

Министерство науки и высшего образования РФ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Ярославский государственный
технический университет»



Семьдесят девятая всероссийская
научно-техническая конференция
студентов, магистрантов и аспирантов
с международным участием

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ И ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА РОССИИ

Полету Юрия Гагарина в космос – 65 лет!

22 апреля 2026 г., Ярославль

Сборник материалов конференции

Часть 2

Ярославль
2026

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»

**СЕМЬДЕСЯТ ДЕВЯТАЯ ВСЕРОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
СТУДЕНТОВ, МАГИСТРАНТОВ И АСПИРАНТОВ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

**«НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ И ИНЖЕНЕРНЫЕ КАДРЫ
ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА РОССИИ»**

Полету Юрия Гагарина в космос – 65 лет!

22 апреля, 2026 г., Ярославль

Сборник материалов конференции

Часть 2

Электронное издание

**Ярославль
2026**

© Ярославский государственный технический университет, 2026

ISBN 978-5-9914-1118-9

УДК 378:001.891
ББК 74.58
С30

С30 Семьдесят девятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием «Научные разработки и инженерные кадры для технологического лидерства России»: Полету Юрия Гагарина в космос – 65 лет. (22 апреля 2026 г., Ярославль): сб. материалов конференции. В 2 ч. Ч. 2. – Ярославль : Изд-во ЯГТУ, 2026. – 561 с. – 1 CD-ROM. – Текст: электронный.

Во вторую часть сборника вошли материалы, представляющие результаты научно-исследовательской деятельности студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых по направлениям: конкурентоспособность и устойчивость экономики, физическое воспитание и спорт, строительство и новая инфраструктура для жизни, беспилотные авиационные и космические системы, инженерное образование и подготовка кадров и техносферная и экологическая безопасность.

Предназначен научно-педагогическим работникам и обучающимся организаций высшего и среднего профессионального образования, а также широкой научной общественности.

Редакционная коллегия: Е.О. Степанова, Д.В. Наумов, В.А. Голкина, А.Б. Капранова, Т.Н. Фуникова, Д.Д. Бахаева, С.Ю. Бойков, А.М. Геннадьева, В.Н. Ершов, С.А. Логинова, С.В. Расторгуев, М.О. Татаров, Л.Г. Приятелева, Д.И. Трошин, А.А. Фирстова, С.В. Шкиотов

Минимальные системные требования:
PC PentiumIV, 512 Мб ОЗУ, Microsoft Windows XP,
Adobe Acrobat Reader, дисковод CD-ROM, мышь

Научное издание

**Семьдесят девятая всероссийская научно-техническая конференция
студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием
«Научные разработки и инженерные кадры для технологического лидерства России»:
Полету Юрия Гагарина в космос – 65 лет
(22 апреля 2026 г., Ярославль)**

Сборник материалов конференции

Часть 2

Текстовое электронное издание

Программное обеспечение:
Microsoft Office Word, Adobe Acrobat

Программное обеспечение для воспроизведения электронного издания:
Adobe Acrobat Reader, браузеры Google Chrome, Yandex

Ответственная за издание: Д.Д. Бахаева

Редактор: Т.В. Ермолова

Ответственная за электронные издания: М.А. Канакотина

Подписано к использованию: 25.08.2026
Объем издания: 18,4 Мб
Комплектация издания: 1 CD-ROM
Тираж 50 экз.

Ярославский государственный технический университет
150023, г. Ярославль, Московский пр., 88
<http://www.ystu.ru>

Контактный телефон: 8 (4852) 44-15-19

СОДЕРЖАНИЕ

Направление 6. КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ

Секция 1. Устойчивая и динамичная экономика: состояние, проблемы, перспективы

Абитов Ж.З., Ашимова Ж.Р. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИЙ ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН.....	11
Абитов Ж.З., Ашимова Ж.Р. СТРУКТУРНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РК: ПЕРЕХОД ОТ СЫРЬЕВОЙ ЗАВИСИМОСТИ К РОСТУ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА.....	19
Абитов Ж.З., Ашимова Ж.Р. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И ИНВЕСТИЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАЗАХСТАНА: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	26
Беляев А.А. ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ.....	34
Борзова Л.А. УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЕМ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИИ.....	43
Борзова Н.А., Несиоловская Т.Н. АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ.....	46
Веселов М.Р., Матвеев И.Я., Шишкина Н.А. ДЕЛОВАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИКИ НА МИКРОУРОВНЕ.....	50
Гайнуллин А.Д. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА.....	55
Гончарова Л.В. САНКЦИОННЫЙ РИСК КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОРГАНИЗАЦИИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	61
Емельянова А.М., Смирнов К.В. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАКОКОРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ....	65
Есипенкова К.С., Королькова А.П. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УРОВНЯ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПЕРИОД 2019-2024 ГГ..	68
Жилякова О.В. АДАПТАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ STAGE-GATE ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В УНИВЕРСИТЕТСКОМ ЦЕНТРЕ ИНЖЕНЕРНЫХ РАЗРАБОТОК	72
Закиров Э.М. НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНОСТИ: ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ, ИНСТИТУТЫ И МЕХАНИЗМЫ.....	78
Закис Е.А. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ И МУНИЦИПАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ.....	82
Изякова В.М. ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ).....	86
Круглов К.А. ТРАНСФОРМАЦИЯ КЛАСТЕРНОЙ ПОЛИТИКИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКИ.....	91
Лебедева М.Д., Абрамова М.Б. УПРАВЛЕНИЕ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ.....	96

Лисин Д.М., Угрюмова М.А. АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИН-ОФИС: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ПРОСТОЕВ.....	105
Малинова Д.М., Иванова В.В. ОЦЕНКА ФИНАНСОВОГО УЩЕРБА ОТ КИБЕРАТАК.....	109
Медведева П.Д., Киселев А.А. РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В 2026 ГОДУ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ..	112
Метальников Н.М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРИЗИСА НА РЫНКАХ НЕДВИЖИМОСТИ РОССИИ И КИТАЯ В 2025-2026 гг.....	117
Милкина Н.А. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БИЗНЕСА И ВЛАСТИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ТКО: РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОПЫТ.....	121
Мурашкина Д.М. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННОГО И ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	128
Неволина С.Е., Киселев А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ В 2026 ГОДУ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА.....	132
Романова Н.А. МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЭМИССИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ».....	137
Рудинский К.А. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ НА УРОВНЕ РЕГИОНА.....	140
Семенова П.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЙТИНГОВ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ.....	145
Сушинская А.В. ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В КОНТЕКСТЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОНОМИКИ.....	148
Чубис В.С. САНКЦИОННЫЕ ВЫЗОВЫ И ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ: ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ И СОТРУДНИЧЕСТВО В РАМКАХ ЕАЭС.....	153

Секция 2. Физическая культура как средство формирования духовно-нравственных ценностей

Белякова С.Е. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОЙ ХОДЬБЫ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ.....	157
Вологдин М.И. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РУССКОЙ ЛАПТЫ В СИСТЕМЕ СТУДЕНЧЕСКОГО СПОРТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	163
Галаганова Н.Н. ПАРТНЁРСКАЯ ЛИГА ПО ВОЛЕЙБОЛУ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ ВУЗА.....	170
Горшенин В.А. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТУДЕНЧЕСКОМ ФУТЗАЛЕ.....	174
Ершов В.Н. ВЛИЯНИЕ ОБУЧЕНИЯ В ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЦЕНТРАХ ПРИ УНИВЕРСИТЕТАХ НА НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ СТУДЕНТОВ-ЮНОШЕЙ.....	177
Завьялов Н.Н., Махов А.В., Соколов Н.С. РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ НЕВЕРБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМАНДОЙ ИГРЫ, НА ПРИМЕРЕ ПАРТНЕРСКОЙ ЛИГИ ПО ВОЛЕЙБОЛУ	180
Кислякова К.А., Торопова П.А., Олехов М.С. РАЗРАБОТКА БАЛЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНОК ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ КАФЕДРЫ «ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ».....	184
Кмицикевич З.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ В РАЗМИНКЕ ДЛЯ ВОСПИТАНИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ НА ЗАНЯТИЯХ СО СТУДЕНТАМИ.....	192

Лопатин И.О. ФИЗКУЛЬТУРА КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ СО СТРЕССОМ У СТУДЕНТОВ.....	196
Доев Р.С., Малкова Т.В. РОЛЬ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА В ПРОФОРИЕНТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.....	201
Мельникова А.В., Сахарук С.Д. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАССОВОГО СПОРТА В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ ЧЕРЕЗ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ.....	205
Прокопенко Я.А. ВКЛЮЧЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ИГР В ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ПРОЦЕСС БОРЦОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВЕДЕНИЕ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ ПОЕДИНКОВ.....	208
Ромашов А.Р., Горшенин В.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ФУТБОЛИСТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОСВОЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ НАВЫКОВ.....	211
Селиванова В.В. ТРАНСФОРМАЦИЯ КЛАССИЧЕСКОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ: ИНТЕГРАЦИЯ ФИТНЕС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ ЛИЧНОСТИ.....	215
Смирнова М.А. О ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТЯЖКИ В ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАНЯТИЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ТРАВМ И ОПТИМИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ.....	219
Смирнов Н.М. ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА СО СПОРТИВНЫМИ ФЕДЕРАЦИЯМИ И СТУДЕНЧЕСКИМИ ЛИГАМИ В РАЗВИТИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЛАПТЫ СРЕДИ СТУДЕНТОВ.....	221
Шошнев А.В. ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЕЁ РЕАЛИЗАЦИИ.....	229

