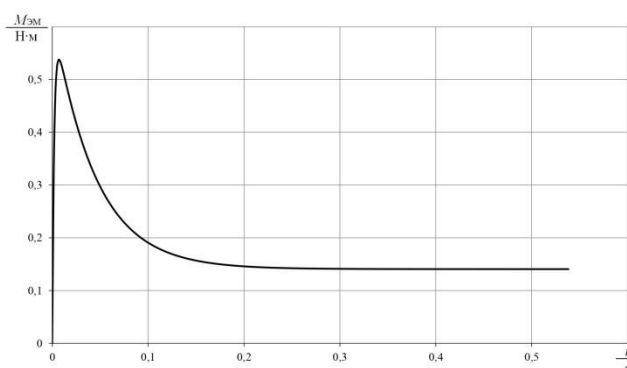


Рисунок 3. Электромагнитный момент исследуемого двигателя при пуске

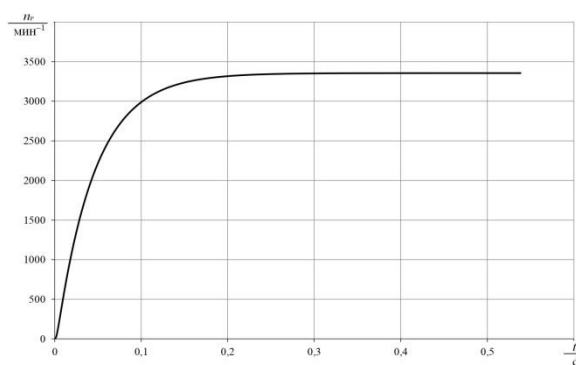


Рисунок 4. Частота вращения исследуемого двигателя при пуске

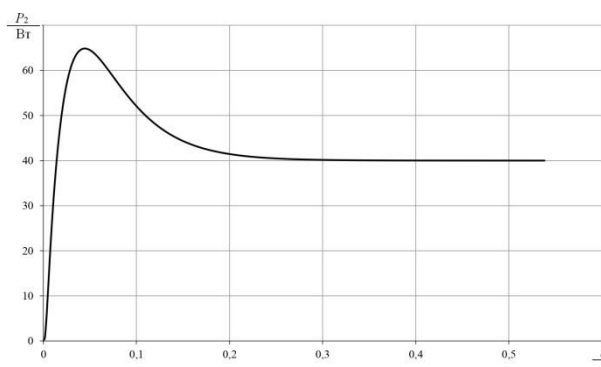


Рисунок 5. Изменение полезной мощности исследуемого двигателя при пуске

Выводы. Результаты математического моделирования двигателя с постоянными магнитами подтвердили адекватность предложенной модели с учетом влияния реальных факторов и работоспособность созданной программы. Предполагается использование данной программы для совершенствования проектирования магнитоэлектрических микродвигателей постоянного тока.

Библиографический список

1. Осин И. Л., Мощинский Ю. А. Электрические двигатели с постоянными магнитами в системах возбуждения // Электротехника. 2007. № 8. С. 13–18.
2. Литовченко В. В., Кокорин Д. В., Назаров Д. В. Математическая модель коллекторного тягового электродвигателя // Электротехника. 2014. № 8. С. 22–28.
3. Нестерин В. А., Генин В. С., Романов Р. А., Токмаков Д. А. Математическое моделирование электромагнитной системы сверхминиатюрного магнитоэлектрического двигателя // Электротехника. 2017. № 7. С. 7–10.
4. Чумаева М. В. Имитационное моделирование исполнительных двигателей постоянного тока с возбуждением от постоянных магнитов // Материалы XV международной научно-практической конференции. 2018 Академическая наука – проблемы и достижения. Т. 2 (26–27 марта 2018 г, North Charleston, USA). North Charleston, USA, 2018. С. 31–33.
5. Ермолин Н. П. Расчет коллекторных машин малой мощности. 2-е издание. Л. : Энергия, 1973. 216 с.
6. Рихтер Р. Электрические машины. Том 2. Синхронные машины и одноякорные преобразователи. Л. : ОНТИ, 1936. 692 с.

Влияние химического состава и термической обработки на амплитудно-зависимое внутреннее трение сплавов на основе Zn–49%Al, легированных Zr, Mg, Cu

Скворцов Александр Иванович, д-р техн. наук, профессор,
профессор кафедры материаловедения и основ конструирования,
Вятский государственный университет
Бёрдов Данила Алексеевич, аспирант,
направление подготовки «Технологии материалов»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Изучение амплитудно-зависимого внутреннего трения (АЗВТ) в сплавах системы Zn–Al представляет актуальность в связи с необходимостью повышения демпфирующих свойств конструкционных материалов, применяемых в машиностроении, авиационной промышленности. Целью настоящей работы является установление взаимосвязи между химическим составом, термической обработкой и амплитудно-зависимым внутренним трением для сплавов на основе Zn–49%Al: двухкомпонентного и легированных Zr, Mg и Cu. Сплавы исследовали в двух состояниях: 1) в исходном – после литья в кокиль; 2) после последующей закалки в воде от 415 °С. Основной метод исследования – метод АЗВТ на крутильном маятнике с использованием в качестве характеристики внутреннего трения логарифмического декремент. Получены результаты по влиянию химического состава, термической обработки на характер АЗВТ исследуемых сплавов. Результаты проанализированы с позиции влияния структурных состояний сплавов на подвижность поверхностных и линейных дефектов кристаллического строения при циклических колебаниях. Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых технически значимых алюминий-цинковых сплавов.

Ключевые слова: сплавы на основе Zn–49%Al, легирование Zr, Mg, Cu, термическая обработка, амплитудно-зависимое внутреннее трение, логарифмический декремент, структура.

Введение. Алюминий-цинковые сплавы находят широкое применение благодаря сочетанию высокой жидкотекучести, прочности и демпфирующей способности, что делает их перспективными для изделий, подверженных вибрационным нагрузкам [1–3]. Параметры амплитудно-зависимого внутреннего трения являются важным индикатором внутренней структурной подвижности и используется для диагностики дислокационных процессов в сплавах [3, 4].

Согласно литературным данным, добавки циркония способствуют мелкозернистой структуры, повышающей демпфирующую способность [5, 6]. Магний и медь, напротив, способны к формированию дисперсных упрочняющих фаз, стабилизирующих микроструктуру и снижающих внутреннее трение, но повышающие прочность сплавов на основе Zn–Al [4, 7–9].

В работах [10–11] исследовано влияние легирования на твердость, физико-механические свойства и структуру сплавов на основе Al–49%Zn.

В то же время, сплавы с соотношением Al и Zn, соответствующим высокотемпературной двухфазной области расслоения α -фазы, легированные указанными элементами, остаются недостаточно изученными, особенно в контексте их АЗВТ. Настоящая работа направлена на исследование влияния химического состава и термической обработки на амплитудно-зависимое внутреннее трение таких сплавов,

Методика исследования

Исследовали сплавы на основе Zn–49%Al, легированные Zr, Mg и Cu. Химический состав сплавов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав сплавов (мас. %)

Сплавы	Al	Zr	Mg	Cu	Zn
1	48,6	–	–	–	Остальное
2	48,6	0,05	–	–	Остальное
3	48,7	0,03	0,13		Остальное
4	48,6	0,03	0,12	1,0	Остальное

Примеси – не более 0,15 %.

Сплавы исследовали в двух состояниях: 1) в исходном – после литья в кокиль, 2) после последующей закалки в воде от 415 °С.

Определение амплитудной зависимости внутреннего трения проводилось с использованием крутильного маятника Вятского государственного университета [12]. Размеры рабочей части образцов: диаметр – 5 мм, длина – 30 мм. В качестве характеристики внутреннего трения использован логарифмический декремент

$$\delta = [\ln(\gamma_k/\gamma_{k+n})]/n,$$

где γ – амплитуда, n – число циклов крутильных колебаний.

Результаты исследований, их обсуждение. На рисунке 1 представлены амплитудные зависимости внутреннего трения сплавов в исходном состоянии, на рисунке 2 – после закалки от 415 °С.

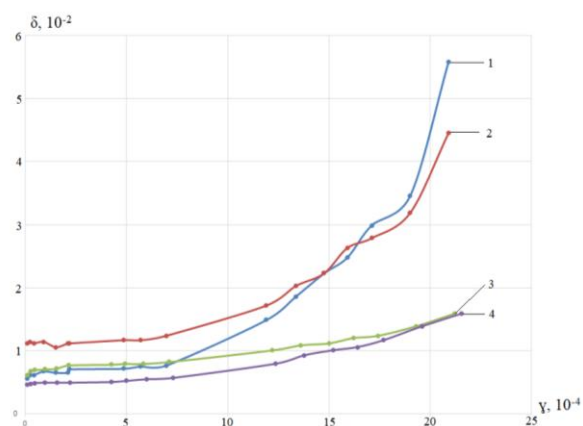


Рисунок 1 – Амплитудные зависимости внутреннего трения сплавов в исходном состоянии:
 1 – Zn-49%Al, 2 – Zn-49%Al-0,05%Zr, 3 – Zn-49%Al-0,03%Zr-0,13%Mg,
 4 – Zn-49%Al-0,03%Zr-0,12%Mg-1,0%Cu.

Анализ рисунков 1 и 2 позволяет выделить характерные особенности влияния последовательного легирования и термической обработки на АЗВТ сплавов.

Исходное состояние (рис. 1). Добавка 0,05%Zr существенно повышает уровень δ при низких и средних амплитудах колебаний. Это объясняется модифицирующим действием циркония, выражающемся в эффективной очистке твердых растворов от нежелательных с точки зрения демпфирующей способности примесных атомов. Дополнительная добавка 0,13%Mg понижает уровень АЗВТ при этих амплитудах, что можно объяснить снижением магнием подвижности поверхностных дефектов кристаллического строения. Дополнительная добавка 1,0%Cu приводит к еще более существенному снижению подвижности поверхностных дефектов кристаллического строения, приводящим к дополнительному понижению уровня АЗВТ.

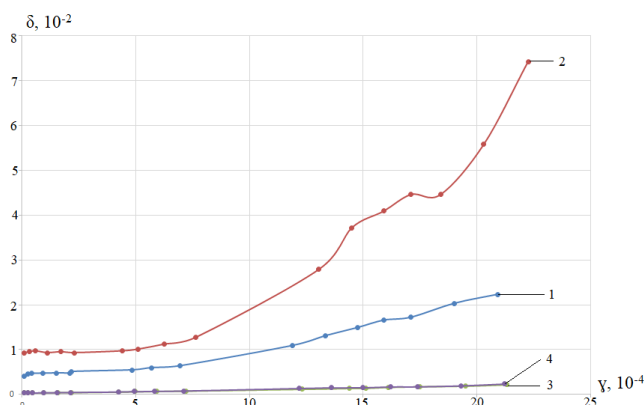


Рисунок 2 – Амплитудные зависимости внутреннего трения сплавов после закалки от 415°C:
 1 – Zn-49%Al, 2 – Zn-49%Al-0,05%Zr, 3 – Zn-49%Al-0,03%Zr-0,13%Mg,
 4 – Zn-49%Al-0,03%Zr-0,12%Mg-1,0%Cu.

Закалка от 415 °С (рис. 2). Структура сплавов после закалки из однофазной области отличается от структуры, формирующейся при охлаждении в металлической форме на воздухе, тем, что фазовые превращения протекают при температуре, близкой к комнатной. Анализ рисунков 1 и 2, показывает, что в результате закалки наименьшие изменения в АЗВТ при низких и средних амплитудах колебаний происходят в наиболее чистом по примесным атомам (по химическому составу наиболее близком к двухфазному сплаву) сплаве 2. При этом уровень АЗВТ при высоких амплитудах колебаний повысился. Закалка сплавов 1, 3, 4 привела к снижению уровня их АЗВТ. Это можно объяснить тем, что примесные (по отношению к сплаву 2) атомы существенно уменьшили подвижность как поверхностных, так и линейных дефектов кристаллического строения. Особенно это проявилось для сплавов, легированных Mg, Cu+Mg.

Выводы:

1. Химический состав сплавов оказывает существенное влияние на амплитудно-зависимое внутреннее трение.

2. В исходном состоянии наибольшие значения логарифмического декремента наблюдаются у сплавов 1 и 2, по химическому составу наиболее близких к двухфазному сплаву. Добавки Mg и Cu способствуют существенному снижению внутреннего трения за счёт стабилизации микроструктуры, выражающейся в снижении подвижности поверхностных и линейных дефектов кристаллического строения.

3. В результате закалки от 415 °С наименьшие изменения в АЗВТ при низких и средних амплитудах колебаний произошли в наиболее чистом по примесным атомам сплаве 2. При этом уровень АЗВТ при высоких амплитудах колебаний повысился. Закалка сплавов 1, 3, 4 привела к снижению уровня их АЗВТ вследствие того, что примесные по отношению к сплаву 2 атомы существенно уменьшили подвижность как поверхностных, так и линейных дефектов кристаллического строения. Особенно это проявилось для сплавов, легированных Mg, Cu+Mg.

Библиографический список

1. Фриш Р., Райс Р. Механизмы внутреннего трения и звукопоглощения в металлах // Внутреннее трение и упругость. М. : Мир, 1972. С. 121–160.
2. Колачев Б. А., Лебедев А. А., Сагадеев В. А. Металловедение алюминиевых сплавов. М. : Металлургия, 1985. 352 с.

3. Скворцов А. И. Оптимальный комплекс физико-механических свойств и нанокристаллической структуры демпфирующих сплавов на основе цинк–алюминий и механизмы внутреннего трения // Общество, наука, инновации (НПК – 2014) : Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция : сб. материалов. Киров : ВятГУ, 2014. С. 1236–1238.
4. Глушенко Ю. Н., Сорокин П. А. Деформационные и релаксационные процессы в алюминиевых сплавах. М. : Наука, 1991. 256 с.
5. Ващенко В. А., Кузнецов Н. С., Пушков И. В. Методика измерения амплитудной зависимости внутреннего трения на крутильном маятнике // Известия ВятГУ. 2016. № 2. С. 10–17.
6. Алексеев Э. П., Волков С. А. Исследование внутреннего трения и микроструктуры алюминиевых сплавов, легированных цирконием // Физика металлов и металловедение. 2001. Т. 91. № 2. С. 85–91.
7. Ходорович Ю. М., Кондратьев А. А. Влияние легирующих добавок на дислокационные процессы в алюминиевых сплавах // Металловедение и термическая обработка металлов. 2006. № 11. С. 10–15.
8. Lavernia E. J., Mohamed F. A. Processing and mechanical properties of particulate reinforced metal matrix composites : A review // Journal of Materials Science. 1990. Vol. 25. P. 1137–1156.
9. Chino Y., Sassa K., Mabuchi M. Internal friction and damping capacity of ultrafine-grained magnesium and its alloys // Materials Science and Engineering A. 2008. Vol. 494. P. 343–349.
10. Бердов Д. А., Скворцов А. И. Влияние химического состава на твердость и структуру закаленных сплавов на основе Al–49%Zn // Общество. Наука. Инновации. (НПК-2023) : сб. материалов XXIII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, приуроченной к 60-летию ВятГУ : в 2 т. Киров, 12–22 июня 2023 года. Т. 2. Киров : Вятский государственный университет, 2023. С. 158–161. EDN GBLNFS.
11. Бердов Д. А., Скворцов А. И. Влияние легирования на физико-механические свойства и структуру сплавов на основе Al–49% // Общество. Наука. Инновации (НПК-2022) : сб. ст. XXII Всероссийской научно-практической конференции : в 2 т. Киров, 11–29 апреля 2022 года. Т. 2. Киров : Вятский государственный университет, 2022. С. 276–282. EDN JWVRHI.
12. Скворцов А. И. Внутреннее трение в металлических материалах и его характеристики. Киров : ВятГУ, 2014. 68 с.

Оптимизация температурных графиков регулирования тепловых сетей в системах теплоснабжения с паротурбинными ТЭЦ

Скобелкин Илья Максимович, студент,
направление подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника»,
Вятский государственный университет

Суворов Дмитрий Михайлович, канд. техн. наук,
доцент, заведующий кафедрой теплотехники и гидравлики,
Вятский государственный университет

Аннотация. В данной работе произведены анализ и обобщение данных литературных источников, затрагивающих тематику температурных графиков регулирования тепловых сетей. Объектом исследования являются водяные температурные графики систем теплоснабжения с паротурбинными ТЭЦ. Задачей работы является определение параметров температурных графиков, обеспечивающих наивысшую эффективность систем теплоснабжения при работе в характерных условиях. Определена высокая эффективность использования расширенных графиков регулирования, а также графиков, оптимизированных по величине максимальной температуры прямой сетевой воды. Полученные результаты будут использованы при создании математической модели, позволяющей производить детальный расчет широкого диапазона переменных режимов работы подогревателей горячего водоснабжения и отопления в рассматриваемых системах. Данная модель в перспективе может быть использована в области проектирования, а также для анализа различных режимов работы теплообменных аппаратов.

Ключевые слова: температурный график, тепловые сети, оптимизация, сетевая вода, расширенный график регулирования.

Введение. Системы теплоснабжения с паротурбинными ТЭЦ играют ключевую роль в обеспечении теплом и горячей водой как промышленных, так и коммунальных объектов. Температурные графики регулирования тепловых сетей, являющиеся основным инструментом для управления этими системами, влияют на экономику потребления энергии и на долговечность оборудования. В условиях современной энергетической отрасли, где важнейшими факторами являются эффективность (как энергетическая, так и экономическая) и снижение эксплуатационных расходов, оптимизация температурных графиков является необходимой задачей.

Ведущий подход, цель и задача исследования. Объектом исследования являются водяные температурные графики систем теплоснабжения, источниками которых являются паротурбинные ТЭЦ.

В качестве ведущего подхода используется анализ результатов ранее выполненных расчетных и экспериментальных исследований этого объекта.

Цель исследования – определить ключевые факторы и подходы для разработки математической модели, которая позволила бы проводить расчеты и опти-

мизацию температурных графиков с учетом реальных характеристик оборудования, в том числе подогревателей горячего водоснабжения и отопления у абонентов. Задачей работы является определение цели предстоящих расчетных исследований и вида математической модели, обеспечивающей ее достижение.

Результаты исследований, их обсуждение. Авторы статьи [3] производят оценку эффективности перехода к расширенному графику регулирования (РГР). Одной из главных целей данного исследования является максимальное использование теплового потенциала теплоносителя для поддержания заданной температуры в отапливаемых помещениях и при этом минимизация затрат энергии на транспортировку воды по теплосетям. Помимо этого, в работе задействовано новое уравнение регулирования режима отопления, включающее в себя большую группу факторов, оказывающих влияние на искомые значения температур воды (подаваемой в систему отопления и обратной воды). Показано, что при использовании РГР температура обратного теплоносителя может снизиться до 30–40°C, что характеризует более полное охлаждение теплоносителя, а это приводит к снижению тепловых потерь в тепловой сети, а также затрат на транспортировку (из-за снижения расхода сетевой воды).

Согласно [2], переход на пониженный (по сравнению со стандартным) температурный график (ТГ) относится к двум напрямую не связанным аспектам. Первый из них – снижение температуры теплоносителя в подающем трубопроводе, которое не сказывается на температуре обратной сетевой воды. При этом тепловая нагрузка также может оставаться неизменной, если потребители оснащены системами автоматизации. Однако если у потребителей отсутствует местное регулирование, то произойдет снижение отпуска тепла потребителю («недотоп») с некоторым понижением температуры обратной сетевой воды. Второй аспект затрагивает проблему снижения температуры сетевой воды в обратном трубопроводе – массовый переход потребителей на низкотемпературные системы отопления. Такой вариант возможен только для новых крупных микрорайонов, которые обеспечивались бы теплом от новых источников (котельных или ТЭЦ).

Авторами статьи [6] определяется интегральная энергетическая эффективность использования РГР при различных долях расхода сетевой воды. Ис-

следование проводилось с помощью математического моделирования режимов работы турбоагрегатов типа Т-50-130, а также с применением метода расчета интегральных параметров энергетической эффективности. Основные характерные показатели эффективности – удельный расход топлива на отпуск электроэнергии, удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении, затраты электроэнергии на сетевые насосы и нормативные тепловые потери.

Авторы статьи [6] приходят к выводам, что переход на РГР снижает удельный расход топлива на отпуск электроэнергии на величину до 1,4 %. Затраты электроэнергии на привод сетевых насосов снижаются за счет снижения расхода теплоносителя. Работа [6] показывает, что переход на расширенный график регулирования снижает затраты на топливо и электроэнергию, повышая эффективность работы ТЭЦ, что может быть полезно для оптимизации работы теплосетей, особенно в городах с холодным климатом.

Статья [8] более подробно раскрывает тематику предыдущей. Авторы фокусируются на определении эффективности перехода ТЭЦ с проектных температурных графиков на пониженные. Произведен достаточно подробный анализ такого перехода, при котором были учтены такие немаловажные аспекты, как: затраты электроэнергии на привод сетевых насосов, реальные диаметры и протяженность тепловых сетей, нормативные тепловые потери в теплосетях и выработка электроэнергии на тепловом потреблении. Для обеспечения требуемой тепловой нагрузки при переходе на пониженные ТГ потребуется увеличивать расход сетевой воды, что влечет за собой рост затрат электроэнергии на привод сетевых насосов. Из этого вытекает еще одна проблема – существенные затраты на строительство (реконструкцию) тепловых сетей с большими диаметрами, чтобы они могли грамотно обеспечить новый гидравлический режим с соответствующими расходами сетевой воды. В целом, для крупных источников переход на пониженные ТГ не является целесообразным, в отличие от перехода на РГР. Использование РГР в сочетании с оптимальными ТГ позволяет снизить удельный расход топлива, однако существенное снижение расчетной температуры требует тщательного экономического обоснования.

Работа [9] посвящена исследованию влияния перехода на пониженные и расширенные ТГ и на работу теплоэлектроцентралей. В статье используется математическая модель реальной тепловой сети и потребителей. Авторы представляют графические зависимости ключевых параметров эффективности, зависящих от нормативных, пониженных и расширенных ТГ. На основе расчетов был произведен анализ энергозатрат и экономических показателей при переходе на графики, отличные от исходных. Выявлено, что переход с исходного температурного графика (ИТГ) 150/70°C на наиболее эффективные пониженные графики приводит к экономии топлива на ТЭЦ до 2 %.

Статья [7] посвящена исследованию изменения температуры теплоносителя (воды) при его транспортировке по трубопроводам водяных тепловых сетей. Авторы изучают, как температура теплоносителя меняется в зависимости от различных исходных ТГ и температуры окружающей среды. Осуществлено сравнение остывания теплоносителя в подающем трубопроводе теплосети при различных ИТГ для модельной ТЭЦ города Кирова. Для исследования использован метод расчета удельных тепловых потерь, представленный в работах А. А. Пятина. Данный метод учитывает не только тепловые потери, но и их зависимость от разных параметров. На основе проведенных исследований было установлено, что зависимость остывания теплоносителя в подающем трубопроводе от температуры наружного воздуха имеет линейный характер, а также имеется существенная зависимость теплотерь от максимальной температуры теплоносителя. Определено, что коэффициент распределения остывания теплоносителя между подающим и обратным трубопроводами существенно зависит от максимальной температуры теплоносителя, но слабо зависит от температуры наружного воздуха.

В работе [1] производится расчет того, как остывает вода в трубопроводах в зависимости от температуры воздуха. На основе вычислений строятся графики температур и расходов воды с учетом тепловых потерь при транспортировке. Далее рассчитываются показатели энергоэффективности для модели ТЭЦ при разных способах корректировки графиков воды. Установлено, что

удельный расход топлива на выработку электроэнергии существенно снижается при переходе к более эффективным по величине максимальной температуры теплоносителя ТГ, но мало изменяется при переходе от количественного регулирования к качественному. Статья [1] предлагает новые подходы к расчету тепловых потерь для оптимизации существующих режимов работы оборудования ТЭЦ и повышения эффективности производства и отпуска тепловой энергии потребителям.

В статье [4] авторы исследуют переход на РГР отопления, которые сочетают качественное и количественное регулирование. Результаты исследований показывают, что РГР увеличивают удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении по сравнению с ИТГ до 6 % при тепловом графике и снижает удельный расход топлива до 4,5 % за отопительный период. Основным эффектом достигается за счет снижения температуры обратной воды до 30–40°C и минимизации расхода воды в отопительный период. Методика расчета детально проработана, и в ней учитываются различные сценарии работы ТЭЦ. Отдельное внимание уделено важности автоматизации тепловых пунктов для максимально эффективного внедрения РГР.

Автор статьи [5] предлагает новый подход для формулирования уравнения режимов отопления, при котором учитываются параметры теплообмена (непостоянство коэффициента теплопередачи отопительных приборов), внутренние тепловыделения и тепло на инфильтрацию. Полученное в работе уравнение применимо для анализа работы систем отопления при различных температурных графиках, что может способствовать повышению качества отопления, повышения эффективности работы систем отопления.

Выводы. Рассмотрены публикации, затрагивающие тематику температурных графиков. Целью дальнейших исследований является оптимизация температурных графиков регулирования тепловых сетей в конкретных системах теплоснабжения, а впоследствии применение полученных в результате исследований данных при выборе оптимального графика для модельной системы теплоснабжения, где был бы учтен более широкий спектр факторов и парамет-

ров. В основу планируемой разработки математической модели в MS Excel предполагается в обобщенном виде заложить результаты выполненных в работах [1–9] исследований с осуществлением в рамках этой модели расчетов, моделирующих широкий диапазон режимов работы водоводяных теплообменных аппаратов систем горячего водоснабжения и отопления в системах теплоснабжения, работающих по разным видам температурных графиков.

Библиографический список

1. Лыскова Е. А., Суворов Д. М. Исследование изменения температуры теплоносителя при транспортировке по трубопроводам водяных тепловых сетей при различных исходных температурных графиках // Общество. Наука. Инновации (НПК–2023) : сб. материалов XXIII Всерос. (нац.) науч.-практ. конф., приурочен. к 60-летию ВятГУ. 12 апр. 22 июня 2023 г. : в 2 т. Киров, 2023. С. 40–44.
2. Лыскова Е. А., Суворов Д. М. Переход на пониженный температурный график сетевой воды в системах теплоснабжения как актуальная проблема // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика : сб. науч. тр. Екатеринбург, 2021. С. 120–123.
3. Пятин А. А., Суворов Д. М. Расширенный график регулирования отопления: определение и оценка эффективности применения в системах теплоснабжения // Теплоэнергетика. 2021. № 4. С. 64–78.
4. Пятин А. А., Суворов Д. М. Расширенный график регулирования отопления: оценка влияния на эффективность паротурбинных ТЭЦ // Проблемы региональной энергетики. 2020. № 3 (47). С. 40–55.
5. Пятин А. А. Уравнение режимов отопления здания и его применение для анализа теплоснабжения // Общество, наука, инновации. (НПК–2014) : Всерос. ежегод. науч.-практ. конф. : сб. материалов : общеуниверситет. секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, ЮФ, 15–26 апреля 2014 г. Киров, 2014. С. 1910–1916.
6. Суворов Д. М., Лыскова Е. А. Эффективность работы ТЭЦ в условиях расширенного графика регулирования нагрузки отопления при различной доле расхода сетевой воды при смене способа регулирования // Общество. Наука. Инновации (НПК–2022) : сб. ст. : XXII Всерос. науч.-практ. конф., 11 апр. 29 апр. 2022 г. : в 2 т. Киров, 2022. С. 469–475.
7. Суворов Д. М., Татарина Н. В., Лыскова Е. А. Исследование эффективности работы систем теплоснабжения с паротурбинными ТЭЦ при учёте изменения температуры сетевой воды при транспортировке // Проблемы региональной энергетики. 2023. № 3 (59). С. 54–70.
8. Суворов Д. М., Татарина Н. В., Лыскова Е. А. Эффективность расширенных графиков регулирования отопления на ТЭЦ при понижении расчетной температуры прямой сетевой воды // Проблемы региональной энергетики. 2021. № 4 (52). С. 99–114.
9. Суворов Д. М., Татарина Н. В. Эффективность работы ТЭЦ в системах теплоснабжения при переходе на пониженные и расширенные графики регулирования // Проблемы региональной энергетики. 2022. № 3 (55). С. 68–82.

Анализ напряженно-деформированного состояния стыка сборных железобетонных элементов с использованием композитной арматуры и эпоксидного клея

Тюкалов Юрий Яковлевич, д-р техн. наук, доцент,
профессор кафедры строительных конструкций и машин,

Вятский государственный университет

Ашихмин Станислав Эдуардович, аспирант,
направление подготовки «Строительные конструкции, здания и сооружения»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Сборные железобетонные конструкции представляют собой один из основных и наиболее эффективных методов возведения различных зданий и сооружений. В данной работе особое внимание уделяется ступенчатому узлу, в котором применяется композитная арматура, соединенная с использованием эпоксидного клея. Этот подход позволяет значительно сократить время монтажа соединений, уменьшая его с 28 дней, необходимых для достижения прочности бетона, до всего лишь одного дня. Основной целью проведения этого исследования является анализ напряженно-деформированного состояния стыка сборных железобетонных элементов с учетом использования композитной арматуры. В результате численного эксперимента, проведенного с помощью программного комплекса «ЛИРА-САПР», было установлено, что прочность и жесткость предложенного соединения близки к аналогичной монолитной балке, отличаясь не более чем на 5%. Сборные железобетонные каркасы являются непосредственной областью применения полученных результатов.

Ключевые слова: сборный железобетон, композитная арматура, эпоксидный клей, напряженно-деформированное состояние

Введение. Численный эксперимент с учетом физической нелинейности при расчете соединения сборных железобетонных блоков представлен в статье [1]. В данной статье исследуется арка моста, для возможного использования композитной арматуры в качестве соединения. Автор в статье [2] исследует возможность армирования блоков композитной арматурой, с помощью особенного способа армирования несущая способность балки возросла от 1.4 до 1.6 раза. Автор сравнивает в статье [3] разные виды арматуры, а именно: стальная, базальтовая, стеклопластиковая. В итоге бетон со стальной арматурой имеет наибольшую прочность на растяжение при изгибе, а стеклопластиковая – наименьшую. В статье [4] подтверждается схожее явление композитная арматура уменьшает разрушающую нагрузку на 5-9%. Выбор типа армирования – это важная вещь при проектировании зданий и сооружений, это влияет на стоимость строительства в целом, данный анализ провел автор статьи [5].

Методы исследования. Исследование выполняется с помощью программного комплекса «ЛИРА-САПР», объектом исследования являются сплошная и составная железобетонные балки (рис. 1).

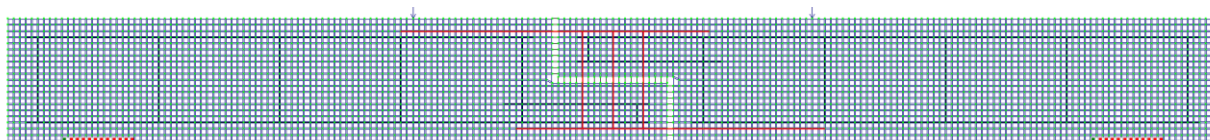


Рисунок 1. Схема составной железобетонной балки.