Направление 7. СТРОИТЕЛЬСТВО И НОВАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ ЖИЗНИ

Астафьев М.В., Талов В.В., Басов А.Н. РОБОТИЗАЦИЯ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ – ШТУКАТУРНОЕ ПОКРЫТИЕ.....	231
Веревкина Е.А. ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КОЛЬЦЕВЫХ РАЗВЯЗОК В ВМ-МОДЕЛИРОВАНИИ.....	234
Грачёв А.А., Герасимов Д.В. СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЕСОВОГО И ГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....	237
Давыдов И.Н., Аршинов Я.О. ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ГИПСАС ДОБАВКОЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВОЛОКОН.....	241
Денисов В.А., Ладыгина О.В. РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА РЫБИНСКА.....	244
Жукова Н.А., Тумаков С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕДУЦИРОВАНИЯ СЕЧЕНИЯ ПРОФИЛИРОВАННОГО НАСТИЛА В РАСЧЕТАХ ПРОЧНОСТИ В ПОКРЫТИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ.....	246
Зенина Ю.С. ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОФНАСТИЛАВ ПОКРЫТИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	249
Калинин А.В. О РАЗВИТИИ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РОССИЙСКИХ ГОРОДАХ.....	253
Касперавичюс М.В., Отрубина С.В., Ладыгина О.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СУЛЬФОКАТИОНИТОВОГО КАТАЛИЗАТОРА В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ.....	257
Коптев А.М., Чекалова А.А., Басов А.Н. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ.....	261
Корытов А.С., Маркелов А.В. НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАДИЦИОННЫХ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ.....	265

Крапивна А.О., Тумаков С.А. ЭВОЛЮЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ РАМ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ.....	267
Лесовой Е.Н., Родионов Р.Р., Балунов М.С. ДИАГНОСТИКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОЛОМОК С ДАЛЬНЕЙШИМ ИХ УСТРАНЕНИЕМ.....	272
Малков Д.Д., Доброхотов В.Б. РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КЛАДОЧНОГО РАСТВОРА НА ОСНОВЕ ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ.....	274
Мельнит А.В. КРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИНИМИЗАЦИИ СОВОКУПНЫХ ЗАТРАТ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА (НА ПРИМЕРЕ г. ЯРОСЛАВЛЯ).....	277
Мишин А.А., Сорокин И.М., Недостоев С.В. РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ САНИТАРНО-ИНЖЕНЕРНОЙ УСТАНОВКИ ТРАНСФОРМИРУЕМОГО ТИПА ДЛЯ ЛОГИСТИКИ И ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ.....	280
Мошков Д.А., Ладыгина О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	284
Павлов И.А., Колбин А.Б. ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ И ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ В ЗОНЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ.....	286
Сидоренков М.И., Филиппов А.А., Терентьев Е.А. РАСЧЕТ МАССЫ ЗАРЯДА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ.....	292
Трофименко Б.П., Маркелов А.В. ОБЗОР ЭКОЛОГИЧНЫХ И СОВРЕМЕННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТРАНСПОРТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	298
Хабитов Д.Д., Балушкин А.Л. БЫСТРОВОВОЗВОДИМЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КАРКАСНЫЕ ЗДАНИЯ ДЛЯ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ.....	309
Чекалова А.А., Балушкин А.Л. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОВЫШЕННЫМ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЕМ.....	313
Шестаков А.А. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ РОСТА ОСЕВЫХ НАГРУЗОК И ДЕФИЦИТА НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ.....	317
Шилов В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГОРОДОВ.....	320

Направление 8. БЕСПИЛОТНЫЕ АВИАЦИОННЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Асламов И.Н., Смирных М.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ИЗ СФЕРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ В ДЕКАРТОВУ. ИЗМЕНЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО ЗАКОНА.....	323
Панов А.Г., Гуртовой Д.А., Балдин С.В. О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	327
Бессонова К.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВТОРИЧНОГО ДВИЖЕНИЯ БОЧКООБРАЗНОГО ПОРШНЯ.....	331
Бойченко Д.В. ЗАЩИТА НЕБА: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К ПРОТИВОДЕЙСТВИЮБЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ.....	341
Карсаков И.А., Перепелин А.П. РАСЧЕТ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА ТОПЛИВНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ COMMON RAIL.....	345

Кремер С.Р., Харламов М.С., Мурашов А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ТРАКТОРНОГО МЕТОДА В СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ ПВО ПО БОРЬБЕ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ (БПЛА).....	350
Максимов А.С., Балунев М.С. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ.....	353
Малюков Д.И., Чесных И.А., Галицына И.В. ПОДАВЛЕНИЕ ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ.....	356
Почкин Д.Е. О СИНТЕЗЕ САУ АВИАЦИОННОГО ДВС С НАСТРОЙКОЙ ПИД-РЕГУЛЯТОРА МЕТОДОМ ЦИГЛЕРА-НИКОЛЬСА.....	360
Разин А.С., Балунев М.С. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ВОДОРОДЕ.....	363
Савельев А.Д. ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ К ИССЛЕДОВАНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....	368
Сергеичев И.С., Перепелин А.П. О ПОДАЧЕ ТОПЛИВА НАСОСОМ СИСТЕМЫ COMMON RAIL С ФОРСУНКАМИС ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПОВЫШЕНИЕМ ДАВЛЕНИЯ ВПРЫСКА.....	371
Софронов Г.Д. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ДВС.....	374
Трепалин А. А., Панков И. А., Галицына И. В. ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СНИМКОВ LANDSAT 5.....	377
Фигуров К.В., Мазуренко А.П. МНОГОТОПЛИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В БОЕВОЙ ТЕХНИКЕ.....	382
Чуркин М.А. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМОГО ДРОССЕЛЬНОГО БЛОКА ПОРШНЕВОГО ДВС.....	386

Направление 9. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

Белянчева М.С. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА СТУДЕНТАМИ КОЛЛЕДЖА В САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ.....	395
Березин А.В. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В СИСТЕМЕ СПО.....	401
Болотова К.Т. РОЛЬ ИНФОГРАФИКИ В ПОВЫШЕНИИ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ ПРИ ОСВОЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	404
Бределева К.М., Токовинина А.В. ДЕТСКИЕ ТЕХНОПАРКИ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ РАННЕЙ ПРОФОРИЕНТАЦИИ.....	408
Васанов А.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОВЕРХНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ 26.03.02 «КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ, ОКЕАНОТЕХНИКА И СИСТЕМОТЕХНИКА ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ».....	411
Гребенкин И.А. ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ОБЩЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ.....	418
Егорагин Е.В. ПРОЯВЛЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКА АГРЕССИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ СРЕДИ МОЛОДЕЖИ.....	421
Исаков А.А. О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОЙ СТАЖИРОВКИ ПО РАБОЧИМ ПРОФЕССИЯМ.....	424
Коптев Е.М. ТРАНСФОРМАЦИЯ МЫШЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И НОВЫХ ТРЕБОВАНИЙ РЫНКА ТРУДА.....	429
Королев А.С. РАЗРАБОТКА ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО КУРСА ПО ОСВОЕНИЮ «КОМПАС-3D» В СИСТЕМЕ СПО.....	433

Нестеров М. А. ТРУДОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ МОЛОДЕЖИ: СТРАТЕГИИ ЗАНЯТОСТИ И АДАПТАЦИИ НА РЫНКЕ ТРУДА.....	437
Попова А.О. ОТ СЕМЕЙНОГО АРХИВА – К ГРАЖДАНСКОЙ ПОЗИЦИИ ИНЖЕНЕРА.....	440
Павлов Е.В., Попова Е.П. ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ.....	444
Приятелев Г.В. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ В КУРСЕ «ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЫ РОДИНЫ» ЗА СЧЕТ ВОВЛЕЧЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СТУДЕНЧЕСКОГО ПАТРИОТИЧЕСКОГО КЛУБА.....	448
Рябуха Е.А. ТРУДОУСТРОЙСТВО ВЫПУСКНИКОВ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ АСПЕКТ..	451
Сердцева О.Д. ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОБЩЕСТВЕННАЯ АККРЕДИТАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОЦЕДУРЫ, ОЦЕНКА И ДОКУМЕНТАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	453
Смирнова А.А. СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЫ ДИДАКТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА.....	456
Соседенко В.С. СУЩНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	460
Сусанин А.С. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО И СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	463
Теплякова А.А. ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНЫЙ КУРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ.....	466
Ткаченко И.К. ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАРТИСИПАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТОМ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ....	469

Направление 10. ТЕХНОСФЕРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ И СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Алешина Н.Ю., Кошель С.Г., Лебедева Н.В. СИНТЕЗ БИОЦИДНЫХ ПРИСАДОК ФЕНОЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ.....	474
Алиев Н.Р., Маркелов А.В. ПРОБЛЕМА ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С АВТОДРОЖНЫХ МОСТОВ.....	478
Булатов А.А., Герасимова Н.П., Королева Е.А. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АГРОПРОИЗВОДСТВА: ПРИМЕНЕНИЕ АДЪЮВАНТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОЧВУ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ.....	480
Васькова Н.А., Власов В.В. КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПЛАСТИКА В АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЯХ.....	483
Волков Д.В., Маркелов А.В. ТЕОРИЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ОБРАЩЕНИЯ СЫРЬЯ И ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ.....	486
Воронов И.А., Калаев Р.Э. ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНО-ТЕРМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИХ АДСОРБЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ХРОМА.....	490
Геннадьева А.М., Антонова Д.С., Калаева С.З. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАГНИТНОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД В ТЁПЛОМ И ХОЛОДНОМ КЛИМАТЕ.....	493
Голубенцев А.Д., Королева Е.А., Маркелова Н.Л. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАГЕНТНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ СОЖ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ.....	495
Еремеева М.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ САНАТОРИЯ «МАЛЫЕ СОЛИ» И МЕТОДЫ ЕЕ ОЧИСТКИ.....	498
Жарова Н.В., Ладыгина О.В. УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	500