Для сравнения была взята монолитная балка с аналогичными размерами и сечениями, без использования композитной арматуры (рис. 2).

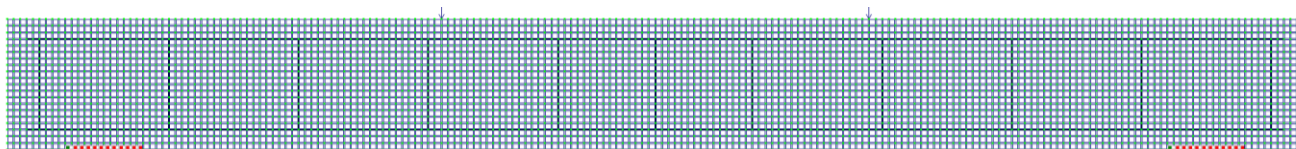


Рисунок 2. Схема монолитной железобетонной балки.

В качестве нагрузки прикладывались две сосредоточенные силы на $1/3$ от оси симметрии балки. Принята разрушающая сила в 100кН. На каждой балке учтены 2 опоры шириной 10см, располагаются в 10см от края балки, с исключением перемещений по осям X, Y, Z. Численный эксперимент с физической нелинейностью подразумевает наличие итераций. В данном случае принято 20 итераций для более точного результата.

Результаты исследований, их обсуждение. Деформированная схема и схема напряжений в бетоне вдоль OX с приложенной разрушающей силой представлена на рисунках 3 для составной балки и 4 для монолитной.

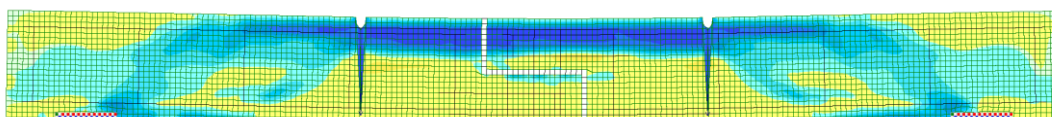


Рисунок 3. Схема напряжений в составной железобетонной балке.

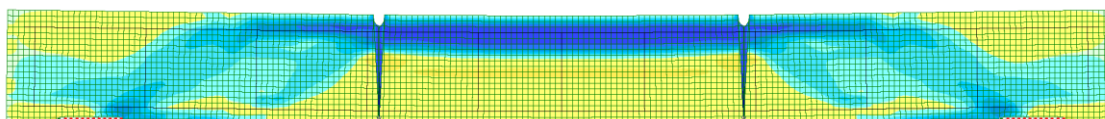


Рисунок 4. Схема напряжений в монолитной железобетонной балке.

На основании проведенного численного эксперимента был составлен график зависимости деформаций от приложенной нагрузки (рис. 5).

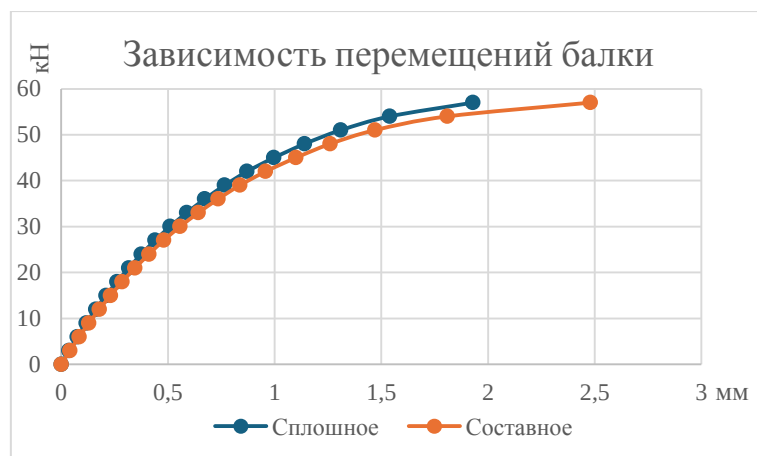


Рисунок 5. Зависимость перемещений балки под действием разрушающей нагрузки.

По графику видна разница перемещений между монолитной и составной балкой, разница перемещений в процентах указана в таблице 1.

Таблица 1

Результаты численного эксперимента

P(кН)	dZ1(мм)	dZ2(мм)	%
0	0	0	0
3	0,0365	0,0412	12,9
6	0,0753	0,0843	12
9	0,117	0,13	11,1
12	0,162	0,179	10,5
15	0,21	0,231	10
18	0,262	0,286	9,2
21	0,317	0,346	9,1
24	0,376	0,411	9,3
27	0,44	0,48	9,1
30	0,51	0,557	9,2
33	0,588	0,642	9,2
36	0,673	0,735	9,2
39	0,766	0,837	9,3
42	0,871	0,958	10
45	0,997	1,1	10,3
48	1,14	1,26	10,5
51	1,31	1,47	12,2
54	1,54	1,81	17,5
57	1,93	2,48	28,5
60	49,4	49,9	1

Выводы. Прочность и жёсткость составной железобетонной балки с использованием композитной арматурой и эпоксидного клея удовлетворяют требованиям нормативных документов.

Область применения таких соединений сборных железобетонных элементов являются сборные железобетонные каркасы, в том числе и в области строительства жилых зданий.

Библиографический список

1. Ашихмин С. Э., Тюкалов Ю. Я. Расчет арочного моста с учетом физической нелинейности. Межотраслевые исследования как основа междисциплинарности наук. СПб. : ГНИИ «Нацразвитие», 2022.
2. Меркулов С. И., Есипов С. М. Армирование бетонных и железобетонных конструкций композитными материалами // Эксперт: теория и практика. 2025. № 1(28). С. 145–149.
3. Рыжков П. В., Ерендеева А. Р., Баранов А. С. Изменение работы бетонных балок в зависимости от типа армирующего материала // Вестник транспорта Поволжья. 2024. № 4(106). С. 83–88.
- 4 Шарифов А. Х., Ивашенко Ю. А., Рахмонзода А. Д. Экспериментальные исследования прочности, жесткости и трещиностойкости облегченных плит с комбинированным армированием // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2021. Т. 21. № 4. С. 5–15.
5. Доронин А. А. Проблема выбора материала для армирования изгибаемых элементов на примере однопролётной железобетонной балки // StudArctic Forum. 2022. Т. 7. № 1. С. 55–60.

Опыт реализации проекта «Инженерные классы»

Фоминых Антон Анатольевич, канд. техн. наук, доцент,
декан электротехнического факультета,
Вятский государственный университет

Новоселова Ольга Александровна, старший преподаватель
кафедры электрических станций,
Вятский государственный университет

Харин Алексей Николаевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена проблемам и перспективам подготовки квалифицированных инженерных кадров. Рассматриваются сложности, с которыми сталкиваются различные участники процесса подготовки специалистов. Особое внимание уделено проекту «Инженерный теплоэнергетический класс», реализуемому Вятским государственным университетом совместно с Кировским филиалом ПАО «Т Плюс». Проект направлен на повышение интереса учащихся к техническому образованию, подготовку к ЕГЭ по профильным предметам и вовлечение школьников в техническое творчество. Описаны мероприятия, проведенные в рамках проекта, включая собрания с родителями, экскурсии на производственные объекты и образовательный блок занятий. Приведены ожидаемые результаты проекта.

Статья представляет собой обзор усилий, направленных на решение проблемы нехватки квалифицированных инженеров и создание условий для развития технического образования в регионе.

Ключевые слова: инженерный класс, инженерное образование, предприятие.

В настоящее время перед Российской Федерацией стоит задача по достижению технологического лидерства во всех отраслях промышленности. Это масштабная и серьезная цель, которая не ограничивается достижением высокого уровня производства и автоматизации процессов, а прежде всего, включает в себя высококачественную многоуровневую подготовку кадров по всем направлениям, в первую очередь по инженерным специальностям.

Ключевыми акторами, отвечающими за подготовку инженерных кадров для страны и региона, являются школы, учреждения среднего профессионального образования, вузы, предприятия [1]. При этом стоит отметить, что каждый из участников процесса подготовки будущих профессионалов на разных стадиях сталкивается с большими сложностями:

1. Средние общеобразовательные учреждения – в них остро стоит проблема с нехваткой педагогического состава по естественнонаучному блоку дисциплин, прежде всего по ключевому для инженерной деятельности предмету – физике [2].

2. ВУЗ – испытывает нехватку абитуриентов по всем техническим направлениям подготовки ввиду непопулярности инженерного образования.

3. Предприятия энергетического, машиностроительного и электромашиностроительного профиля функционируют в режиме колоссальной нехватки инженерно-технического персонала. На текущий день любое предприятие региона испытывает кадровый голод, несмотря на достойный уровень предлагаемой заработной платы.

Понимая всю сложность ситуации и строя большие планы на будущее, Вятский государственный университет и Кировский филиал ПАО «Т Плюс» при поддержке Министерства образования Кировской области в 2023/2024 учебном году начали реализацию проекта «Инженерный теплоэнергетический класс» в двух образовательных учреждениях среднего образования Кировской области – КОГОАУ «Гимназия №1 г. Кирово-Чепецка» и КОГОАУ «Лицей г. Советска».

Основные цели создания инженерных классов состоят:

- в повышении интереса у обучающихся общеобразовательных школ к техническому образованию (прежде всего к тепло- и электроэнергетике).
- подготовке школьников к сдаче ЕГЭ по профильным предметам: математика, физика.
- вовлечении обучающихся в техническое творчество.

В период реализации проекта были проведены следующие виды активностей:

1. Собрания с родителями учеников 9-11 классов, на которых представители Кировского филиала ПАО «Т Плюс» и ВятГУ рассказывали о предприятии, инженерном образовании, возможностях карьерного роста, престиже инженерных профессий.



Рисунок 1. Родительское собрание в КОГОАУ «Гимназия №1 г. Кирово-Чепецка»

2. Фестиваль науки, на котором студенты презентовали перед школьниками свои проекты и знакомили с электротехническим факультетом ВятГУ.



Рисунок 2. Участник фестиваля науки.

3. Экскурсии на объекты ПАО «Т Плюс», посещение лабораторий университета.



Рисунок 3. Экскурсия на ТЭЦ-5.

4. Образовательный блок, в рамках которого ученики получили дополнительные знания по профильным дисциплинам – электроэнергетика и теплоэнергетика, программирование микроконтроллеров, основы электротехники и электроники. Занятия в рамках образовательного блока проводились как в очном формате – мастер-классы, так и с использованием дистанционных образовательных технологий – лекции.



Рисунок 4. Мастер-класс по пайке.

Особенностью проекта является вовлечение в образовательный процесс студентов технических направлений подготовки в качестве наставников при выполнении школьниками проектных работ, а также в качестве организаторов мастер-классов.

Компания ПАО «Т Плюс» предоставляет свои производственные площадки для знакомства с организацией производства электрической и тепловой энергии, профессиональной деятельностью инженеров, участвуют в проведении творческих конкурсов и обеспечивают возможность последующей целевой подготовки кадров.

Ожидаемая результативность проекта «Инженерный теплоэнергетический класс»:

1. Численность школьников, поступивших на технические направления подготовки в ВятГУ.
2. Численность выпускников школ, продолживших обучение в высших учебных заведениях Кировской области.
3. Численность школьников, сдавших ЕГЭ по профильным предметам: математика, физика, информатика.
4. Количество целевых договоров, заключенных с выпускниками школ для дальнейшего обучения на технических направлениях в ВятГУ с последующим трудоустройством на Предприятие.

Функционирование инженерных классов энергетического профиля даст возможность школьникам развить дополнительные физико-математические и инженерно-технические компетенции, обеспечит их опытом проектной работы

и пониманием перспективных задач энергетической отрасли, что позволит достичь необходимого уровня подготовки для продолжения обучения в профильных университетах и дальнейшей работы в индустрии.

Библиографический список

1. Солнышкова О. В. Технология сотрудничества вуза с инженерными классами школ как первый этап непрерывной образовательной траектории // Актуальные вопросы образования. 2022. № 1. С. 241–244.
2. Проект предпрофессионального образования «Инженерный класс в московской школе» как опыт создания столичной системы ранней профилизации школьников / А. А. Марко, Д. А. Либерман, Т. В. Новикова, А. С. Барабанов // Глобальный научный потенциал. 2024. № 9 (162). С. 132–141.

Современные технологии освещения

Фоминых Антон Анатольевич, канд. техн. наук, доцент,
декан электротехнического факультета,
Вятский государственный университет

Шешукова Наталья Викторовна, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена исследованию современных технологий освещения, направленных на повышение эффективности и улучшение качества освещения. Авторы выделяют ключевые требования к проектированию современных систем освещения, включая энергоэффективность, экономичность, экологичность, безопасность, длительный срок службы, высокую цветопередачу, функциональность и эстетичный дизайн. Особое внимание уделено перспективным направлениям развития, таким как графеновые лампы, умные лампы (Smart Bulb), OLED-матрицы и автономные лампы. Графеновые лампы характеризуются высоким уровнем преобразования энергии в свет, длительным сроком службы и отличной цветопередачей. Умные лампы предлагают широкие возможности для дистанционного управления и настройки режимов освещения. OLED-матрицы обладают способностью создавать яркие и качественные источники света, обеспечивая высокий уровень комфорта и безопасности. Автономные лампы предоставляют независимость от стационарных сетей электропитания, что актуально для регионов с нестабильным энергоснабжением. Таким образом, развитие новых технологий открывает перспективы для создания инновационного, эффективного и устойчивого освещения, соответствующего требованиям современного общества.

Ключевые слова: освещение, технологии, энергоэффективность.

Введение. С развитием современных технологий освещения наблюдаются тенденции, к которым стремятся большинство производителей ламп и светильников. Основное внимание уделяется повышению эффективности, созданию впечатляющего визуального эффекта и расширению функциональности. Если ранее выбор ограничивался только дизайном светильника и его мощностью, то сейчас ситуация изменилась к лучшему. В ближайшем будущем ожидается внедрение графеновых суперэффективных источников света, OLED-матриц и автономных ламп. Актуальными становятся "умные" системы освещения, управляемые с помощью компьютеров, смартфонов и удалённо [1].

Ведущий подход. Современные технологии освещения должны соответствовать следующим требованиям:

1. **Энергоэффективность.** Электрическая энергия преобразуется в свет и тепло в любом источнике света. Чем выше световая отдача и ниже тепловые потери, тем эффективнее технология. Например, классические лампы накаливания

преобразуют в свет лишь 10-20% электроэнергии, остальное теряется в виде тепла. Энергосберегающие люминесцентные лампы, популярные в прошлом десятилетии, были гораздо более эффективными. Сегодня светодиодные технологии занимают лидирующие позиции. Энергоэффективные источники света обеспечивают максимальную светоотдачу при минимальном потреблении электроэнергии, что позволяет не только экономить на счетах, но и снижать нагрузку на электросети, особенно в зимний период.

2. Экономичность. Это продолжение предыдущего тренда. Несмотря на наличие мощных бытовых приборов, таких как электрочайники и микроволновки, освещение также существенно влияет на расходы. Снижение энергоэффективности стало решением этой проблемы, поскольку затраты на освещение значительно меньше, чем на кухонные приборы. Для массового потребления новые изобретения должны иметь конкурентоспособную стоимость, что требует поиска новых материалов, объединяющих функциональность и доступность.

3. Экологичность. Энергосберегающие лампы, содержащие ртуть, внесли значительный вклад в этот аспект. В отличие от них, светодиоды не содержат вредных веществ и не требуют специальной утилизации. Важно, чтобы новые разработки не содержали газов или других наполнителей, способных причинить вред здоровью человека при утечке. Целью является создание оборудования, не требующего особых условий для утилизации.

4. Безопасность. В эпоху ламп накаливания замена могла привести к травмам из-за их хрупкости. Современные светильники изготавливаются из прочных материалов, таких как пластик и алюминий, что минимизирует риск получения травм. Кроме того, важны электро- и пожаробезопасность, а также разработка оборудования для работы в условиях повышенной влажности и под водой.

5. Срок службы. Для потребителей важно учитывать два критерия: частоту замены и длительность эксплуатации источников света. Например, лампы накаливания работают около 1000 часов, в то время как светодиоды – от 50000 часов. После установки системы освещения она должна требовать минимального обслуживания в течение длительного времени.

6. Цветопередача. Этот параметр показывает, насколько точно источник света отображает цвета освещаемых объектов. Эталоном служат солнечный свет и лампы накаливания с коэффициентом цветопередачи выше 90 единиц. Хорошие светодиоды способны достичь 78-80 единиц, и работа в этом направлении продолжается.

7. Функциональность. В современном мире освещение должно обеспечивать возможность регулировки яркости и оттенка свечения, а также удалённого управления через смартфон или интернет, программирования режимов работы и многое другое.

8. Дизайн. Освещение стало важным инструментом в оформлении интерьеров, позволяя подчеркивать и выделять элементы. Ожидается дальнейшее усовершенствование осветительных приборов. [2]

Результаты исследований, их обсуждение. В течение нескольких лет ведутся разработки в четырёх направлениях современных технологий освещения:

- графеновые лампы;
- умные лампы (Smart Bulb);
- OLED-матрицы;
- автономные лампы.

Графен – это одна из форм углерода, отличающаяся высокой механической прочностью и выдающейся теплопроводностью. Хотя данный материал пока что достаточно дорог, его потенциал в области электроники значительно выше, чем в освещении. Тем не менее, некоторые компании делают акцент на графеновых технологиях. Основные причины, способствующие развитию этой технологии:

- каждый ватт электроэнергии, потребляемый графеновой лампой, преобразуется в световой поток мощностью 100 люмен (для сравнения: лампа накаливания дает всего 15 люмен с одного ватта);
- благодаря высокой теплопроводности графена обеспечивается эффективный отвод тепла от светодиодов, что продлевает их срок службы;
- индекс цветопередачи достигает 90 единиц, что близко к идеалу, к которому стремятся производители светодиодов;

– спектральные характеристики практически идеальны, без резких пиков и провалов;

– увеличенный срок службы.

В настоящее время графеновые лампы производятся только в форме, напоминающей лампы накаливания, но с развитием технологии их дизайн может измениться. К сожалению, пока такие источники света остаются дорогими и не доступны в массовом производстве. Однако в ближайшем будущем графеновые светодиоды могут стать доступными для широкой аудитории.

Smart Bulb – это "умные" лампы, которые разработаны на основе светодиодов и беспроводных технологий управления. Эта технология позволяет удалённо управлять режимами работы, программировать их, выбирать оттенки света и регулировать яркость. Smart Bulb обеспечивает автоматическое изменение яркости и цвета свечения по заранее заданной программе, предлагает режимы цветомузыки и включает встроенный контроллер с интуитивно понятным управлением. Поскольку Smart Bulb по сути является светодиодной лампой, она полностью соответствует современным тенденциям в области освещения. Главное преимущество этих ламп – их многофункциональность, хотя их стоимость пока еще высока, но постепенно снижается.

OLED (органический светодиод) представляет собой полупроводниковый прибор, который изготовлен из органических соединений, способный излучать свет при прохождении электрического тока с высокой эффективностью. Технология OLED широко используется в производстве дисплеев и экранов. Органические светодиоды могут быть гибкими и принимать разнообразные формы, что делает их многофункциональными и экономичными. Эти светильники могут быть прозрачными и обеспечивать рассеянное, мягкое освещение. Срок службы OLED-матриц достигает 100000 часов. Несмотря на высокую стоимость, на основе этой технологии уже доступны ночники, настольные лампы, бра и декоративные источники света.

Автономные лампы. Эти светильники, использующие светодиоды, которые могут функционировать как от сетевого питания (с стандартными цоколями), так и от встроенного аккумулятора. В зависимости от конкретной модели,

такие лампы могут работать от 3 до 10 часов на аккумуляторе, который заряжается при наличии сетевого напряжения.

Особенно часто автономные лампы используются в регионах с частыми перебоями в энергоснабжении. Кроме того, они идеально подходят для мест, где освещение питается от солнечных панелей, ветряков или генераторов. Такие источники света также целесообразно применять в системах эвакуационного и резервного освещения. [3]

Выводы. Освещение имеет важное значение в нашей жизни, так как оно обеспечивает комфорт и безопасность, формирует атмосферу и улучшает восприятие окружающей среды. С развитием новых технологий открываются новые горизонты для освещения. Современные источники света, такие как светодиоды и графеновые светодиоды, предлагают высокую энергоэффективность и долговечность. Умные лампы позволяют гибко управлять освещением, а автономные обеспечивают возможность использовать свет в условиях на улице. OLED-матрицы, основанные на органических светоизлучающих материалах, создают яркий и качественный свет, а их гибкость и тонкость открывают новые возможности для креативного дизайна светильников и интерьеров. Эти матрицы отличаются высокой контрастностью, яркостью и динамическим диапазоном, что делает их идеальными для различных применений.

Современные технологии проектирования играют важную роль в разработке инновационных, эффективных и устойчивых решений, соответствующих требованиям современного общества. [4]

Библиографический список

1. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. М. : Стандартинформ, 1995. 32 с. Изменение № 1. М. : Стандартинформ, 2005. 8 с.
2. ГОСТ Р 55706-2023. Освещение наружное утилитарное. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 июня 2023 г. N 377-ст. М. : Стандартинформ, 2023. 20 с.
3. Вернеску Д., Эне А. Естественное освещение в архитектуре и градостроительстве. М. : Стройиздат, 1983. 88 с.
4. Дамский А. И. Электрическое освещение в архитектуре города. М. : Стройиздат, 2008. 123 с.

Быстродействие и энергозатраты в программном движении

Хорошавин Валерий Степанович, д-р техн. наук,
профессор кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок,
Вятский государственный университет

Грудинин Виктор Степанович, канд. техн. наук,
доцент кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок,
Вятский государственный университет

Юдин Сергей Алексеевич, аспирант кафедры электропривода
и автоматизации промышленных установок,
Вятский государственный университет

Аннотация. Показан способ синтеза квазиоптимальных систем по критериям быстродействия и энергозатрат через изменяемое время переходного процесса, включающий этапы динамической оптимизации функционала точности программного движения с применением особого в смысле принципа максимума управления и статической оптимизации функции энергии по параметру инерционности процесса. Квазиоптимальность по быстродействию и энергозатратам достигается минимизацией энергии по параметру программного движения, противоречиво влияющему на время переходного процесса и амплитуду управления. Рассмотрены примеры управления объектами второго порядка с различными структурно-функциональными особенностями представления на основе звеньев интегрирующего и инерционного типов. Получены алгоритмы простых в технической реализации устойчивых замкнутых квазиоптимальных систем со стационарной обратной связью. Результаты могут быть использованы при управлении объектами в мехатронике и робототехнике, теплопереносе и других отраслях.

Ключевые слова: быстродействие, энергозатраты, программное движение, особое управление, устойчивость.

Введение. Задача “получить наибольшее быстродействие при отсутствии перерегулирования, с энергозатратами и точностью в заданных пределах” [1, с. 9], является трудноразрешимой из-за противоречивых критериев. Так, для предельного быстродействия необходимо кусочно-постоянное управление с максимально возможными амплитудами на интервалах знакопостоянства, что ведет к перерегулированию координат, а интервалы знакопостоянства определяются нелинейными поверхностями переключения. Получить предельное энергосбережение классическими методами вариационного исчисления Эйлера – Лагранжа или с помощью принципа максимума Понтрягина [2] не удастся в замкнутой системе со стационарными обратными связями из-за трансцендентности уравнений траекторий и управлений. К тому же при оптимальных быстродействии и энергозатратах не обеспечивается устойчивость конечного состояния.

Исходя из физических соображений, связь между критериями быстродействия, энергозатрат и точности воспроизведения траектории отражает II закон Ньютона $dmV/dt = F$, если считать силу F управлением U , вид траектории и время движения определяются скоростью V и временем t . А одновременное влияние на критерии оказывает мера инерционности процесса – масса m , для линейных систем управления известная как постоянная времени. Целью работы является развитие предложенной в [3, 4] оценки связи критериев эффективности управления с параметром инерционности τ программного движения, задаваемого сомножителем перед постоянной времени, для объектов второго порядка с различными структурно-функциональными особенностями.

Методы исследования. Последовательное применение этапов динамической и статической оптимизации отражает синергетический подход к синтезу оптимальной системы как совместного применения принципа максимума, условий общности положения для нелинейных объектов (УОП) [5], качественной теории дифференциальных уравнений [6], моделирования, теории автоматов и структурного синтеза [7], поиска экстремума алгебраических функций.

Результаты. Объект второго порядка можно представить последовательно соединенными звеньями первого порядка либо из интегратора и инерционного звена, либо из двух инерционных звеньев.

Для последовательно соединенных интегратора и инерционного звена $\dot{x}_1 = U$, $\dot{x}_2 = x_1 - x_2$ с $x(0)=(0,0)$, $x_{\text{кон}} = (x_{1к} = x_{2к})$ при минимизации критерия программного движения

$$I = \int_0^T \left(x_{2к}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) - x_2 \right)^2 dt \quad (1)$$

получим $U_{\text{ос}}(t) = \frac{\tau-1}{\tau^2} x_{2к} e^{-\frac{t}{\tau}}$, $U_{\text{ос}}(x_1) = \frac{1}{\tau} (x_{2к} - x_1)$, $U_{\text{ос}}(x_2) = \frac{\tau-1}{\tau^2} (x_{2к} - x_2)$.

Состояние равновесия для $U_{\text{ос}}(x_1)$ устойчиво для любых τ , так как получаемая структура системы управления содержит два инерционных звена; для $U_{\text{ос}}(x_2)$ устойчиво при $\tau > 1$, при $\tau \leq 1$ имеет характер седла. Зависимости энергии управляющего сигнала E_U и координаты x_1 E_{x_1} от параметра τ носят экстремальный характер и показаны соответственно на рис. 1 и рис. 2.

Выбор наилучшего параметра τ^* по энергозатратам энергии управления или энергии координаты x_1 зависит от физической природы звеньев объекта.

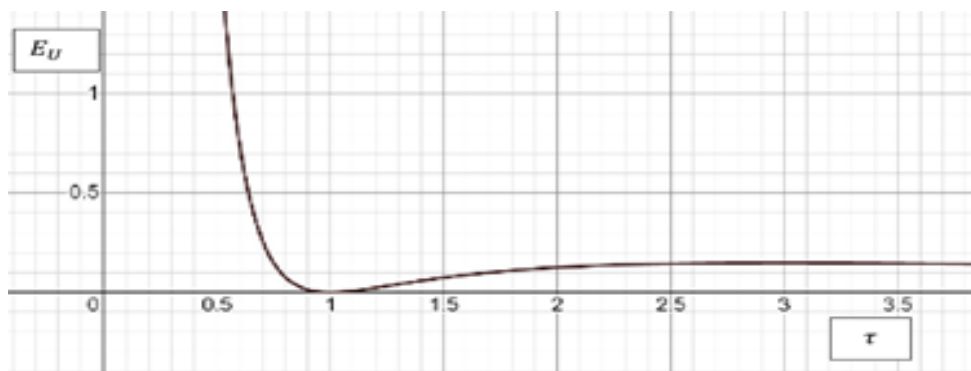


Рисунок 1. Зависимость $E_U(\tau)$

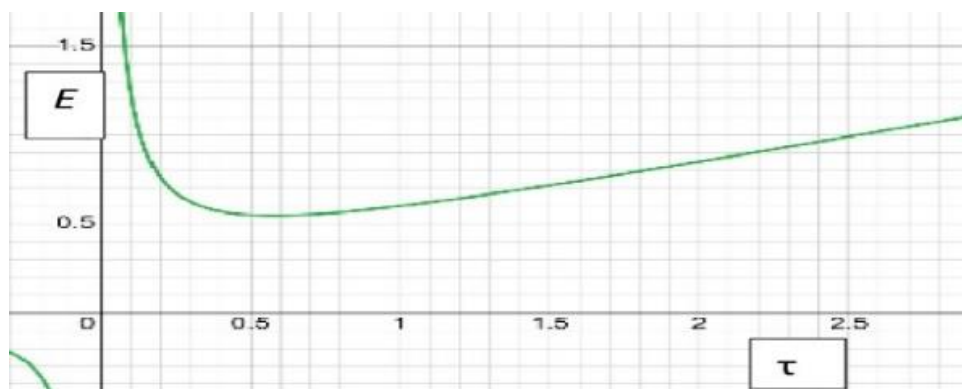


Рисунок 2. Зависимость $E_{x_1}(\tau)$

Если объект – тепловой процесс, где интегратор представляет регулирующее звено, а инерционное звено – исполнительное, характеризующее основные энергозатраты, то минимизировать энергозатраты следует по координате x_1 . Если же взять позиционный электропривод, где основные энергозатраты приходятся на электродвигатель, а интегратор показывает преобразование угловой скорости в перемещение, то физически структура объекта представляется моделью $\dot{x}_1 = U - x_1$, $\dot{x}_2 = x_1$. При переходе из $x(0)=(0,0)$ в $x_{\text{кон}} = (0, x_{2\text{к}})$ и критерии (1) зависимость энергозатрат по управлению $E_U(\tau)$ совпадает с полученной для предыдущей модели, показанной на рис. 1. При $U_{\text{ос}}(x_1)$ состояния равновесия имеют характер вырожденного узла и находятся на грани устойчивости. Замыкание системы с $U_{\text{ос}}(x_2)$ и $\tau > 1$ придает состоянию равновесия характер устойчивого узла, а при $\tau \leq 1$ система неустойчива. Полученные зависимости $E_U(\tau)$ и выявление $\tau^* = 1$ с $U_{\text{ос}} = 0$ для различных форм представле-

ния объекта второго порядка интегратором и инерционным звеном подтверждает известный результат, например в [8], об использовании нулевого управления с уточнением, что управляющая последовательность состоит из интервала с максимально возможным U и интервала $U \approx 0$ без изменения знака U , но не $U = 0$, что ведет к неустойчивости системы.

Для последовательно соединенных двух инерционных звеньев $\dot{x}_1 = U - x_1$, $\dot{x}_2 = x_1 - x_2$, что более адекватно отражает физику процесса нагрева в сушильной камере [2], если x_1 – температура нагревателя, а x_2 – температура в камере, с $x(0)=(0,0)$, $x_{\text{кон}} = (x_{1\text{к}} = x_{2\text{к}})$ и критерии программного движения (1) получим, что для $U_{\text{ос}}(x_1)$ состояние равновесия устойчиво для любых τ , а для $U_{\text{ос}}(x_2)$ оно устойчиво при $\tau > 0,5$ и неустойчиво при $\tau \leq 0,5$. Зависимость энергии управляющего воздействия от параметра инерционности на участке особого управления носит ярко выраженный экстремальный характер (рис. 3). При $\tau^* = 0,6$ снижение энергозатрат в устойчивой замкнутой системе по сравнению с управлением в разомкнутой системе составляет примерно 60%, что было получено в работе [2] при более сложных вычислениях и структуре системы управления; длительность переходного процесса снизилась на 40%, приближаясь к оптимальным показателям по быстродействию и энергозатратам.