Качков А.А., Симонов А.В., Филиппова О.П. КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД И ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, ЛОКАЛИЗОВАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ САНАТОРИЯ «МАЛЫЕ СОЛИ».....	503
Колмаков Ю.А., Калаева С.З. ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	507
Коробова Е.Б., Маркелов А.В. ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПАВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕК НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА.....	510
Королев М.В., Маркелова Н.Л., Калаева С.З. ЗОЛОШЛАКОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ.....	513
Кочиков В.Е, Степанов Е.Э., Тимрот С.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРУДОВОГО КИСЛОГО ГУДРОНА МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ.....	516
Кошелева А.Е., Калаев Р.Э., Воронов И.А. ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ ТРАВильНЫХ РАСТВОРОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД.....	519
Крыга Т.А., Куликов С.Ф., Никитина Е.Л. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ.....	522
Кулакова Е.С. МОНИТОРИНГ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО СТОКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	525
Нагимова А.А., Ахметова Э.И. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОГО УПАКОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ.....	528
Перехвал П.А. АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ.....	530
Портнов Н.Д. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОРУЖИЯ С ПОРАЖАЮЩИМ ФАКТОРОМ, ИЗМЕНЯЕМЫМ ПО ЗАКОНУ КВАДРАТИЧНОЙ ГИПЕРБОЛЫ, НА ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ НА МАРШЕ.....	533
Румянцева А.В., Маркелов А.В. МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ И МЕРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ: ОПЫТ АЭРОДРОМНОГО ХОЗЯЙСТВА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	536
Сафиуллин Э.М., Насибов Т.Р. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАЛЫХ ПРИТОКАХ ВОЛГИ (г. ЯРОСЛАВЛЬ).....	545
Симонов А.В., Качков А.А., Филиппова О.П. ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	548
Степанов Е.Э., Тимрот С.Д. АППАРАТУРНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ РЕАГЕНТНОГО КАПСУЛИРОВАНИЯ. ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА.....	552
Фатеева (Ладыгина) А.А. МЕТОДЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ДОСТУПНОСТИ СИНЕ-ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: ПОДХОДЫ, ИНДИКАТОРЫ И ПРИМЕНЕНИЕ В ГОРОДСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ.....	559

Направление 6. КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ

Секция 1. Устойчивая и динамичная экономика: состояние, проблемы, перспективы

УДК 330.322.21(574)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Ж.З. Абитов, Ж.Р. Ашимова

Алматинский технологический университет

В статье представлен комплексный анализ трансформации инвестиционных процессов в Республике Казахстан в период 2024–2025 гг. и по состоянию на начало 2026 года. В условиях глобальной цифровизации автор исследует динамику вложений в основной капитал, выявляя критические точки межрегионального неравенства. Особое внимание уделено структурным сдвигам, росту доли частных инвестиций и банковского кредитования на фоне сокращения бюджетного финансирования. С помощью статистических методов (индексы физического объема, коэффициенты вариации) доказана неоднородность развития территорий, где аномальный рост инвестиционной активности в южных регионах (Туркестанская область) контрастирует со спадом в ряде промышленных зон. Обосновано, что цифровая зрелость регионов становится определяющим фактором их аттрактивности для капитала. Сформулированы авторские сценарии инвестиционного развития до конца 2026 года.

Ключевые слова: инвестиции в основной капитал, межрегиональная дифференциация, цифровая экономика, источники финансирования, региональная политика, ИФО

ANALYSIS OF THE STATE AND DIRECTIONS OF FIXED CAPITAL INVESTMENT DEVELOPMENT IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Zh. Z.Abitov, Zh.R. Ashimova

Almaty Technological University

The article provides a comprehensive analysis of the investment processes transformation in the Republic of Kazakhstan during the 2024–2025 periods and as of early 2026. In the context of global digitalization, the author examines the dynamics of fixed capital investment, identifying critical points of interregional inequality. Special attention is paid to structural shifts. The increasing share of private investment and bank lending against the background of reduced budget funding. Using statistical methods (indices of physical volume, variation coefficients), the heterogeneity of territorial development is proved, where the anomalous growth of investment activity in the southern regions (Turkestan region) contrasts with the decline in several industrial zones. It is substantiated that the digital maturity of regions is becoming a determining factor in their attractiveness for capital. The author's investment development scenarios until the end of 2026 are formulated.

Keywords: fixed capital investment, interregional differentiation, digital economy, financing sources, regional policy, PVI

В современных условиях глобальной экономической нестабильности и ускоренного технологического развития инвестиции в основной капитал выступают не только в качестве финансового ресурса, но и как фундаментальный инструмент структурной трансформации национальных систем. Для Республики Казахстан период 2024–2025 гг. стал этапом качественного переосмысления инвестиционной политики, направленной на отход от сырьевой зависимости в пользу цифровой доминанты. Однако внедрение высоких технологий и автоматизация производственных процессов протекают крайне неравномерно в территориальном разрезе, что порождает новые формы межрегионального неравенства.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью анализа причин резкой поляризации инвестиционной активности субъектов Республики. Согласно оперативным данным на январь 2026 года, наблюдается значительный разброс индексов физического объема (ИФО) инвестиций от кратного роста в южных регионах до глубокого спада в ряде индустриальных областей. В эпоху цифровой трансформации классические факторы инвестиционной привлекательности (наличие природных ресурсов, дешевая рабочая сила) дополняются или замещаются новыми детерминантами – качеством цифровой инфраструктуры, уровнем развития GovTech и доступностью высокоскоростных каналов связи.

Проблема заключается в том, что чрезмерная концентрация капитала в отдельных точках роста (Алматы, Астана, Туркестанская область) при одновременном «инвестиционном голоде» в других регионах может привести к социальной дестабилизации и снижению общей конкурентоспособности экономики. Научный поиск путей гармонизации регионального развития требует глубокого анализа текущих статистических трендов и разработки прогностических моделей.

Теоретический базис исследования межрегиональной дифференциации и инвестиционной активности формировался на стыке региональной экономики, статистики и теории государственного управления.

Вопросы преодоления регионального неравенства в условиях рыночной трансформации подробно освещены в трудах российских ученых. В частности, Н.Е. Бондаренко и Р.В. Губарев [2] акцентируют внимание на том, что социально-экономическое неравенство является следствием структурных диспропорций, которые в условиях цифровизации могут либо сглаживаться, либо, напротив, усиливаться в зависимости от качества институциональной среды. А.Г. Волкова [4] дополняет этот подход, указывая на необходимость совершенствования механизмов управления неравномерностью развития для обеспечения национальной безопасности.

Методологические аспекты оценки потенциала территорий представлены в работах Е.С. Губановой и О.С. Москвиной [3]. Авторы предлагают комплексные методики, которые позволяют оценить не только текущий объем инвестиций, но и латентные возможности муниципальных образований, что крайне актуально для диверсификации экономики Казахстана. В свою очередь, Е.Ц. Чимитдоржиева [5] обосновывает применение эконометрического моделирования для выявления корреляции между темпами экономического роста и глубиной регионального разрыва.

Проблематика инвестиционного развития Казахстана занимает центральное место в работах отечественных исследователей. А.О. Сыздыкова и Г.Ж. Азретбергенова [7] исследуют прямую зависимость между притоком капитала и устойчивостью экономического роста, подчеркивая специфику казахстанской модели. Г.А. Абзалбек [9] фокусируется на трудностях финансирования инвестиционных программ в условиях, когда инфраструктурная обеспеченность регионов остается крайне неоднородной.

Особую значимость в контексте современного этапа развития имеет Концепция инклюзивного роста. Н.К. Нурланова и соавторы [11] рассматривают инклюзивность как основной инструмент преодоления неравенства, где цифровые технологии выступают связующим звеном между центром и периферией. Тема инвестиций в сельские территории и аграрный сектор, что крайне важно для южных областей РК, раскрывается в последних работах А.А. Бельгибаева и С.Е. Епанчинцевой [17].

Зарубежный опыт (Грузия, Польша, Турция) в работах таких авторов, как N. Chikhladze [10], A. Czudec [6] и Y.U. Uzun [8], демонстрирует универсальность проблемы «цифрового разрыва» и эффективности государственных инвестиций в сельские муниципалитеты.

Фундаментальную нормативную базу исследования составляет Концепция инвестиционной политики Республики Казахстан до 2026 года [1], которая задает вектор перехода к новой модели привлечения капитала в условиях глобальной цифровой трансформации.

Методологическая база исследования основывается на сочетании системного подхода, методов статистического анализа и сравнительно-географического метода. Исследование проводилось в несколько последовательных этапов, что позволило обеспечить достоверность выводов и глубину анализа инвестиционных процессов в Республике Казахстан.