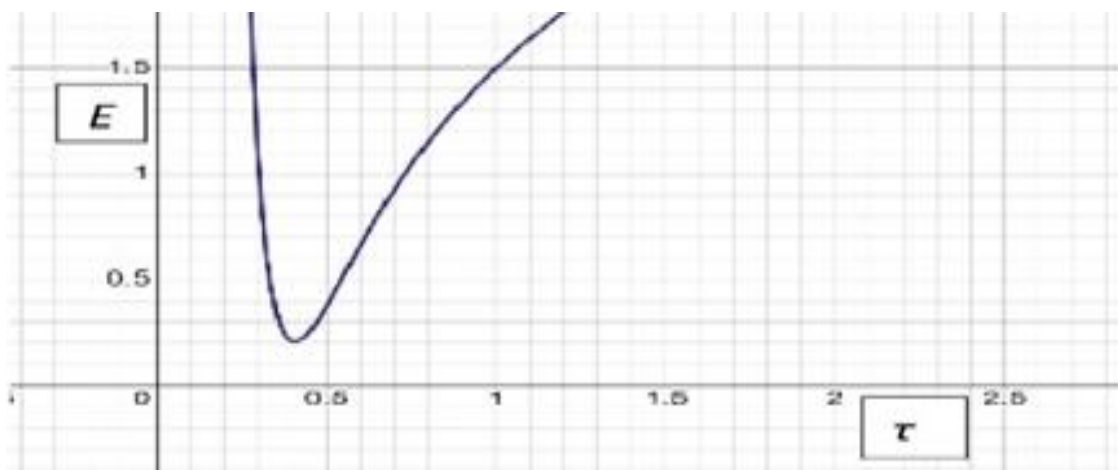


Рисунок 3. Зависимость $E_U(\tau)$

Следует отметить, что полученные результаты по объектам второго порядка можно использовать для объектов более высокого порядка после аппрок-

симации согласно правилу Ишлинского [9], а также точной или приближенной аппроксимации [10, 11].

Выводы. Предлагаемый подход с последовательной динамической и статической оптимизацией адекватных моделей физических процессов позволяет получить эффективные решения для законов многокритериального управления и структур замкнутых систем. Полученные качественные зависимости влияния показателя инерционности программного движения на быстродействие и энергозатраты могут быть использованы в базах знаний систем проектирования и управления объектами, в том числе нелинейными и высокого порядка.

Библиографический список

1. Воронин П. А. Системы управления на основе фаззи-логики. Оренбург : Изд-во Оренбургского гос. ун-та, 2012. 26 с.
2. Ловчаков В. И. Аппроксимационный подход к синтезу систем регулирования на основе оптимального программного управления // Известия Тульского гос. ун-та. Технические науки. 2017. №. 3. С. 225–236.
3. Хорошавин В. С., Грудинин В. С. Построение квазиоптимальной по быстродействию и энергозатратам замкнутой системы управления электроустановкой // Инженерные технологии и системы. 2022. Т. 32. № 2. С. 279–294.
4. Хорошавин В. С., Грудинин В. С. Примеры построения квазиоптимальной по быстродействию и энергозатратам замкнутой системы управления электроустановкой // Известия Тульского гос. ун-та. Технические науки. 2023. Вып. 2. С. 449–453.
5. Хорошавин В. С., Зотов А. В. Особое оптимальное управление нелинейными объектами. Киров : Вятский гос. ун-т, 2019. 208 с.
6. Баутин Н. Н., Леонтович Е. А. Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. М. : Наука, 1976. 496 с.
7. Хорошавин В. С. Структурный синтез управляющих устройств оптимальных систем. Киров : Науч. изд-во ВятГУ, 2020. 132 с.
8. Кочетков В. И. Синтез нелинейных систем стабилизации, оптимальных по быстродействию и расходу энергии // Нелинейная оптимизация САУ. М. : Машиностроение, 1970. С. 267–294.
9. Ишлинский А. Ю. Механика гироскопических систем. М. : Изд-во АН СССР, 1963. 462 с.
10. Ловчаков В. И. Аналитический синтез квазиоптимальных по быстродействию регуляторов для линейных объектов на основе условно адекватных моделей низкого порядка. Часть 1 // Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. Т. 23, 2. С. 68–78.
11. Ловчаков В. И. Аналитический синтез квазиоптимальных по быстродействию регуляторов для линейных объектов на основе условно адекватных моделей низкого порядка. Часть 2 // Мехатроника, автоматизация, управление. 2022. Т. 23, 3. С. 115–124.

Опыт создания макета, демонстрирующего этапы распределения энергии до потребителя

Хорошинина Елена Николаевна,
старший преподаватель кафедры электрических станций,
Вятский государственный университет
Ворожцов Константин Сергеевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет
Чулков Илья Андреевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Статья посвящена разработке и применению учебного макета, демонстрирующего процесс передачи электроэнергии от производителя к конечному потребителю. Актуальность работы обусловлена необходимостью повышения интереса студентов и школьников к электроэнергетике, ключевой отрасли современной экономики. Ведущим подходом является создание интерактивной модели, показывающей этапы выработки, преобразования, передачи и потребления электроэнергии. Макет включает в себя имитацию электростанции, повышающего и понижающего трансформаторов, линий электропередач и конечного потребителя.

Представлен функциональный учебный макет, наглядно иллюстрирующий сложный процесс передачи электроэнергии. В ходе исследования разработаны и реализованы модели основных компонентов системы электроснабжения. Результаты исследования показывают, что разработанный макет позволяет наглядно продемонстрировать принципы работы системы электроснабжения и повысить интерес к электроэнергетике. Статья предназначена для преподавателей электротехники и других технических дисциплин.

Ключевые слова: создание макета, распределение электроэнергии, демонстрация.

Введение. В современном мире, где технологии стремительно развиваются, крайне важно подготовить подрастающее поколение к вызовам будущего, давая им не только теоретические знания, но и практические навыки. Однако, традиционные методы обучения, зачастую оторванные от реальной инженерной практики, не всегда способны вызвать у школьников и студентов искренний интерес к техническим дисциплинам и будущей профессии. В этом случае, применение учебных макетов на базе Arduino представляет собой актуальное и перспективное направление в образовании.

Arduino, являясь доступной и гибкой платформой для прототипирования, позволяет создавать интерактивные устройства, демонстрирующие принципы работы электроники, мехатроники и программирования [1].

Актуальность внедрения таких макетов в учебный процесс обусловлена рядом факторов:

- повышение вовлеченности;
- визуализация теоретических знаний;
- подготовка к реальным задачам.

Таким образом, использование учебных макетов на базе Arduino является мощным инструментом для повышения интереса учеников к будущей профессии, развития их технических навыков. Данная работа посвящена исследованию и практическому применению этого подхода в образовательном процессе, направленному на формирование у учащихся понимания принципов работы современных технических систем.

Ведущий подход. Макет распределения энергии от производителя до конечного потребителя наглядно показывает все основные этапы: выработка, преобразование, передача и потребление. Схематическое изображение приведено на рис. 1.

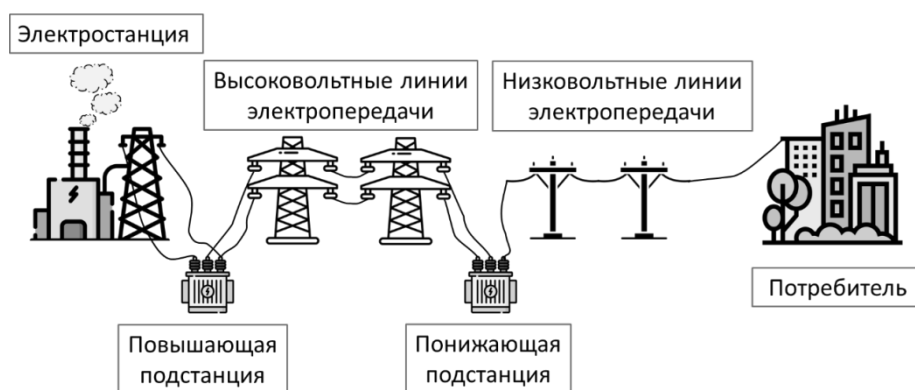


Рисунок 1. Процесс передачи электроэнергии от производителя до потребителя

Процесс начинается с выработки энергии, которая осуществляется из разнообразных источников. Традиционные методы включают тепловые электростанции, где уголь, газ или нефть сжигаются для генерации электричества, и атомные станции, использующие ядерные реакции для производства тепла и последующего преобразования его в электроэнергию. Гидроэлектростанции задействуют силу воды: поток рек или водохранилищ вращает турбины, создавая кинетическую энергию, которая превращается в электрическую. Все большую популярность набирают возобновляемые источники (ВИЭ): солнечные панели преобразуют солнечный свет, ветряные турбины, использующие энергию ветра, геотермальные установки, использующие тепло земных недр.

Далее энергия проходит этап преобразования. Для минимизации потерь при транспортировке напряжение повышается до 110–750 кВ с помощью трансформаторов.

Следующий этап – передача энергии по магистральным сетям. Высоковольтные линии электропередачи (ЛЭП) протягиваются на сотни километров, соединяя электростанции с населенными пунктами и промышленными центрами. На подстанциях напряжение поэтапно снижается: сначала до 6–35 кВ для распределительных сетей, а затем до 220/380 В для конечных потребителей. Этот процесс требует сложной инфраструктуры: опорные мачты, изоляторы, системы защиты от перегрузок. Несмотря на технологические достижения, потери при передаче остаются значительными (до 10–15%) из-за нагрева проводов и неидеальной эффективности оборудования.

Наконец, энергия достигает стадии потребления. Промышленные предприятия используют ее для питания тяжелого оборудования, плавильных печей и конвейерных линий, что делает их крупнейшими потребителями. Коммерческий сектор – офисы, торговые центры, больницы – расходует энергию на освещение, климатические системы и IT-инфраструктуру. Бытовые пользователи зависят от электричества в повседневных задачах: от приготовления пищи до зарядки устройств [2].

Разработка учебных макетов играет важную роль в профориентации подрастающего поколения. Такие макеты, моделирующие реальные рабочие процессы, оборудование или инфраструктуру, позволяют школьникам погрузиться в специфику различных профессий ещё до выбора специализации [3].

При разработке данного макета были пройдены следующие этапы:

1. Теоретическая часть:
 - 1.1. продумывание деталей макета;
 - 1.2. разработка схемы управления проектом;
2. Создание элементов макета;
3. Изготовление платы управления элементами;
4. Расстановка элементов на макете и их соединение с платой управления;

5. Тестирование работы макета;

6. Доработка макета.

В качестве основного управляющего элемента макета была выбрана плата Arduino, под управлением которой макет приходит в действие.

Принципиальная электрическая схема макета приведена на рис. 2.

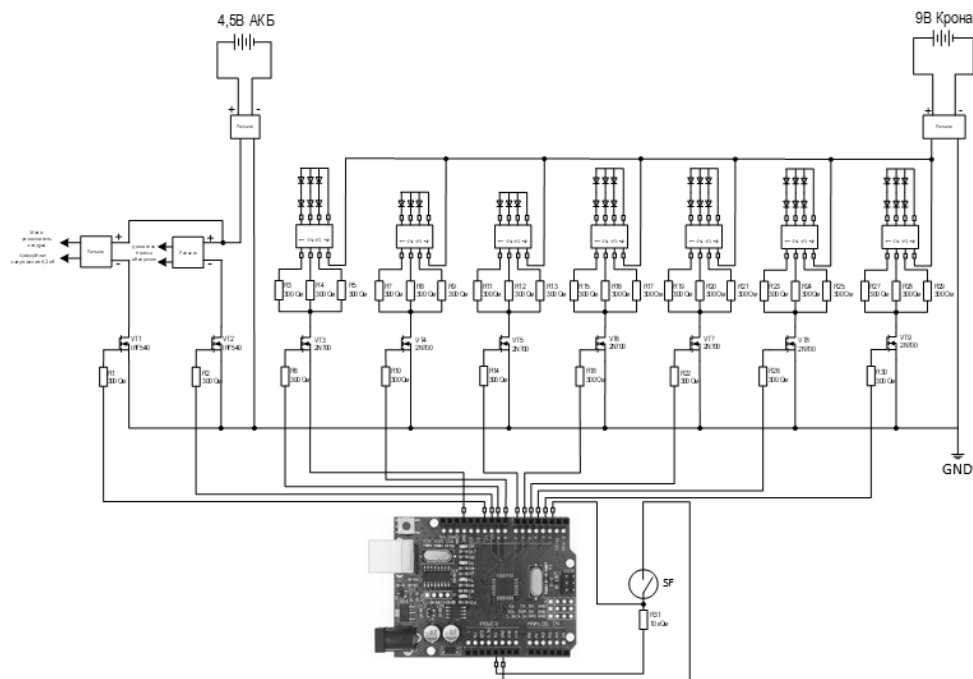


Рисунок 2. Принципиальная электрическая схема проекта

Результаты исследований, их обсуждение. В рамках данного исследования был разработан функциональный учебный макет, наглядно иллюстрирующий сложный и многоэтапный процесс передачи электроэнергии от производителя до конечного потребителя. Целью создания макета было не только визуальное представление основных компонентов системы электроснабжения, но и демонстрация принципов работы каждого элемента, а также их взаимосвязи и влияния на общую эффективность передачи электроэнергии. Важно отметить, что электроэнергетика, являясь одной из ключевых отраслей экономики, испытывает острую потребность в квалифицированных кадрах. Использование наглядных макетов, подобных представленному, позволяет повысить интерес студентов и школьников к данной области и подготовить их к решению актуальных задач современной электроэнергетики.

Макет включает в себя имитацию различных элементов системы электро-снабжения, таких как:

- генерирующее устройство (электростанция): представлено упрощенной моделью, демонстрирующей принцип выработки электроэнергии.

- повышающий трансформатор: имитируется с помощью трансформатора, увеличивающего напряжение для передачи электроэнергии на дальние расстояния с минимальными потерями.

- линии электропередач (ЛЭП): визуализированы с помощью проводов и опор, демонстрирующих передачу электроэнергии на большие расстояния.

- понижающий трансформатор (подстанция): представлен трансформатором, снижающим напряжение до уровня, безопасного для использования конечными потребителями.

- конечные потребители: имитируются колесом обозрения, демонстрирующим потребление электроэнергии.

На рис. 3 приведен вид готового макета, демонстрирующего компоновку и взаимосвязь всех описанных элементов. Разработанный макет предназначен для использования в учебных целях.

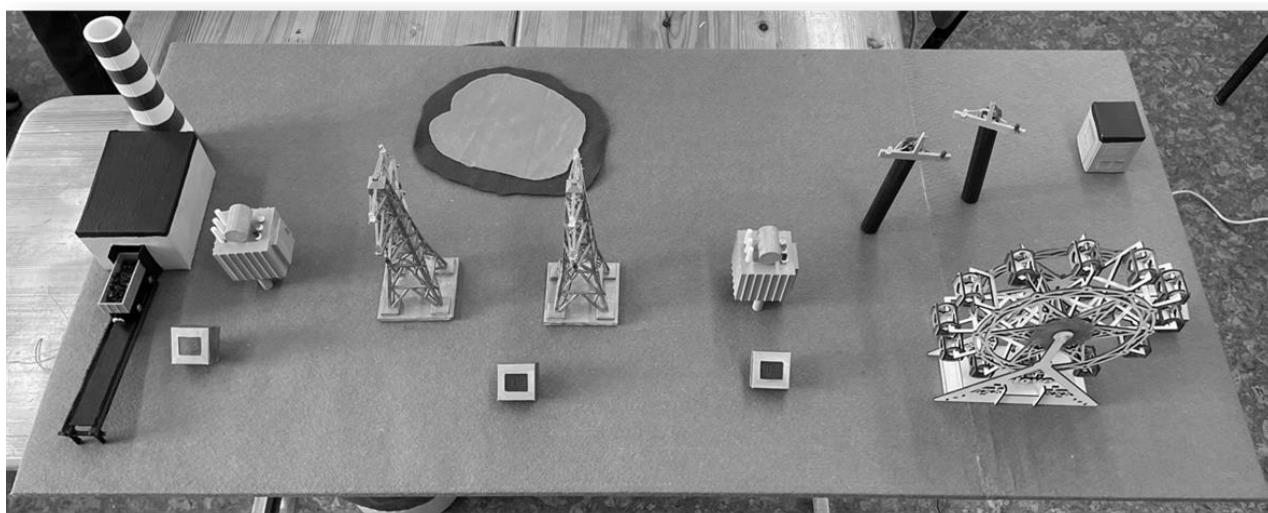


Рисунок 3. Итоговый вид макета

Выводы. Разработан и испытан учебный макет, иллюстрирующий передачу электроэнергии от производителя до потребителя. Макет имитирует ключевые элементы системы энергоснабжения, включая генераторы, трансформа-

торы и линии передач, обеспечивая наглядность процессов. Результаты подтвердили эффективность макета в повышении интереса учащихся к электротехнике и развитии практических навыков. Внедрение разработанного макета в учебный процесс может способствовать:

- более глубокому пониманию принципов работы системы электроснабжения;
- формированию практических навыков работы с электротехническим оборудованием;
- повышению мотивации к изучению технических дисциплин;
- подготовке квалифицированных кадров для отрасли электроэнергетики.

Библиографический список

1. Official Arduino Documentation. URL: <https://www.arduino.cc/reference/en/> (дата обращения: 10.04.2024).
2. Электроснабжение города: от источника до потребителя. URL: <https://el-sn.ru/electrosnabzhenie-goroda-ot-istochnika-do-potrebitelya/> (дата обращения 11.04.2025).
3. Роль визуализации в обучении. URL: <https://infourok.ru/statya-na-temu-rol-vizualizacii-v-obuchenii-4523195.html> (дата обращения 11.04.2025).

Создание устройства для подсчета посетителей на ультразвуковых дальномерах

Хорошинина Елена Николаевна,
старший преподаватель кафедры электрических станций,
Вятский государственный университет
Скурихин Илья Андреевич, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет
Харин Алексей Денисович, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет
Васютина Наталия Вадимовна, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет
Чукавин Максим Александрович, студент,
направление подготовки «Электроэнергетика и электротехника»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье представлена разработка макета устройства для подсчета посетителей на основе ультразвукового дальномера HC-SR04 и платформы Arduino. Основной целью исследования является создание компактной и доступной системы учета людей, проходящих через заданную зону. В работе описаны ключевые компоненты устройства, включая ультразвуковой датчик для измерения расстояния до объекта, жидкокристаллический дисплей для визуализации данных, а также программная логика, реализованная на Arduino. Экспериментальный макет продемонстрировал возможность точного подсчета посетителей, однако выявлено ограничение – отсутствие функции распознавания направления движения (вход/выход). Для решения этой проблемы предложено использование двух датчиков с временной задержкой. Практическая значимость работы связана с применением подобных систем в управлении потоками людей, оптимизации пространства и повышении безопасности в общественных зонах. Результаты исследования подтверждают эффективность ультразвуковых технологий для автоматизированного учета посетителей при минимальных аппаратных затратах.

Ключевые слова: счетчик посетителей, Arduino, ультразвуковой датчик.

Введение. В современном мире технологии учета и анализа посетителей становятся неотъемлемой частью управления пространством и потоками людей. Они помогают контролировать количество людей в помещении или общественном транспорте, фиксировать проходимость. Счетчики посетителей значительно облегчают нашу жизнь, так как для их работы достаточно провести настройку и подключиться к питанию, при этом периодически контролировать их состояние. В работе рассматриваются основные принципы действия счетчика посетителей на ультразвуковых дальномерах, а также описано создание макета этого устройства.

Методы исследования:

1. Анализ литературных источников по теме, включая научные статьи, книги и технические справки.
2. Создание на основе теории рабочего макета устройства для подсчета посетителей на ультразвуковых датчиках.

Эти методы позволят получить полное представление о работе счетчиков посетителей и определить наиболее эффективные способы их использования.

Результаты исследований. Системы подсчёта посетителей предназначены для учёта количества людей, прошедших через определенный проход за некоторый промежуток времени. Система подсчета, как правило, устанавливается на входе в помещение, позволяя следить за общим числом посетителей.

Устройства для подсчета посетителей имеют множество эффективных способов применения. Например, зная среднее количество людей, посещающих определенное посещение, можно подобрать подходящий уровень персонала, определить оптимальные габариты новостроящегося соседнего помещения. Также знание о количестве людей в помещении может помочь службам спасения в помощи не эвакуированным во время чрезвычайной ситуации людям.

Перед началом изготовления счетчика посетителей целесообразно создать макет-схему, чтобы понимать какие детали устройства необходимо найти и в каком количестве. Схема макета приведена на рис. 1.

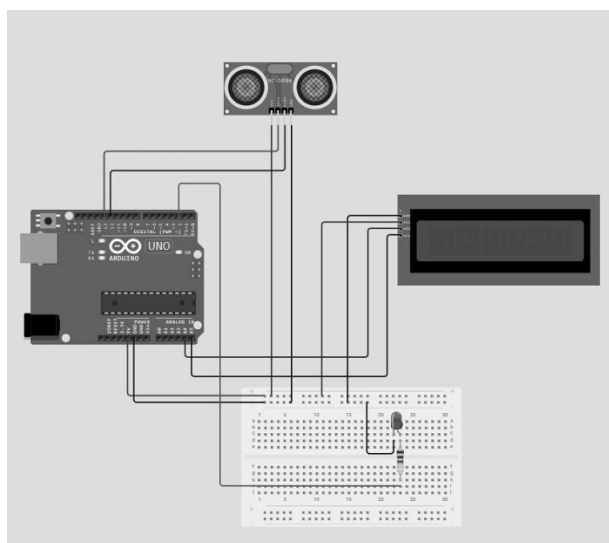


Рисунок 1. Схема макета

Для создания счетчика посетителей на ультразвуковых дальномерах могут использоваться такие элементы как: ультразвуковой датчик HC-SR04, жидкокристаллический символьный дисплей LCD1602 с I2C конвертором, светодиоды, резисторы, провода и плата Arduino UNO.

Основная задача ультразвукового датчика HC-SR04 – определить расстояние до объекта и среагировать на его появление. В нем имеются 4 пина: VCC, TRIG, ECHO, GND. VCC и GND – отвечают за питание (5 вольт) и за землю соответственно, как и во всех датчиках. Пины TRIG и ECHO относятся к двум динамикам, расположенным на датчике. TRIG испускает импульс для начала измерений, ECHO принимает длительность ответного импульса, с помощью которого можно определить расстояние до объекта [1].

Жидкокристаллический символьный дисплей LCD1602 с I2C конвертором передает результаты измерения ультразвукового датчика на экран в виде счетчика его срабатываний. Наличие I2C преобразователя значительно уменьшает количество используемых дисплеем проводов – без него присоединяется более 10 проводов, с ним – лишь 4. Имеется 4 пина: VCC, SDA, SCL, GND. Пины SDA и SCL отвечают за корректную работу экрана [2].

Плата Arduino необходима для загрузки программы и передачи информации от ультразвукового датчика к дисплею.

В ходе разработки был получен рабочий макет, наглядно показывающий работу устройства для подсчета посетителей на ультразвуковых дальномерах. На рис. 2. представлен вид итогового макета.

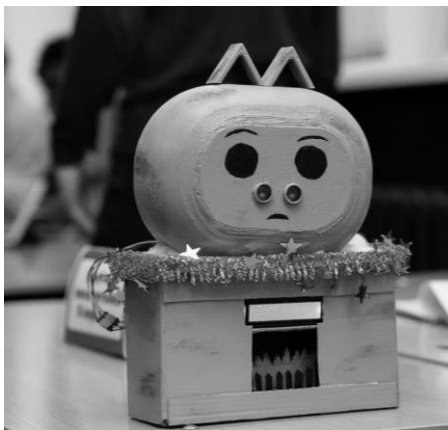


Рисунок 2. Итоговый вид макета

Минус данного макета в том, что он не способен разделять направление движения: вход или выход. Чтобы решить эту проблему можно либо собрать два одинаковых устройства, либо улучшить данный макет, добавив в него второй датчик. Они будут расположены на некотором расстоянии друг от друга. Изначально они зафиксируют ширину проема, в котором они установлены, а затем будут проверять, не изменилось ли расстояние по сравнению с зафиксированным. Если расстояние на одном из датчиков уменьшилось (прошел человек), то через некоторое время проверится расстояние на другом датчике (время необходимо подобрать экспериментально, чтобы его было достаточно для прохождения человеком расстояния между датчиками). И в зависимости от порядка прохождения датчиков будет определяться направление движения и срабатывание счетчика – увеличение (вход) или уменьшение (выход) [3].

Однако несмотря на этот минус устройство может отлично справляться со своей задачей, если его установить в месте, предназначенном только на вход или только на выход.

Выводы:

1. Применение устройств для подсчета посетителей обеспечивает контроль над потоками людей в общественных помещениях.
2. Счетчики посетителей не сложны в разработке, поэтому сильно распространены и широко используются в современном мире.

Библиографический список

1. Петин В. Проекты с использованием контроллера Arduino. 4 изд. СПб. : БХВ-Петербург, 2021. 560 с.
2. Блум Дж. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства / пер. с англ. 2-е изд. СПб. : БХВ-Петербург, 2021. 544 с.
3. Гончаров И. С. Счетчик посетителей на ультразвуковых датчиках // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сб. науч. тр. II Международной конференции, Томск, 19–22 мая 2015 года / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск, 2015. С. 131–132.

Анализ эффективности контроля качества проектной документации

Чаганов Алексей Борисович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой строительного производства,
Вятский государственный университет
Высоких Ксения Андреевна, студент,
направление подготовки «Строительство»,
Вятский государственный университет
Мазуряк Савелий Николаевич, студент,
направление подготовки «Строительство»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В данной статье проведен анализ эффективности контроля качества разрабатываемой проектной документации в строительной отрасли промышленности. Отдельное внимание уделено разделу демонтажа и сноса зданий и сооружений. Проведено сравнение, и найдены отличия в проверке документации на демонтаж и на типовые проекты. Актуальность контроля качества документации (как проектной, так и рабочей) заключается во влиянии на безопасность и экологичность конечного результата за счет выявления типовых ошибок и сокращения времени на прохождение экспертизы (становится меньше замечаний от экспертов). По результатам анализа выявлено, что надлежащий контроль качества проектной документации позволит минимизировать типовые ошибки и несоответствия, а также сократить срок проведения государственной экспертизы. Благодаря этому можно уменьшить количество аварийных ситуаций, возникших из-за упущений на стадии проектирования.

Ключевые слова: контроль качества, проектная документация, демонтаж, экспертиза.

Введение. Развивающаяся в России строительная отрасль ведет к стремительному росту объемов строительства, что влечет за собой необходимость реконструкции, демонтажа или сноса устаревших либо аварийных зданий всех назначений. Как и на объекты нового строительства, на демонтаж требуется разработка проекта. В последнее десятилетие проблема необходимости контроля качества проектной документации привлекает большое внимание строительных организаций, инженеров и надзорных органов.

Ведущий подход. В рамках данного теоретического исследования был проведен анализ требований к разработке документации на проекты объектов капитального строительства. Выполнялось сравнение общих требований к проверке документов с требованиями по демонтажу и сносу.

Результаты исследований, их обсуждение. Контроль может осуществляться как внешними органами (экспертиза, надзорные органы), так и в рамках внутренних процедур самой проектной организации [1]. Разберем существующую систему одобрения проектной документации. Перед передачей на строи-

тельную площадку она должна пройти несколько этапов рассмотрения. Графическое представление этапов показано на Рис.1.

1 этап – нормоконтроль. Проверяется соответствие текстовой и графической части действующим техническим регламентам и стандартам, а также документам по стандартизации.

2 этап – экспертиза. Проверяется соответствие только строительных документов действующим СП, ГОСТам и прочим нормам. Это способствует созданию дополнительной безопасности, ведь еще до начала строительных работ выявляются возможные ошибки. Без прохождения 2 этапа невозможно получить разрешение на строительство.

3 этап – утверждение акта оценки качества заказчиком или внесение корректировок исполнителем. Этапы 2 и 3 повторяются до отсутствия замечаний со стороны организации, проводящей экспертизу.

4 этап – входной контроль строительной компанией. Отслеживается комплектность проекту и достаточность информации, необходимой для выполнения работ [2].

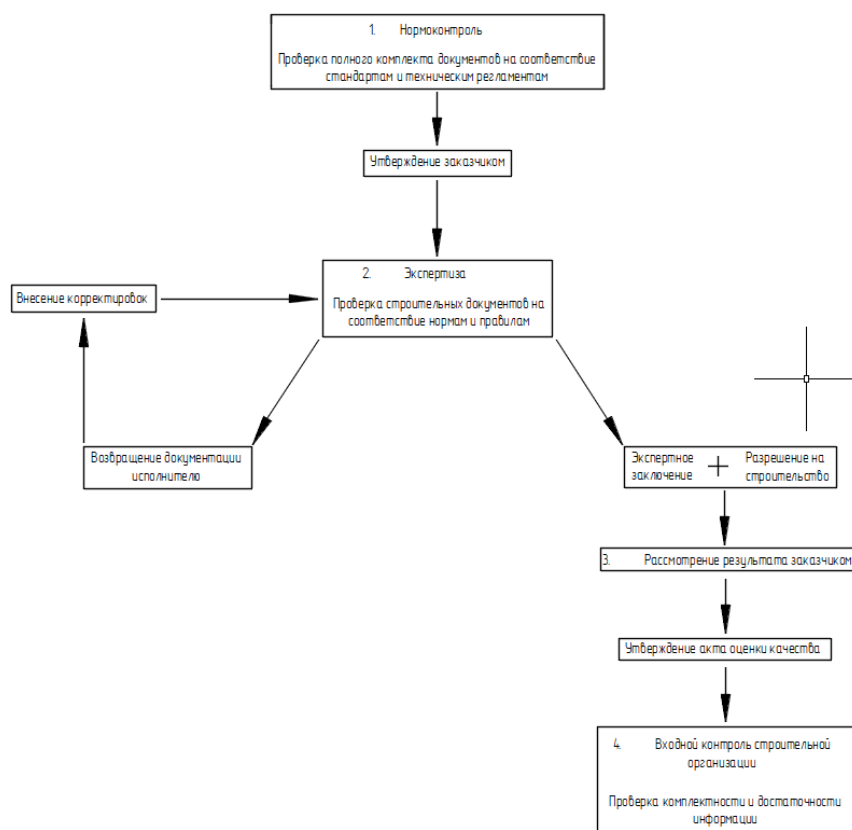


Рисунок 1. Схема этапов рассмотрения проектной документации

Требования к разработке, проверке и утверждению проектной документации распространяются и на проекты по демонтажу и сносу зданий, но для них существуют свои особенности.

Первоначальным этапом для таких проектов является тщательное обследование объекта. В ходе него проводятся мероприятия по выявлению дефектов и повреждений конструкций. По итогу определяется общая степень износа здания и целесообразность демонтажа. На основе этого выполняются расчеты сценариев возможного обрушения, решения по способу сноса и обеспечения безопасности на прилегающей территории. Параллельно с расчетной и практической частью оформляются необходимые документы по выведению объекта из эксплуатации, утилизации отходов и последующей рекультивации и благоустройству.