Информационной базой исследования послужили официальные данные Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан (БНС АСПиР РК). В частности, были использованы оперативные отчеты об инвестициях в основной капитал за 2024–2025 годы и статистический бюллетень за январь 2026 года. Применение данных за сопоставимые периоды (январь к январю) позволило исключить влияние сезонных факторов на показатели индексов физического объема (ИФО).

В январе 2026 г. объем инвестиций в основной капитал составил 896 млрд тенге, что на 3,4% больше, чем в январе 2025г. (в сопоставимых ценах) (рис. 1), (табл. 1 и 2).

Наибольшее увеличение ИФО инвестиций в основной капитал наблюдается в Туркестанской (в 2,2 раза), Абай (на 37,4%), Восточно-Казахстанской (на 16,1%), в городе Шымкент (на 15,1%), Алматинской (на 12,8%) и Карагандинской (на 11,8%) областях.

При этом уменьшение ИФО (табл. 1 и 2) инвестиций в основной капитал наблюдается в области Жетысу (на 55,1%), Мангистауской (на 37,2%), Костанайской (на 33,3%), Северо-Казахстанской (на 30,1%), Актюбинской (на 25,1%) и Акмолинской (на 21,4%) областях.



Рис. 1. Инвестиции в основной капитал

Значительную долю инвестиций занимают город Алматы (14,3%), Атырауская (12,5%) и город Астана (11,2%).

51,4% от общего объема затрат приходится на работы по строительству и капитальному ремонту зданий и сооружений и 42,9% от общего объема – на приобретение машин, оборудования и транспортных средств.

Преобладающими источниками финансирования инвестиций остаются собственные средства хозяйствующих субъектов, объем которых в январе 2026 года составил 640,5 млрд тенге или 71,5% от общего объема (рис. 2).

Таблица 1. Индексы физического объема инвестиций в основной капитал

	Январь 2026г. к	
	декабрю 2025г.	январю 2025г.
Республика Казахстан	20,5	103,4
Абай	13,0	137,4
Акмолинская	8,2	78,6
Актюбинская	10,9	74,9
Алматинская	15,5	112,8
Атырауская	31,4	101,5
Западно-Казахстанская	25,8	109,4
Жамбылская	23,9	103,0
Жетысу	6,1	44,9
Карагандинская	9,7	111,8
Костанайская	5,5	66,7
Кызылординская	84,4	102,2
Мангистауская	18,5	62,8
Павлодарская	17,1	106,5
Северо-Казахстанская	10,2	69,9
Туркестанская	28,2	220,6
Ұлытау	9,7	103,4
Восточно-Казахстанская	24,6	116,1
г. Астана	27,2	102,4
г. Алматы	30,1	101,1
г. Шымкент	29,9	115

Таблица 2. Инвестиции в основной капитал по размерности предприятий, тыс. тенге

	Освоено инвестиций в основной капитал	В том числе		
		малыми предприятиями	средним предприятиями	крупными предприятиями
Январь 2025г.	807 118 640	387 745 561	107 460 499	311 912 580
Январь 2026г.	896 030 945	417 109 632	141 760 736	337 160 577

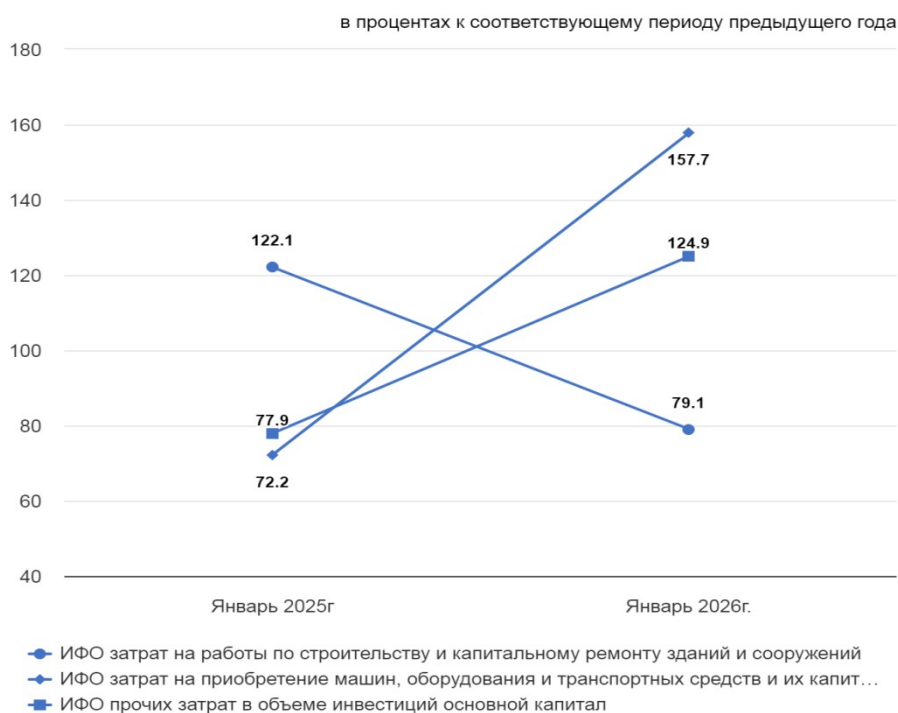


Рис. 2. ИФО элементов технологической структуры инвестиций в основной капитал

Бюджетные средства составили 6,9% от общего объема инвестиций в основной капитал, при этом по сравнению с январем 2025 годом уменьшились на 56,2% (табл. 3)

Доля банковской сферы в финансировании реального сектора экономики в общем объеме инвестиций в основной капитал занимает 10,1%.

Таблица 3. Инвестиции в основной капитал по источникам финансирования

	Январь 2026г.		Справочно. Январь 2025г.
	тыс. тенге	в процентах к итогу	в процентах к итогу
Инвестиции в основной капитал	896 030 945	100,0	100,0
в том числе за счет средств. государственного бюджета	61 621 710	6,9	16,2
собственных средств	640 544 370	71,5	70,5
кредитов банков	90 888 461	10,1	3,9
из них. кредитов иностранных банков	6 465	0,0	0,2
других заемных	102 976 404	11,5	9,4
из них. заемных средств нерезидентов	47 331 974	5,3	2,4

Основная доля инвестиций в основной капитал в январе 2026 года приходится на промышленность (50,1%) (в том числе на горнодобывающую промышленность и разработку карьеров—21,9%, обрабатывающую промышленность—14%), операции с недвижимым имуществом (22,5%), транспорт и складирование (9,6%) и сельское, лесное и рыбное хозяйство (4,1%) (табл. 4).

Анализ региональной дифференциации инвестиционных потоков. Анализ статистических данных за январь 2026 года свидетельствует о сохранении и углублении значительного межрегионального неравенства в распределении инвестиций в основной капитал. Общий объем инвестиций по республике составил 896 млрд тенге, что в сопоставимых ценах на 3,4% превышает показатель января 2025 года. Однако за этим умеренным общенациональным ростом скрываются полярные региональные тренды.

Безусловным лидером по темпам роста стала Туркестанская область, где индекс физического объема (ИФО) инвестиций увеличился в 2,2 раза. Столь аномальный рост объясняется реализацией крупных инфраструктурных проектов и активным развитием СЭЗ «Turkistan», которая становится важным хабом в условиях цифровой трансформации логистических цепочек. Также высокие показатели демонстрируют область Абай (137,4%) и Восточно-Казахстанская область (116,1%), что подтверждает эффективность административной реформы и выделения новых областей в качестве самостоятельных точек притяжения капитала.

На противоположном полюсе находятся регионы с глубоким инвестиционным спадом. Критическое снижение ИФО зафиксировано в области Жетысу (44,9% к январю 2025 г.) и Мангистауской области (62,8%). Столь резкое падение (более чем на 55% и 37% соответственно) свидетельствует о завершении крупных инвестиционных циклов в добывающем секторе и необходимости поиска новых драйверов роста, основанных на сервисной и цифровой экономике.

Концентрация капитала по-прежнему остается высокой в мегаполисах и ресурсных регионах. На долю г. Алматы (14,3%), Атырауской области (12,5%) и г. Астаны (11,2%) суммарно приходится более 38% всех инвестиций страны. Это подтверждает гипотезу о том, что цифровая трансформация в первую очередь усиливает позиции уже развитых центров, обладающих готовой ИТ-инфраструктурой и кадровым потенциалом.

Качественные изменения в инвестиционном процессе 2024–2026 гг. наиболее ярко проявляются при анализе структуры источников финансирования. Наблюдается устойчивый тренд на снижение зависимости от государственного бюджета.

Таблица 4. Инвестиции в основной капитал по направлениям использования

	Инвестиции в основной капитал, тыс. тенге	В процентах к январю 2025г.	Удельный вес в общем объеме инвестиций, в процентах
Всего	896 030 945	103,4	100,0
в том числе.			
сельское, лесное и рыбное хозяйство	36 714 047	188,6	4,1
промышленность	448 776 013	120,2	50,1
в том числе.			
горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	196 518 763	83,5	21,9
обрабатывающая промышленность	125 804 034	153,8	14,0
снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	121 358 207	387,2	13,5
водоснабжение; сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	5 095 000	20,8	0,6
строительство	7 088 759	253,3	0,8
оптовая и розничная торговля, ремонт автомобилей и мотоциклов	32 423 219	153,3	3,6
транспорт и складирование	85 820 147	92,8	9,6
предоставление услуг по проживанию и питанию	3 951 537	72,9	0,4
информация и связь	21 828 984	141,0	2,4
финансовая и страховая деятельность	11 854 892	70,2	1,3
операции с недвижимым имуществом	201 815 249	112,4	22,5
профессиональная, научная и техническая деятельность	3 798 118	92,7	0,4
деятельность в области административного и вспомогательного обслуживания	1 587 357	56,5	0,2
государственное управление и оборона; обязательное социальное обеспечение	498 481	12,4	0,1
образование	26 448 227	31,3	3,0
здравоохранение и социальное обслуживание населения	4 555 055	15,7	0,5
искусство, развлечения и отдых	7 749 243	60,6	0,9
предоставление прочих видов услуг	1 121 634	188,0	0,1

В январе 2026 года доля бюджетных средств сократилась до 6,9% (против 16,2% годом ранее), показав падение на 56,2% в реальном выражении. На этом фоне доминирующую роль играют собственные средства предприятий – 71,5% (640,5 млрд тенге).