Некачественная проектная документация может привести к серьезным повреждениям и даже катастрофам [3]. Если взять короткий промежуток времени в 10 лет, произошло достаточно много громких происшествий. В январе 2024 года рабочий погиб в пятницу, когда обрушился первый этаж дома в Бруклине [4] – причиной этого стало обрушение пола первого этажа дома, на строительство которого не было разрешения. В июле 2017 года в Индии утром обрушился пятиэтажный многоквартирный дом, похоронив под тоннами бетона и обломков многих жильцов (12 человек погибли) [5] – основной причиной происшествия стала политическая коррупция, которая приводит к тому, что контракты получают застройщики, которые не имеют квалификации для выполнения данных работ. В октябре 2024 года во время проведения демонтажа здания в Москве на рабочего частично обрушились конструкции, он погиб [6] – ошибки при создании и проверке проектной документации.

Одной из самых больших опасностей, связанных с ошибками при создании и проверке подобной проектной документации, является возникновение аварии при выполнении строительных работ по демонтажу и сносу. Для примера разберем обрушение покрытия и части каркаса СКК «Олимпийский».

Здание было введено в эксплуатацию в 1980 году, а уже в 2019 проводилось обследование перед реконструкцией, в ходе которого было сделано заклю-

чение об аварийном состоянии объекта. Самые сильные и масштабные повреждения оказались в висячем покрытии. Подготовка к реконструкции была начата до завершения конкурса и без проектного решения. Созданный проект производства работ не учитывал, что выбранный способ демонтажа неизбежно приводил к прогрессирующему разрушению здания в целом [7]. В добавление к этому не было научно-технического сопровождения с участием в конструктивных расчетах ряда независимых расчетных комплексов, что является обязательным и необходимым условием при работе со зданиями повышенной ответственности

Выводы. В целях достижения объективности и комплексности оценки качества существует необходимость в преобразовании и формализации требований к проверке, а также разработки методики многокритериальной оценки всей документации. Качественная проверка обеспечивает соблюдение требований по сохранению окружающей среды и экономии ресурсов, а также минимизацию отрицательных последствий, включая аварии.

Библиографический список

1. Мальцев А. Б. Контроль качества проектной деятельности в строительстве // Международный научный журнал «Вестник науки». 2023. № 11 (68). Т. 3.
2. Пятин Е. Г. Контроль качества проектной документации и производства работ при демонтаже зданий : выпускная квалификационная работа магистра / ВятГУ, каф. СП; рук. А. Б. Чаганов. Киров, 2024. Гр. ч. 2 л. ПЗ 69 с., 21 рис., 35 источника, прил. 4.
3. Лебедев А. Н. Последствия и способы предотвращения повреждений сооружений, связанных с несоблюдением стандартов качества в проектной документации // Стратегическое развитие инновационного потенциала отраслей, комплексов и организаций. Пенза, 2023. С. 266–269.
4. Man Killed in Collapse of Building Being Worked on Without a Permit. URL: <https://www.nytimes.com/2024/02/02/nyregion/brooklyn-building-collapse.html> (дата обращения 25.04.2025).
5. Building Collapses in India, Killing at Least 12 People. URL: <https://www.Nytimes.com/2017/07/25/world/asia/india-mumbai-building-collapse.html> (дата обращения 25.04.2025).
6. В Москве при обрушении конструкций при сносе здания погиб рабочий. URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/670ab9629a79473b50682b45> (дата обращения 25.04.2025).
7. Анализ обрушения каркаса при демонтаже покрытия спортивно-концертного комплекса «Петербургский» / В. В. Веселов // Обследование зданий и сооружений: проблемы и пути их решения : сб. ст. по материалам XI науч.-практ. конф. / под ред. А. В. Улыбина. СПб., 2021.

Контроль качества материалов, применяющихся при изготовлении бетона классов В20-В35

Чаганов Алексей Борисович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой строительного производства,
Вятский государственный университет

Москвин Михаил Александрович, студент,
направление подготовки «Строительство»,
Вятский государственный университет

Москвин Роман Александрович, студент,
направление подготовки «Строительство»,
Вятский государственный университет

Аннотация. В статье рассмотрены современные подходы к контролю качества материалов, используемых для производства бетона классов В20-В35. Описаны нормативные требования, методы испытаний сырья и готовых смесей, а также разработан технологический регламент, обеспечивающий высокое качество продукции. Особое внимание уделено вопросам подбора состава бетона, организации контроля на всех этапах производства и внедрению инновационных добавок.

Ключевые слова: бетон, контроль качества, строительные материалы, технологический регламент, входной контроль.

Введение. Качество строительной продукции, в частности бетона, определяет надежность и долговечность зданий и сооружений. В условиях ужесточения требований к безопасности и эксплуатационным характеристикам строительных объектов особое значение приобретает контроль качества материалов на всех этапах технологического процесса. Бетон классов В20-В35 широко применяется в современном строительстве, что обуславливает необходимость комплексного подхода к обеспечению его свойств.

Анализ нормативной базы и научных публикаций. В последние годы в России и за рубежом опубликован ряд работ, посвящённых проблемам стандартизации, контроля качества и оптимизации состава бетонных смесей [1, 2]. В нормативной базе (ГОСТ, СНиП, СП) подробно регламентированы требования к сырью (цемент, заполнители, вода, добавки), методам испытаний и технологическим процессам. Особое внимание уделяется вопросам соответствия свойств бетона проектным требованиям, а также безопасности и экологичности используемых материалов [3-6].

Основные компоненты и требования к сырью

Цемент. Основной вяжущий компонент, определяющий прочность и долговечность бетона. Качество цемента контролируется по ряду показателей: марочная прочность, тонкость помола, сроки схватывания, равномерность изменения объема, активность. Испытания проводят согласно ГОСТ 30515-2013, ГОСТ 31108-2020 и др. Особое значение имеет сертификация и соответствие химического состава установленным нормам.

Наименование показателя, единица измерения	Вид цемента
Прочность на сжатие, МПа	Все цементы, кроме тампонажных цементов типов I, II и III по ГОСТ 1581
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Цементы для транспортного строительства и тампонажные цементы типов I, II и III по ГОСТ 1581
Вещественный состав, %	Все цементы, содержащие минеральные добавки в качестве основного компонента
Равномерность изменения объема, мм	Все цементы на основе портландцементного клинкера, кроме тампонажных, расширяющихся и напрягающих
Начало схватывания, мин	Все цементы, кроме тампонажных
Время загустевания, мин	Тампонажные
Линейное расширение, %	Расширяющиеся, безусадочные, напрягающие
Тепловыделение, кДж/кг	Низкотермичные
Водоотделение, % или мл	Тампонажные, цемент для бетона дорожных и аэродромных покрытий, цемент для строительных растворов
Содержание оксида магния MgO в клинкере, %	Все цементы на основе портландцементного клинкера
Содержание оксида серы (VI) SO_3 , %	Все цементы на основе портландцементного клинкера
Содержание хлорид-иона Cl^- , %	Все цементы на основе портландцементного клинкера
Содержание оксида алюминия Al_2O_3 в клинкере или цементе, %	Глиноземистый цемент, сульфатостойкий портландцемент, сульфатостойкий цемент для бетона дорожных и аэродромных покрытий
Минералогический состав клинкера, %	Все цементы на основе портландцементного клинкера нормированного состава
Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг	Все цементы

Рисунок 1. Номенклатура обязательных показателей качества ГОСТ 30515-2013.



Рисунок 2. Общий вид испытания на сжатие образцов-балочек.

Заполнители. Крупный и мелкий заполнители (щебень, гравий, песок) должны соответствовать требованиям по плотности, зерновому составу, содержанию глинистых и пылевидных частиц, наличию органических примесей. Для бетонов классов В20-В35 применяют природный песок, щебень из плотных горных пород, а также допускается использование минеральных добавок (зола-уноса, шлаки и др.).

Вода и добавки. Вода для затворения должна быть чистой, не содержать вредных примесей, соответствовать ГОСТ 23732-2011. Химические добавки (пластификаторы, противоморозные, воздухововлекающие) позволяют регулировать технологические свойства смеси и повышать эксплуатационные характеристики бетона.



Рисунок 3. Схема технологического процесса при приготовлении бетонной смеси.

Методы контроля качества. Контроль качества реализуется на всех этапах: входной контроль сырья, лабораторные испытания, операционный и приемочный контроль готовой продукции. Применяются методы физико-механических и химических испытаний, в том числе экспресс-методы для оперативной корректировки состава.

Разработка технологического регламента. Технологический регламент определяет порядок производства бетонных смесей, требования к сырью, методы контроля и корректировки состава, а также меры по обеспечению безопасности. В регламенте учитываются:

- требования к качеству продукции (прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и др.);

- параметры технологического процесса (температура, влажность, время перемешивания);
- правила хранения и транспортировки материалов;
- меры по предотвращению брака и оперативному внесению изменений в процесс.

Результаты и выводы. В ходе исследования:

- Проведен анализ нормативных документов и научных публикаций по контролю качества материалов для бетона.
- Определены ключевые параметры и методы испытаний цемента, заполнителей, воды и добавок.
- Разработан технологический регламент, обеспечивающий высокое качество бетонных смесей классов В20-В35.
- Подчеркнута важность комплексного контроля на всех этапах производства и внедрения современных добавок.

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует комплексный подход к контролю качества материалов при производстве бетона. Разработанный технологический регламент может быть рекомендован для внедрения на предприятиях строительной индустрии.

Библиографический список

1. Ковалева А. Ю., Коноплев С. Н., Староверов В. Д. Проблемы и практика применения стандартов на бетонные смеси // Технологии бетонов. 2024. № 3.
2. Бернштейн Л. Г., Афанасьева В. Ф., Юдович Б. Э. Цемент – бетон – качество строительства // Технологии бетонов. 2014. № 1.
3. Резаев Р. О., Дмитриев А. А. Контроль качества бетонной смеси на стадии перемешивания. Анализ потенциала // Технологии бетонов. 2023. № 4.
4. Дорф В. А. Влияние трещин и карбонизации на коррозию арматуры в бетоне // Технологии бетонов. 2023. № 5.
5. Резаев Р. О., Дмитриев А. А. Применение вероятностных моделей в задачах оптимизации и контроля качества бетонных смесей // Технологии бетонов. 2023. № 6.
6. Малюк В. В., Малюк В. Д., Леонович С. Н., Колодей А. В. Проектирование и технология долговечного бетона для морских портовых и транспортных сооружений в условиях морозного воздействия // Вестник Полоцкого государственного университета. 2023. № 1. Строительство. Прикладные науки.

Перспективы использования золошлаковых отходов в геополимерном бетоне

Юркин Юрий Викторович, канд. техн. Наук, доцент,
заведующий кафедры строительных конструкций и машин,
Вятский государственный университет
Серёгин Алхан Иванович, аспирант,
направление подготовки «Строительные материалы и изделия»,
Вятский государственный университет

Аннотация. Рост интереса к устойчивому строительству и необходимость снижения углеродного следа делают актуальным поиск альтернатив традиционным цементным материалам. Целью статьи является анализ перспектив использования золошлаковых отходов, в том числе на территории Кировской области, в производстве геополимерного бетона. Ведущим методом исследования является теоретический анализ отечественной и зарубежной научно-технической литературы, посвящённой щелочно-активированным вяжущим и геополимерным технологиям. В результате систематизированы данные о физико-химических и эксплуатационных характеристиках геополимерного бетона, его технологических и экологических преимуществах перед традиционными цементными материалами. Научная новизна исследования заключается в выявлении потенциала золошлаковых отходов конкретного регионального происхождения (Кировская область) как полноценного сырья для создания геополимерных вяжущих, что ранее не получало достаточного теоретического обоснования. Сделан вывод о высоком потенциале золошлаковых отходов как эффективного компонента геополимерного вяжущего. Результаты исследования могут быть использованы при разработке экологически ориентированных строительных технологий.

Ключевые слова: геополимерный бетон, золошлаковые отходы, щелочно-активированные вяжущие, устойчивое строительство, экологичные строительные материалы.

Введение. Геополимерный бетон – это бетон, в котором в качестве вяжущего вещества используется геополимер, а не традиционный портландцемент. Геополимеры – это синтетические материалы, образующиеся в результате реакции силикатных и алюмосиликатных веществ с щелочными растворами, такими как гидроксид натрия или калия [1]. Геополимерная технология – это технология «нулевого километра», т. е. практически в любой точке земного шара в радиусе 100 – 200 км можно найти материалы, пригодные для производства бетона. При этом в основе геополимерного бетона могут быть и неорганические отходы промышленных предприятий (золы-уноса, шлаки и т. п.), и минеральные природные ископаемые [2]. Геополимерный бетон стал многообещающей экологичной альтернативой портландцементному бетону благодаря своим экологическим преимуществам и благоприятным механическим свойствам. Важнейшим фактором, влияющим на характеристики геополимерного бетона, является тип и доля используемых сырьевых

материалов [3]. В последние годы растёт обеспокоенность по поводу глобального потепления и выбросов углерода, что мотивирует к использованию отходов и побочных материалов в бетоне [4]. Среди всех альтернатив особое внимание уделяется щелочно-активированным материалам, особенно тем, которые производятся из промышленных побочных продуктов, таких как гранулированный доменный шлак и летучая зола [5]. В качестве материала, способного во многих случаях заменить цементный бетон, рассматривается бетон на основе геополимерного вяжущего [6], [7]. К преимуществам этого вяжущего относятся возможность использования при его производстве многотоннажных промышленных отходов, отсутствие в технологии высокотемпературного обжига, низкие объемы технологических выбросов углекислого газа в атмосферу, а также, как показывают некоторые исследования, более высокая коррозионная стойкость в сравнении с портландцементом [8].

Методы исследования. Объектом исследования являются научно-техническая литература в области изучения применения золошлаковых отходов в производстве геополимерного бетона во всем мире.

Обзор зарубежной и отечественной научно-технической литературы позволил оценить перспективность дальнейшего изучения влияния золошлаковых отходов при производстве геополимерного бетона.

Результаты исследований, их обсуждение. Перспективы использования отходов в производстве геополимерного бетона являются весьма значительными. Золошлаковые отходы, образующиеся на территории Кировской области, представляют собой ценное сырьё для получения щелочно-активированных вяжущих. В таблице 1 представлены сравнительные составы геополимерного и обычного цементного бетона марки М200.

Таблица 1

Сравнение состава геополимерного и обычного бетона марка М200

Компонент	Геополимерный бетон М200	Обычный цементный бетон М200
Вяжущее	Золошлаковые отходы – 330 кг; шлак – 330 кг	Портландцемент М400 – 279 кг
Щелочной активатор	Жидкое стекло – 200 кг; гидроксид калия (КОН) – 90 кг (при 45% концентрации)	–

Окончание табл 1

Компонент	Геополимерный бетон М200	Обычный цементный бетон М200
Песок	600–800 кг (в зависимости от состава)	781 кг
Крупный заполнитель	1000–1200 кг (гравий или щебень)	1339 кг
Вода	140–190 л	140 л
Добавки	Пластификаторы, стабилизаторы (по необходимости)	Пластификаторы, стабилизаторы (по необходимости)

Исследования показывают, что геopolyмерный бетон на основе таких материалов может демонстрировать высокие прочностные характеристики, хорошую химическую и термическую стойкость, а также долговечность. Ниже приведена таблица сравнения некоторых характеристик.