Особого внимания заслуживает рост активности банковского сектора. Доля банковских кредитов в финансировании реального сектора выросла до 10,1%, что в 2,5 раза

выше показателей предыдущего периода. Это свидетельствует о постепенном восстановлении кредитной активности и улучшении механизмов проектного финансирования, в том числе через цифровые банковские платформы.

Анализ по размерности предприятий показывает, что малый бизнес стал мощным драйвером, освоив 46,5% всех инвестиций (417,1 млрд тенге). Крупный бизнес сохраняет долю в 37,6%. Рост активности малых предприятий в 2024–2025 гг. напрямую связан с развитием цифровых маркетплейсов и упрощением доступа к закупкам, что стимулирует небольшие компании вкладываться в основные средства (транспорт, оборудование, склады).

Для минимизации выявленных диспропорций и стимулирования равномерного развития до конца 2026 года предлагаются следующие меры:

1. Цифровое выравнивание. Необходимо ускорить развитие высокотехнологичной инфраструктуры в депрессивных регионах (Жетысу, Северо-Казахстанская обл.). Это включает не только широкополосный доступ в интернет, но и создание локальных ИТ-хабов, которые могут стать центрами притяжения для малого и среднего бизнеса.

2. Стимулирование инвестиций в человеческий капитал. Учитывая спад вложений в образование и здравоохранение, государству необходимо внедрить механизмы ГЧП (государственно-частного партнерства) для привлечения частных инвестиций в эти сферы, особенно в сельской местности.

3. Налоговое стимулирование цифровых проектов. Введение льгот по налогу на имущество для предприятий, проводящих глубокую модернизацию основного капитала с использованием технологий Индустрии 4.0, особенно в регионах с отрицательной динамикой ИФО.

Прогноз развития до конца 2026 года. Опираясь на данные 2024–2025 гг. и показатели января 2026 г., можно спрогнозировать два сценария.

Оптимистичный. При условии сохранения темпов роста в обрабатывающей промышленности (+53,8%) и связи (+41%), к концу 2026 года удастся достичь среднегодового роста инвестиций по стране на уровне 5–7%, при постепенном сглаживании неравенства.

Консервативный. Сохранение высокой концентрации капитала в 3–4 регионах приведет к дальнейшему «вымыванию» ресурсов из периферии, что потребует более жесткого государственного регулирования и прямого бюджетного вмешательства.

Проведенное исследование трансформации инвестиционных процессов в Республике Казахстан в период 2024–2025 гг. и анализ оперативных данных за январь 2026 года позволяют сделать ряд принципиальных выводов.

Во-первых, подтверждена гипотеза о сохранении высокой степени межрегионального неравенства. Инвестиционный ландшафт страны остается полярным: на фоне общереспубликанского роста ИФО на 3,4%, наблюдается резкий разрыв между регионами-лидерами (Туркестанская область с ростом в 2,2 раза) и регионами, находящимися в фазе инвестиционного спада (область Жетысу, Мангистауская область). Это свидетельствует о том, что цифровая трансформация пока не стала универсальным механизмом выравнивания территорий, а, напротив, на текущем этапе может усиливать концентрацию капитала в технологически развитых узлах.

Во-вторых, выявлены качественные сдвиги в структуре финансирования. Переход от бюджетного доминирования к преимущественному использованию собственных средств предприятий (71,5%) и рост доли банковского кредитования (до 10,1%) указывают на взросление инвестиционного рынка. Особо значимым результатом является высокая активность малого бизнеса, который в январе 2026 года обеспечил почти половину всех инвестиций в основной капитал, что стало возможным благодаря цифровизации бизнес-процессов и снижению транзакционных издержек.

В-третьих, отраслевой анализ показал приоритетность обновления базовой инфраструктуры (электроснабжение, связь) как фундамента для дальнейшего цифрового рывка. Однако зафиксированное снижение инвестиций в человеческий капитал (образование и здравоохранение) создает долгосрочные риски, так как дефицит квалифицированных кадров может нивелировать эффект от технологического переоснащения производств.

В качестве практических рекомендаций предлагается внедрение дифференцированных мер господдержки для «цифрового подтягивания» депрессивных регионов, стимулирование ГЧП в социальной сфере и расширение налоговых преференций для высокотехнологичных производств. Прогноз до конца 2026 года остается умеренно оптимистичным, однако достижение устойчивого и инклюзивного роста потребует более активной политики по преодолению межрегионального цифрового разрыва.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Об утверждении Концепции инвестиционной политики Республики Казахстан до 2026 года. Постановление Правительства Республики Казахстан от 15 июля 2022 года № 482. – 2022. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000482>
- 2) Бондаренко, Н.Е. Проблема регионального неравенства в социально-экономическом развитии Российской Федерации / Н.Е. Бондаренко, Р.В. Губарев // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. – 2020. – Т. 17, № 5 (113). – С. 56–68.
- 3) Губанова, Е.С. Методические основы оценки инвестиционного потенциала муниципальных образований / Е.С. Губанова, О.С. Москвина // Проблемы развития территории. – 2020. – № 1(105). – С. 37–51.
- 4) Волкова, А.Г. Проблемные аспекты управлению неравномерностью социально-экономического развития региона и пути их преодоления // Регион. Системы, экономика, управление. – 2019. – № 4 (47). – С. 10–14.
- 5) Чимитдоржиева, Е.Ц. Эконометрическое моделирование взаимосвязи между показателями экономического роста и неравномерности экономического развития // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2021. – № 4. – С. 100–106.
- 6) Czudec, A. Economic Effects of public Investment Activity in Rural Municipalities of Eastern Poland / A. Czudec, D. Zajac // *Ekonomika regiona*. – 2021. – No. 17 (2). P. 644–657. – URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-21>
- 7) Syzdykova, A.O. Analysis of the relationship between foreign direct investment and economic growth in Kazakhstan / A.O. Syzdykova, G.Zh. Azretbergenova // *The Journal of Economic Research & Business Administration*. – 2021.No. – 2(136). – P. 72–84.
- 8) Uzun, Y.U. The causal relationship between foreign direct investments, trade openness and economic growth in Turkey / Y.U. Uzun, H. Kaya // *The Journal of Economic Research & Business Administration*. – 2023. – No. 4 (146). – P. 77–88.
- 9) Абзалбек, Г.А. Проблемы финансирования инвестиционных программ в условиях неравномерности развития регионов Казахстана // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2021. – Т. 15. – № 1. – С. 7–14.
- 10) Chikhladze, N. Regional Economic Development Divergence Research in Georgia by PCA Method / N. Chikhladze, G. Ugulava // *Economic Alternatives*. – 2022. – iss. 1. – P. 35–51.
- 11) Inclusive Development as Means of Overcoming Regional Inequality / N.K. Nurlanova, F. Dnishev, A.A. Kireyeva, F. Alzhanova, A. Omarov // *E3S Web of Conferences*. 2021.
- 12) Коломенский, Г.А. Анализ и оценка неравномерности развития регионов (на примере Северо-Западного Федерального округа) / Г.А. Коломенский, Л.А. Селиванова, Н.В. Васильева // Журнал правовых и экономических исследований. – 2019. – № 4. – С. 196–202.
- 13) Shatalova, O.M. Socio-economic inequality of regions in the Russian Federation: Measurement issues and long-term evaluation / O.M. Shatalova, E.V. Kasatkina // *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. – 2022. – № 15 (4). – С. 74–87. – DOI: 10.15838/esc.2022.4.82.5
- 14) Реутов, В.Е. Методика выявления социально-экономических диспропорций регионального развития / В.Е. Реутов, Д.А. Хомицкая // *Экономика: вчера, сегодня, завтра*. – 2017. – Т. 7. – № 2А. – С. 145–158.
- 15) Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан: официальный сайт. – URL: <https://stat.gov.kz/ru>
- 16) Акулич, В.В. Основы статистики: учеб.-метод. пособие / В.В. Акулич, Д.А. Лапченко. – Мн: БГЭУ, 2017. – 39 с.
- 17) Belgibayev, A.A. Tunc Medeni. Investing in rural development / A.A. Belgibayev, S.E. Yepanchintseva // *Problems of AgriMarket*. 2024. No. 4. P. 36–45.

СТРУКТУРНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РК: ПЕРЕХОД ОТ СЫРЬЕВОЙ ЗАВИСИМОСТИ К РОСТУ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО СЕКТОРА

Ж.З. Абитов, Ж.Р. Ашимова

Алматинский технологический университет

В статье исследуются процессы качественной трансформации промышленного комплекса республики Казахстан в современных макроэкономических условиях. Автор анализирует структурный сдвиг, характеризующийся снижением доминирования добывающего сектора и одновременным укреплением обрабатывающей промышленности. Особое внимание уделяется региональной специфике и выявлению новых центров индустриального роста, способных обеспечить экономическую устойчивость государства. В работе обосновывается роль цифровой архитектуры и интеллектуальных систем управления как фундаментальных факторов адаптации предприятий к волатильности внешних рынков. Сделан вывод о том, что текущая отраслевая асимметрия является катализатором перехода к инновационно-ориентированной модели развития.

Ключевые слова: промышленная политика, структурная трансформация, обрабатывающий сектор, диверсификация экономики, региональная резильентность, цифровая архитектура, индустриальный менеджмент

STRUCTURAL TRANSFORMATION OF THE INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: TRANSITION FROM RAW MATERIAL DEPENDENCE TO THE GROWTH OF THE MANUFACTURING SECTOR

Zh. Z. Abitov, Zh.R. Ashimova

Almaty Technological University

The article examines the processes of qualitative transformation within the industrial complex of the Republic of Kazakhstan under current macroeconomic conditions. The author analyzes a structural shift characterized by the diminishing dominance of the mining sector and the simultaneous strengthening of the manufacturing industry. Special emphasis is placed on regional specifics and the identification of new centers of industrial growth capable of ensuring the state's economic stability. The paper substantiates the role of digital architecture and intelligent management systems as fundamental factors in enterprises' adaptation to external market volatility. It is concluded that the current sectoral asymmetry serves as a catalyst for the transition toward an innovation-oriented development model.

Keywords: industrial policy, structural transformation, manufacturing sector, economic diversification, regional resilience, digital architecture, industrial management

Современный этап развития мировой экономики характеризуется высокой волатильностью энергетических рынков. Для Казахстана этот период стал временем серьезных испытаний и одновременно структурных возможностей. Традиционная модель роста, опирающаяся на экспорт первичных ресурсов, сталкивается с объективными пределами эффективности. На начало 2026 года мы фиксируем значительное сокращение объемов в добывающем секторе. Это ставит перед государством и корпоративным менеджментом стратегическую задачу по поиску новых драйверов устойчивости.

Центральное место в решении этой задачи занимает обрабатывающая промышленность. Именно здесь концентрируется потенциал создания высокой добавленной стоимости и технологического обновления. Текущие статистические данные подтверждают гипотезу о начале глубокой трансформации индустриального каркаса страны. Снижение показателей в добыче нефти и газа сопровождается компенсаторным ростом в производстве фармацевтики, продуктов питания и машиностроении.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью научного осмысления этих сдвигов. Важно понять, являются ли они временной адаптацией к рыночной конъюнктуре или устойчивым трендом на диверсификацию. Особую роль в этом процессе играет цифровая архитектура управления производством. Цифровизация перестает

быть просто инструментом автоматизации. Сегодня это фундамент для гибкого реагирования на внешние шоки и повышения региональной резильентности.

Целью работы является анализ отраслевой динамики промышленности Республики Казахстан на текущем этапе. Мы сфокусируемся на выявлении точек роста в несырьевых секторах и оценке влияния управленческих инноваций на индустриальное развитие. Исследование направлено на формирование комплексного видения того, как промышленность переходит от пассивного потребления ресурсов к активному технологическому строительству.

Теоретический базис исследования структурной трансформации промышленности опирается на понимание глубокой взаимосвязи между инвестиционными потоками и темпами экономического роста. В работах А.О. Syzdykova и G.Zh. Azretbergenova [16], а также Y.U. Uzun и Н. Кауа [17] подробно аргументируется роль прямых иностранных инвестиций как катализатора модернизации национальных экономик. Применительно к казахстанской специфике авторы подчеркивают, что без качественного притока капитала переход от сырьевой модели к высокотехнологичному производству остается труднодостижимым.

Проблема структурной деформации тесно сопряжена с вопросами региональной асимметрии. Н.Е. Бондаренко и Р.В. Губарев [3] исследуют неравенство пространственного развития, указывая, что концентрация ресурсов в определенных точках роста часто усиливает диспропорции. Эту мысль развивает Г.А. Абзалбек [1], фокусируясь на трудностях финансирования инвестиционных программ в условиях неравномерного развития регионов Казахстана. Автор доказывает, что сырьевая зависимость отдельных территорий ограничивает возможности их адаптации к росту обрабатывающего сектора.

Методологические подходы к оценке инвестиционного потенциала и выявлению социально-экономических диспропорций представлены в трудах Е.С. Губановой и О.С. Москвиной [6], а также В.Е. Реутова и Д.А. Хомицкой [9]. Данные авторы предлагают инструментарий, позволяющий диагностировать «узкие места» в управлении региональными системами, что критически важно для реализации государственных стратегий, таких как Концепция инвестиционной политики РК до 2026 года [8].

Вопросы инклюзивного развития и преодоления неравенства через государственное регулирование занимают центральное место в исследовании N.K. Nurlanova, F. Dnishev, A.A. Kireyeva и др. [14]. Авторы солидарны в том, что структурная трансформация невозможна без выравнивания условий для бизнеса в аграрных и промышленных зонах. В этом контексте работа A.A. Belgibayev и др. [11] акцентирует внимание на необходимости инвестиций в сельское развитие как фактора стабилизации общего экономического каркаса страны.

Математическое подтверждение данных гипотез находит отражение в эконометрических моделях Чимитдоржиевой Е.Ц. [10], которая устанавливает прямую зависимость между качеством экономического роста и степенью неравномерности развития территорий. Дополнительный международный контекст вносят работы Czudec A. и Zajac D. [13], анализирующие эффекты государственных инвестиций в сопредельных экономических системах, что позволяет провести сравнительный анализ эффективности принимаемых в Казахстане мер.

Таким образом, анализ литературы показывает, что переход от сырьевой зависимости к росту обрабатывающего сектора требует не только количественного накопления инвестиций, но и качественного изменения подходов к управлению пространственным развитием, опирающегося на данные официальной статистики [4] и современные методы регионального анализа [7, 12, 15].

В январе 2026 г. индекс промышленного производства (далее - ИПП) в Казахстане составил 93,4%.

Отмечается рост в обрабатывающей промышленности на 4,4%, снабжении электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом - на 8,2%, водоснабжении, водоотведении; сборе, обработке и удалении отходов, деятельности по

ликвидации – на 5,9%. Спад производства наблюдается в горнодобывающей промышленности – на 19,9%.

Среди регионов наибольший рост зафиксирован в Алматинской, Жамбылской, Жетісу, Туркестанской областях и городе Алматы.

В январе 2026 г. произведено промышленной продукции на сумму 4226,7 млрд тенге, из них в горнодобывающей отрасли - на 1563,5 млрд тенге (40% от общего объема), в обрабатывающей – на 2186,6 млрд тенге (51,7%) (табл. 1).

В обрабатывающей промышленности ИПП в январе 2026 года по сравнению с январем 2025 года составил 104,4% (рис. 1).

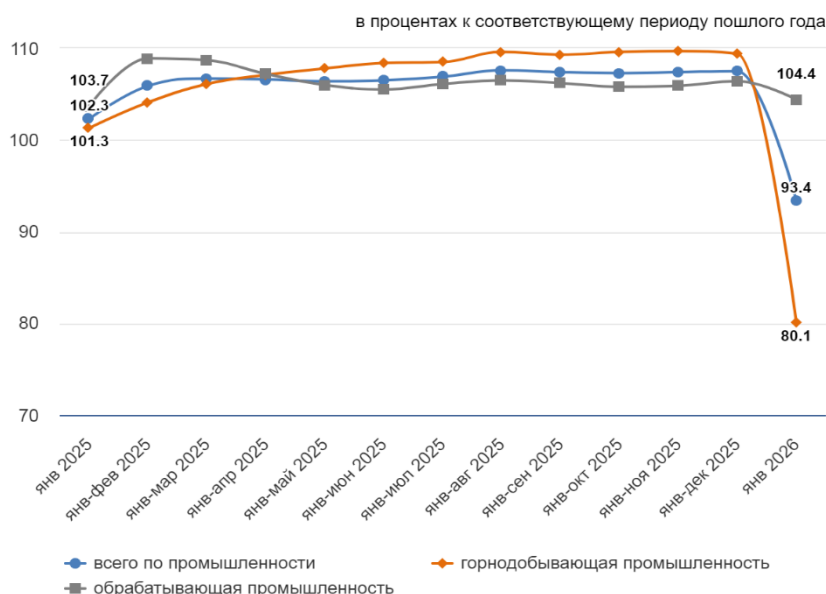


Рис. 1. Индексы промышленного производства по видам деятельности [4]

Рост отмечен в производстве продуктов питания – на 11,3%, напитков – 14,9%, табачных изделий – в 1,7 раза, основных фармацевтических продуктов и фармацевтических препаратов - на 41,7%, прочей неметаллической минеральной продукции – на 3,5%, готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования – на 12,2%, машиностроении - на 4,4%. Индекс промышленного производства показан на рис. 2.