Таблица 2

Сравнение геopolyмерного и обычного бетона марка М200

Характеристика	Геopolyмерный бетон М200	Обычный бетон М200 (портландцемент)
Класс прочности	B15	B15
Прочность на сжатие	≥ 20 МПа	~ 20 МПа
Подвижность (П)	П2–П4 (регулируется добавками и водоотделением)	П2–П4 (5–20 см осадки конуса)
Морозостойкость (F)	F100–F200	F50–F150
Плотность	1800–2300 кг/м ³	1500–2500 кг/м ³
Водонепроницаемость (W)	W4–W8	W2–W6
Температуростойкость	До 600 °С	До 300–400 °С
Усадка	Низкая	Средняя / высокая
Полное твердение	24–48 ч (при нагреве 60–80 °С), до 28 суток (без нагрева)	До 28 суток
Химическая стойкость	Высокая	Средняя
Углеродный след	На 60–80% ниже, зависит от сырья	Высокий (при производстве цемента)
Долговечность	Высокая (>50 лет)	Стандартная (30–50 лет)
Стоимость	Может быть ниже при наличии золошлаковых отходов	Доступная, стабильная

Результаты сравнения демонстрируют, что геopolyмерный бетон М200 на основе золошлаковых отходов и щелочного активатора не уступает, а по ряду показателей превосходит традиционный цементный бетон той же марки. Он демонстрирует более высокую химическую и термическую стойкость, повышенную морозостойкость и меньшую усадку. Благодаря сниженным выбросам

CO₂ при производстве и потенциально более низкой себестоимости (при наличии местного сырья), геополимерный бетон представляет собой устойчивую и долговечную альтернативу обычному. Особенно эффективен он в условиях агрессивной среды и при необходимости повышенной прочности и долговечности конструкции

Выводы. На основе проведенного анализа научно-технической литературы установлено, что геополимерный бетон, изготавливаемый с использованием золошлаковых отходов, обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с традиционным цементным бетоном. Он характеризуется высокой прочностью, стойкостью к воздействию агрессивных сред, термостойкостью, а также значительно меньшим углеродным следом. Особое внимание заслуживает возможность вовлечения в производство региональных золошлаковых отходов, что позволяет не только утилизировать промышленные остатки, но и создавать экологически устойчивые строительные материалы. Полученные теоретические выводы подтверждают целесообразность дальнейших прикладных исследований в области геополимерного вяжущего и его внедрения в строительную отрасль.

Библиографический список

1. Джумадурдыев Т., Бекмурзаева М., Оразгелдиева А. Геополимерный бетон: устойчивый альтернативный материал для портландцемента // Международный научный журнал «Вестник науки». 2024. № 12 (81) Т. 1. С. 1360–1364.
2. Экономическая оценка экологически безопасного использования техногенных отходов в производстве геополимеров для нужд строительства / В. Б. Петропавловская, О. П. Филиппова, Э. С. Цховребов, Т. Б. Новиченкова // Экономика строительства. 2024. № 5. С. 406–409.
3. The effect of replacing fly ash with GGBFS on the fracture parameters of geopolymer concrete / M. R. Abbasi Zargaleh, M. Mazloom, M. J. Samimi, M. H. Ramesh // Materials Letters. 2025. № 390. P. 1–4.
4. The effect of replacing fly ash with GGBFS on the fracture parameters of geopolymer concrete / M. R. Abbasi Zargaleh, M. Mazloom, M. J. Samimi, M. H. Ramesh // Materials Letters. 2025. № 390. P. 1–4.
5. Nguyen T. T., Goodier C. I., Austin S. A. Factors affecting the slump and strength development of geopolymer concrete // Construction and Building Materials. 2020. № 261. P. 1–15.
6. Ерошкина Н. А., Саденко С. М. Технология и свойства геополимерных материалов строительного назначения : монография. Пенза : ПГУАС, 2019. 188 с.
7. Davidovits J. Geopolymer chemistry and applications. France, Saint-Quentin : Institute Geopolymer, 2011. 614 p.
8. Ерошкина Н. А., Коровкин М. О., Лавров И. Ю. Перспективы применения геополимерных бетонов в качестве коррозионностойкой альтернативы портландцементного бетона // E-Scio. 2019. № 12(39). С. 469–475.

Влияние переработки полиэтилентерефталата на изменение характеристик в процессе его вторичного использования

Юркин Юрий Викторович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедры строительных конструкций и машин,
Вятский государственный университет
Сиков Никита Евгеньевич, аспирант
направление подготовки «Строительные материалы и изделия»,
Вятский государственный университет

Аннотация. С учетом экологических проблем переработка полиэтилентерефталата (ПЭТ) становится актуальной, позволяя сократить отходы и снизить потребление ресурсов.

Цель статьи – анализ процесса переработки ПЭТ, включая сушку под давлением и литье, с оценкой изменения свойств материала.

Основные методы исследования: применены методы экспериментального анализа, контроля содержания влаги и скорости охлаждения при литье, а также тестирование физико-механических свойств с использованием рентгеновской дифракции и механических испытаний.

Подготовка материала (сушка и контроль условий литья) существенно влияет на свойства ПЭТ. Обнаружены различия в структурах первичного и вторичного ПЭТ, при этом подготовленный гранулят демонстрирует улучшенные показатели плотности, предела текучести и ударной вязкости.

Соблюдение технологических правил на всех этапах переработки ПЭТ критично для получения качественного вторичного материала. Преобладание первичных материалов в производстве ПЭТ-волокон связано с нестабильностью свойств вторичного ПЭТ.

Результаты могут быть использованы в строительстве для создания экономически выгодных материалов и в разработке установок для производства волокон из ПЭТ, соответствующих требованиям устойчивого развития.

Ключевые слова: полиэтилентерефталат, сушка, переработка, литье под давлением, строительная отрасль.

Введение. Современная экономика все чаще сталкивается с необходимостью внедрения методов устойчивого производства и эффективного управления отходами. Процесс вторичного использования ПЭТ становится актуальным в свете растущих экологических требований и потребности в сокращении использования первичных ресурсов. Одним из ключевых этапов переработки ПЭТ является его сушка. Недостаточная сушка может привести к ухудшению молекулярной массы и физических свойств конечного продукта. Изучение различных методов сушки, таких как конвекционная и бункерная, позволяет разработать более эффективные технологии, что в свою очередь позитивно сказывается на качестве вторичного ПЭТ.

Кроме того, процесс литья под давлением играет критическую роль в производстве конечных изделий из ПЭТ. Понимание термодинамических ха-

рактических и контроля температуры в процессе переработки позволяет избежать нежелательных эффектов кристаллизации, способствуя получению качественной продукции.[1], [2]

Рассматриваемые исследования направлены не только на улучшение процесса переработки, но и на развитие более устойчивых методов использования полимерных материалов в производстве.

Методы исследования. Перед обработкой ПЭТ необходимо высушить его до содержания влаги 0,005% или меньше, чтобы сохранить молекулярную массу и физические свойства. Время сушки обычно составляет не менее 4 – 6 часов при температуре 170–185°C.

Для сушки ПЭТ используются конвекционные и бункерные сушилки, где полимер размещается на подносе в печи. [3] Основные требования к сушке, которые требуется выдерживать, во избежание снижения итоговых характеристик:

1. Температура 165–175°C; 2. Время 4–6 часов; 3. Температура подачи не менее 160°C; 4. Точка росы ниже -30°C (температура, при которой водяной пар в воздухе начинает конденсироваться в капли воды); 5. Расход сухого воздуха 3.7 м³/кг/ч. [4]

Характеристики свойств первичного и вторичного ПЭТ в Табл. 1.

Таблица 1

Характеристика свойств первичного и вторичного цикла переработки ПЭТ

Первичный ПЭТ 	Первичный ПЭТ обычно имеет кристаллическую структуру (белый цвет) и должен быть сухим перед обработкой. Для сушки с адсорбентом ПЭТ необходимо нагревать до 150-180°C при точке росы -30 до -40°C в течение 4-6 часов, достигая содержания влаги 0,005% или ниже. Эффективная сушка ПЭТ требует минимизации тепла и воздушного потока.
Вторичный ПЭТ 	Повторно измельченный ПЭТ имеет аморфную (прозрачную) структуру. При сушке он размягчается и агломерируется, образуя комки и прилипая к стенкам бункера. Перемешивание при температуре 80°C переводит материал в кристаллизованное состояние. Если ПЭТ белый, он уже кристаллический и может быть высушен без предварительной обработки.

После цикла сушки полимеров ПЭТ, готовый гранулянт поступает на литье, Рис. 1 – 4. Литье под давлением – технологический процесс, используемый для производства изделий из пластмасс и других материалов путем их заливки в форму под высоким давлением. Вот основные этапы этого процесса: 1. Подготовка материала; 2. Плавление; 3. Заливка; 4. Охлаждение; 5. Демолдирование; 6. Дополнительная обработка.

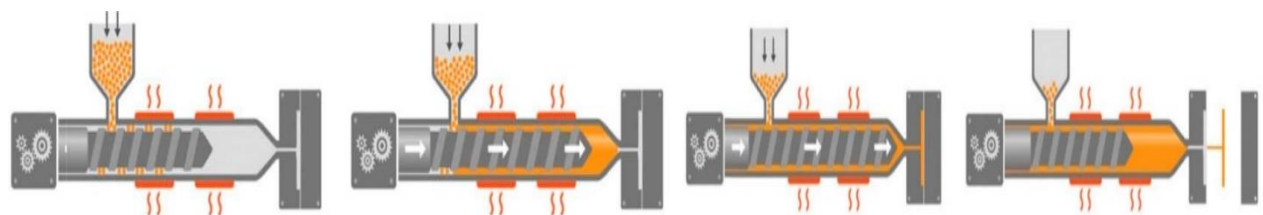
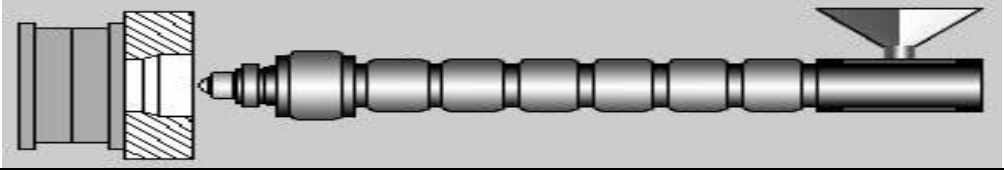


Рисунок 1–4. Загрузка ПЭТ в цилиндр. Заполнение полимера, для продвижения к форме. Поступательное давление, для заполнения формы. Застывание и извлечение листа ПЭТ.

При конечном производстве необходимо быстро охлаждать, чтобы предотвратить кристаллизацию и затвердевание, сохраняя стеклообразное состояние. С увеличением температуры вязкость полимера снижается, что позволяет ему деформироваться. Этот принцип используется для получения листов из преформ: достаточно нагреть их до около 100 °С, чтобы за секунды выдуть готовое изделие. [5] Табл. 2.

Таблица 2

Температура плавления, переработки для литья под давлением

Температура (°C)								
Схема								Сушка
110	ТП	ТС	T1	T2	T3	T4	ТЗАГ	
	15-50	240-280	240-280	240-280	240-260	230-250	100-120	120-150

ТП – температура прессформы под листы; **ТС** – температура сопла комплектующего; **T1** – температура первой зоны обогрева, при подаче ПЭТ сырья; **T2** – температура второй зоны обогрева, при подаче ПЭТ сырья; **T3** – температура третьей зоны обогрева, при подаче ПЭТ сырья; **T4** – температура четвертой зоны обогрева, при подаче ПЭТ сырья; **ТЗАГ** – температура зоны загрузки материала, при подаче ПЭТ сырья;

Результаты исследования, их обсуждение. На выходе мы получаем листы ПЭТ, толщина – 0,2 – 0,5 мм., с следующими техническими показателями, представленными в Табл. 3

Таблица 3

Технические данные по результатам тестирования

Характеристики листового ПЭТ пластика		Единицы измерения	Метод тестирования, ISO	Значения
Плотность		г/см ³	1183	1,4
Предел текучести при растяжении		МПа	527	50
Прочность при разрыве		МПа	527	65
Ударная вязкость по Шарпи на образце без надреза	23°C	кДж/м ²	179/1ep	н/р
Ударная вязкость по Шарпи на образце с надрезом	23°C	кДж/м ²	179/1epA	10
Ударная вязкость по Шарпи на образце с надрезом	-40°C	кДж/м ²	179/1epA	7
Температура изгиба под нагрузкой, не менее	1,8 МПа	°C	75-2Ae	70
Температура размягчения по Вика	50Н/120°C	°C	306/B120	78
Твердость по Роквеллу	R-scale			93
Объемное электрическое сопротивление		Ом*см		1*10 ¹⁴

Итогом, в разработку берутся листы 0.2-0.5 мм., обосновано легкостью в нарезке, как вручную, при отсутствии сопутствующего оборудования, так и с помощью чеппера и специализированных оборудований, также поддается измельчению в шредере. [6]

Большинство ПЭТ волокон на сегодняшний день по-прежнему изготавливается преимущественно из первичных сырьевых материалов, что во многом объясняется нестабильностью линейной плотности большинства вторичных ПЭТ. Была определена линейная плотность некоторых видов первичного и вторичного ПЭТ-волокна, представленного на российском рынке, после чего были рассчитаны соответствующие коэффициенты вариации данного показателя. [7] Табл. 4.

Таблица 4

Плотность первичного и вторичного ПЭТ волокна.

Плотность	Вариации (%)	
	Первичный ПЭТ	Вторичный ПЭТ
0.66	6	13
0.33	7	15
0.22	13	-

Выводы. В результате проведенного исследования процесса переработки полиэтилентерефталата ПЭТ было уделено внимание ключевым этапам, таким как сушка, литье под давлением и измельчение, с целью повышения качества конечного продукта. Анализ свойств первичного и вторичного ПЭТ показал различия в кристаллической и аморфной структурах, что следует учитывать при переработке. [8]

Процесс литья под давлением, в свою очередь, играет важную роль в создании качественных изделий, при этом контролирование скорости охлаждения необходимо для предотвращения преждевременной кристаллизации. Исследование демонстрирует, что продукты, полученные путем переработки, могут использоваться в строительной отрасли, однако преобладание первичных материалов в производстве ПЭТ-волокон связано с низкой стабильностью характеристик вторичных материалов.

Таким образом, результаты данного исследования могут быть полезны для разработки более устойчивых и экономически выгодных технологий переработки ПЭТ, обеспечивая улучшение качества продукции и соблюдение экологических стандартов в процессе производства.

Библиографический список

1. Zhao X., Wang X., Zhou Y. Research progress on recycling polyester and its composites // *Journal of Materials Science*. 2019. 54(2). P. 1025–1037.
2. Cao Y., Xu H. Recycling of polyester and poly(ethylene terephthalate) – A review // *Polymer Degradation and Stability*. 2018. 150. P. 116–128.
3. Януш В. М., Касьянов И. А. Обзор современных процессов сушки полимеров // *Технология и техника упаковки*. 2018. 4. P. 50–53.
4. Лукичев В. Г., Дудко Н. В. Рециклинг полиэтилентерефталата: проблемы и решения // *Полимеры и полимерные материалы*. 2020. 42(2). P. 88–95.
5. Соловьев Д. А. Вторичная переработка полимерных материалов // *Химическая промышленность России*. 2017. 5(4). P. 12–15.
6. Фролов А. В., Кравчук В. Д. Технологические особенности переработки ПЭТ в волокна // *Научный вестник НГУ*. 2019. 4(11). P. 72–77.
7. Григорьев А. В., Петряев А. В. Переработка полимеров: стратегии и технологии // *Пластические массы*. 2015. 3. P. 29–33.
8. Jiang N., Hu G. Green recycling of waste PET: from a review of the design to pre-treatment, depolymerization and post-treatment // *Green Chemistry*. 2017. 19. P. 163–127.

Электронное научное издание

ОБЩЕСТВО. НАУКА. ИННОВАЦИИ (НПК-2025)

**Гуманитарные, общественные, физико-математические,
компьютерные, химико-биологические и технические науки**

Сборник материалов XXV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции 22–30 мая 2025 г.

Статьи публикуются в авторской редакции
Технический редактор *Л. А. Кислицына*

Электронное издание сетевого распространения

Объем издания: 9 Мб

Дата подписания к использованию: 30.06.2025 г.

Вятский государственный университет
610000, г. Киров, ул. Московская, 36
www.vyatsu.ru, www.vestnik43.ru
Тел. (8332) 20-89-64 (Научное издательство ВятГУ)