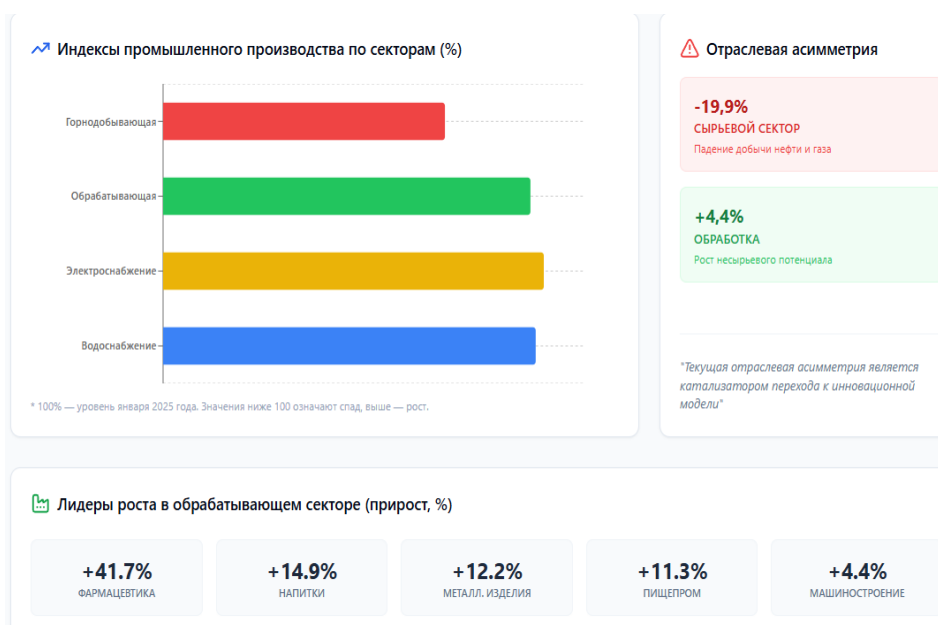


Рис. 2. Структурная трансформация промышленного производства [4]

В горнодобывающей промышленности и разработке карьеров в январе 2026 года ИПП составил 80,1%, что обусловлено спадом добычи сырой нефти (68,1%), природного газа (71,3%), прочих полезных ископаемых (88,8%) [4].

В снабжении электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом ИПП составил 108,2% за счет увеличения объемов по производству, передаче и распределению электроэнергии на 4,6%, производству и распределению газообразного топлива по трубопроводам – на 4,6%, снабжению паром, горячей водой и кондиционированным воздухом – на 23,3% [4].

В водоснабжении, водоотведении; сборе, обработке и удалении отходов, деятельности по ликвидации загрязнений ИПП в январе 2026 года составил 105,9%. Увеличились объемы по забору, обработке и распределению воды на 5,8%, сбору и обработке сточных вод – на 6,1%, сбору, обработке и удалению отходов; утилизации (восстановлению) материалов – на 6% (табл. 1).

Таблица 1. Индексы промышленного производства по видам деятельности [4]

Январь-декабрь 2025г. к 2024г.		Январь 2026г. к	
		декабрю 2025г.	январю 2025г.
Промышленность	107,5	78,5	93,4
Горнодобывающая промышленность и разработка карьеров	109,4	73,5	80,1
Обрабатывающая промышленность	106,4	79,3	104,4
Снабжение электроэнергией, газом, паром, горячей водой и кондиционированным воздухом	102,1	107,3	108,2
Водоснабжение; водоотведение; сбор, обработка и удаление отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	93,5	101,7	105,9

Увеличение объемов производства зафиксировано в 14 регионах республики, снижение наблюдается в области Акмолинской, Актюбинской, Атырауской, Западно-Казахстанской, Кызылординской и Восточно-Казахстанской областях [4].

Текущее состояние промышленного комплекса Казахстана в начале 2026 года характеризуется глубокой структурной асимметрией. Общий индекс промышленного производства на уровне 93,4% скрывает под собой фундаментальный разворот векторов развития. Мы наблюдаем классическую ситуацию «созидательного разрушения», где спад в сырьевом ядре сопровождается экспансией технологичных отраслей.

Горнодобывающий сектор демонстрирует существенную рецессию с падением на 19,9%. Снижение добычи нефти на 31,9% и газа на 28,7% свидетельствует о достижении предела экспортно-сырьевой модели в текущих макроэкономических условиях. Данная негативная динамика выступает катализатором для перетока капитала в обрабатывающее производство [4].

Обрабатывающая промышленность выступает стабилизирующим фактором с ростом 4,4%. Особого внимания заслуживает фармацевтический сектор, показавший прирост на 41,7%, и машиностроение с динамикой 4,4%. Эти отрасли формируют новый каркас индустриальной устойчивости, менее зависимый от конъюнктуры мировых цен на энергоносители [4].

Этот анализ подтверждает, что промышленность находится в точке бифуркации. Традиционные секторы теряют доминирование, уступая место высокотехнологичным нишам. Менеджменту необходимо сфокусироваться на поддержке «точек роста» в Алматы и Туркестанской области для компенсации спада на Западе страны.

Для глубокого понимания макроокружения промышленного сектора представим PEST-анализ (табл. 2). В контексте конференции по цифровизации этот инструмент позволяет оценить готовность экономики к технологическому переходу на фоне текущего спада в добыче сырья.

Таблица 2. PEST-анализ промышленного сектора Казахстана

Категория факторов	Ключевые показатели и тренды
Р (Политические)	Государственный курс на форсированную индустриализацию и импортозамещение. Налоговое стимулирование высокотехнологичных производств (фармацевтика, машиностроение). Поддержка межрегиональной кооперации для выравнивания дисбаланса между «сырьевым» западом и «промышленным» югом.
Е (Экономические)	Снижение общего ИПП до 93,4% из-за сокращения добычи нефти (-31,9%) и газа (-28,7%). Рост в обрабатывающем секторе (+4,4%) как признак адаптации к низким ценам на сырье. Инфляционное давление и волатильность курса национальной валюты, влияющие на стоимость импортных комплектующих.
S (Социальные)	Концентрация производства в регионах с высоким качеством человеческого капитала (Алматы, южные области). Растущий спрос населения на отечественные продукты питания (+11,3%) и медикаменты (+41,7%). Необходимость переобучения кадров для работы в автоматизированных секторах промышленности.
Т (Технологические)	Масштабное внедрение цифровых решений в энергетике (+8,2%) и водоснабжении (+5,9%) для снижения потерь. Рост машиностроения (+4,4%) как база для модернизации производственных линий. Акцент на создание «цифровой архитектуры» новой промышленности в рамках международной кооперации.

География промышленного роста смещается в сторону регионов с высокой концентрацией человеческого капитала и развитой инфраструктурой. Лидерство Алматы и южных областей страны подтверждает гипотезу о формировании новых индустриальных хабов. В этих регионах рост обеспечивается не извлечением недр, а глубиной переработки продукции.

В противовес этому, традиционные добывающие регионы, такие как Атырауская и Кызылординская области, сталкиваются с риском деиндустриализации. Для менеджмента этих территорий критически важным становится внедрение цифровых технологий для оптимизации издержек в условиях падения объемов добычи.

Высокие темпы в энергетическом секторе (+8,2%) и водоснабжении (+5,9%) напрямую коррелируют с процессами цифровизации систем распределения ресурсов. Интеллектуальное управление сетями позволяет минимизировать потери и поддерживать рентабельность инфраструктуры. Это подтверждает значимость цифровой трансформации как инструмента управления промышленными рисками в переходный период.

Для глубокого понимания стратегического положения промышленности Казахстана на начало 2026 года, представим SWOT-анализ. Этот инструмент позволяет четко разграничить внутренние компетенции и внешние вызовы в условиях структурного перехода (табл. 3).

Экономические риски в добыче сырья создают «окно возможностей» для технологического рывка в обработке. Ключевым фактором выживания промышленных предприятий становится их гибкость и уровень интеграции цифровых инструментов.

Проведенный анализ промышленного производства Республики Казахстан на начало 2026 года позволяет сделать выводы о глубокой структурной трансформации национальной экономики. Несмотря на общее снижение индекса промышленного производства до 93,4%, вызванное стагнацией в добывающем секторе, обрабатывающая промышленность демонстрирует устойчивость и потенциал к росту.

Таблица 3. SWOT-анализ промышленного комплекса РК (январь 2026)

Сильные стороны (Strengths)	Слабые стороны (Weaknesses)
Динамичный рост обрабатывающего сектора на 4,4%.	Глубокая депрессия в нефтегазовом секторе (спад на 19,9%).
Высокая адаптивность фармацевтики (+41,7%) и пищевого сектора.	Высокая чувствительность ВВП к волатильности добычи сырья.
Устойчивый рост энергетической инфраструктуры (+8,2%).	Технологическое отставание в «старых» промышленных регионах.
Наличие 14 регионов с растущей промышленной активностью.	Критическая зависимость от импорта в сложных узлах машиностроения.
Возможности (Opportunities)	Угрозы (Threats)
Ускоренная цифровая трансформация через ИИ и автоматизацию.	Затяжной период низких объемов добычи полезных ископаемых.
Масштабирование опыта южных регионов на всю республику.	Усиление регионального дисбаланса и социальной напряженности.
Локализация производств в рамках импортозамещения.	Отток инвестиций из традиционных добывающих отраслей.
Интеграция в глобальные цепочки стоимости через обработку.	Риск потери квалифицированных кадров в депрессивных зонах.

Основные выводы исследования:

Преодоление сырьевой зависимости. Спад в горнодобывающей отрасли на 19,9% подтверждает необходимость ускоренного перехода к экономике с высокой добавленной стоимостью. Текущая ситуация выступает вынужденным, но необходимым стимулом для диверсификации промышленного портфеля.

Драйверы технологического роста. Обрабатывающий сектор (+4,4%), возглавляемый фармацевтикой (+41,7%) и машиностроением (+4,4%), формирует новый «технологический каркас» страны. Эти отрасли являются наиболее перспективными для внедрения цифровых решений и ИИ-технологий.

Региональный сдвиг. Промышленный рост в 14 регионах и лидерство Алматы указывают на децентрализацию производства и развитие новых промышленных центров. Успех этих регионов напрямую связан с эффективным менеджментом и концентрацией инновационных производств.

Роль цифровизации. Положительная динамика в энергетике (+8,2%) и водоснабжении (+5,9%) доказывает эффективность внедрения цифровых систем управления ресурсами. Цифровая архитектура становится обязательным условием выживания промышленных предприятий в условиях волатильности внешних рынков.

Для сохранения положительной динамики необходимо сфокусировать государственную политику и корпоративный менеджмент на поддержке обрабатывающих производств в депрессивных регионах. Ключевым приоритетом должно стать масштабирование цифровых инструментов управления производственными циклами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Абзалбек, Г.А. Проблемы финансирования инвестиционных программ в условиях неравномерности развития регионов Казахстана // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2021. – Т. 15. – № 1. – С. 7–14.
- 2) Акулич, В.В. Основы статистики: учеб.-метод. пособие / В.В. Акулич, Д.А. Лапченко. – Минск: БГЭУ, 2017. – 39 с.
- 3) Бондаренко, Н.Е. Проблема регионального неравенства в социально-экономическом развитии Российской Федерации / Н.Е. Бондаренко, Р.В. Губарев // Вестник РЭУ им. Г.В. Плеханова. – 2020. – Т. 17, № 5 (113). – С. 56–68.
- 4) Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан: официальный сайт. – URL: <https://stat.gov.kz/ru>

- 5) Волкова А.Г. Проблемные аспекты управлению неравномерностью социально-экономического развития региона и пути их преодоления // Региональные системы: экономика, управление. – 2019. – № 4(47). – С. 10–14.
- 6) Губанова, Е.С. Методические основы оценки инвестиционного потенциала муниципальных образований / Е.С. Губанова, О.С. Москвина // Проблемы развития территории. – 2020. – № 1(105). – С. 37–51.
- 7) Коломенский, Г.А. Анализ и оценка неравномерности развития регионов (на примере Северо-Западного Федерального округа) / Г.А. Коломенский, Л.А. Селиванова, Н.В. Васильева // Журнал правовых и экономических исследований. – 2019. – № 4. – С. 196–202.
- 8) Об утверждении Концепции инвестиционной политики Республики Казахстан до 2026 года: Постановление Правительства Республики Казахстан от 15 июля 2022 года № 482. – 2022. – URL: <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2200000482>
- 9) Реутов, В.Е. Методика выявления социально-экономических диспропорций регионального развития / В.Е. Реутов, Д.А. Хомицкая // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2017. – Т. 7. – № 2А. – С. 145–158.
- 10) Чимитдоржиева, Е.Ц. Эконометрическое моделирование взаимосвязи между показателями экономического роста и неравномерности экономического развития // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2021. – № 4. – С. 100–106.
- 11) Belgibayev, A.A. Tunc Medeni. Investing in rural development / A.A. Belgibayev, S.E. Yepanchintseva // Problems of AgriMarket. 2024. No. 4. P. 36–45.
- 12) Chikhladze, N. Regional Economic Development Divergence Research in Georgia by PCA Method / N. Chikhladze, G. Ugulava // Economic Alternatives. – 2022. – iss. 1. – P. 35–51.
- 13) Czudec, A. Economic Effects of public Investment Activity in Rural Municipalities of Eastern Poland / A. Czudec, D. Zajac // Ekonomika regiona. – 2021. – No. 17 (2). P. 644–657. – URL: <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-21>
- 14) Inclusive Development as Means of Overcoming Regional Inequality / N.K. Nurlanova, F. Dnishev, A.A. Kireyeva, F. Alzhanova, A. Omarov // E3S Web of Conferences. 2021.
- 15) Shatalova, O.M. Socio-economic inequality of regions in the Russian Federation: Measurement issues and long-term evaluation / O.M. Shatalova, E.V. Kasatkina // Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast. – 2022. – № 15 (4). – С. 74–87. – DOI: 10.15838/esc.2022.4.82.5.
- 16) Syzdykova, A.O. Analysis of the relationship between foreign direct investment and economic growth in Kazakhstan / A.O. Syzdykova, G.Zh. Azretbergenova // The Journal of Economic Research & Business Administration. – 2021.No. – 2(136). – P. 72–84.
- 17) Uzun, Y.U. The causal relationship between foreign direct investments, trade openness and economic growth in Turkey / Y.U. Uzun, H. Kaya // The Journal of Economic Research & Business Administration. – 2023. – No. 4 (146). – P. 77–88.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И ИНВЕСТИЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАЗАХСТАНА: РЕГИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ж.З. Абитов, Ж.Р. Ашимова

Алматинский технологический университет

В статье исследуются особенности инвестиционного развития сельских территорий Республики Казахстан в условиях цифровой трансформации агропромышленного комплекса. На основе анализа статистических данных за 2020–2024 гг. выявлены структурные изменения в распределении инвестиций в основной капитал сельского хозяйства по регионам страны. Установлено смещение инвестиционного лидерства от традиционных северных зерносеющих областей к южным регионам, прежде всего к Туркестанской области, что отражает формирование нового центра инвестиционного притяжения. Определена высокая степень региональной асимметрии инвестиционных потоков и выделены территории с низкой инвестиционной активностью. Обоснована необходимость дифференцированной региональной политики, направленной на развитие цифровой инфраструктуры, оптимизацию инвестиционных процессов и снижение межрегиональных социально-экономических диспропорций.

Ключевые слова: цифровая трансформация, инвестиции в агропромышленный комплекс, региональная асимметрия инвестиций, цифровизация сельского хозяйства, устойчивое региональное развитие, государственная поддержка

DIGITAL TRANSFORMATION AND INVESTMENT DEVELOPMENT OF RURAL AREAS IN KAZAKHSTAN: A REGIONAL ANALYSIS AND FUTURE PROSPECTS

Zh. Z.Abitov, Zh.R. Ashimova

Almaty Technological University

The article examines the features of investment development of rural areas in the Republic of Kazakhstan in the context of the digital transformation of the agro-industrial complex. Based on the analysis of statistical data for 2020–2024, structural changes in the regional distribution of investments in fixed capital of agriculture were identified. A shift in investment leadership from the traditional northern grain-producing regions to the southern regions, primarily the Turkestan region, was established, reflecting the formation of a new center of investment attraction. A high degree of regional asymmetry in investment flows was identified, and territories with low investment activity were determined. The necessity of a differentiated regional policy aimed at developing digital infrastructure, optimizing investment processes, and reducing interregional socio-economic disparities is substantiated.

Keywords: digital transformation, investments in the agro-industrial complex, regional investment asymmetry, digitalization of agriculture, sustainable regional development, state support

В условиях глобальной цифровизации и ускоренного технологического развития особое значение приобретает модернизация агропромышленного комплекса и повышение эффективности инвестиционных процессов в сельском хозяйстве. Цифровая трансформация выступает ключевым фактором устойчивого социально-экономического развития, повышая производительность, оптимизируя использование ресурсов и формируя новые модели управления аграрным производством. Для сельских территорий внедрение цифровых технологий особенно важно, так как оно позволяет преодолевать инфраструктурные ограничения, повышать инвестиционную привлекательность и снижать социально-экономические диспропорции между городскими и сельскими регионами.

В Республике Казахстан развитие сельских территорий является приоритетом государственной политики. Они играют ключевую роль в продовольственной безопасности, аграрном производстве и сохранении трудового потенциала. Государственные программы модернизации АПК направлены на стимулирование инвестиционной активности и развитие цифровой инфраструктуры, что отражено, в частности, в «Концепции развития сельских территорий Республики Казахстан на 2023–2027 годы».

В научной литературе рассматриваются вопросы инвестиционной привлекательности регионов, инфраструктуры сельского хозяйства и факторов устойчивого развития. Значительное внимание уделяется цифровизации сельского хозяйства, точному земледелию и автоматизации производственных процессов. Однако влияние цифровой трансформации на эффективность инвестиций в региональном разрезе Казахстана изучено недостаточно: исследования либо анализируют инвестиции, либо технологическую модернизацию, но комплексная оценка их взаимосвязи ограничена.

Цель исследования – анализ влияния цифровой трансформации на инвестиционное развитие сельских территорий с учетом региональных особенностей распределения инвестиций. Для её достижения рассматриваются динамика инвестиций, региональная структура инвестиционных потоков, инвестиционные диспропорции и роль цифровизации в повышении эффективности инвестиционных процессов.

Гипотеза: внедрение цифровых технологий повышает эффективность инвестиционных вложений и способствует более сбалансированному региональному развитию.

Научная новизна исследования заключается в комплексном анализе взаимосвязи цифровизации и инвестиционного развития на региональном уровне, выявлении структурных изменений в распределении инвестиционных потоков и обосновании роли цифровых технологий в сокращении межрегиональных диспропорций.

Современные исследования подчеркивают значимость инвестиционного развития сельских территорий и цифровой трансформации агропромышленного комплекса для устойчивого социально-экономического развития. Факторы, определяющие прямые иностранные инвестиции в странах Евразийского экономического союза, и влияние интеграционных процессов на инвестиционную привлекательность регионов анализируются Ахметзаки, Е.Ж., Мухамедиев, Б.М. [1]. Анализ статистических данных по агропромышленному комплексу Евразийского экономического союза позволяет оценить текущие тенденции и выявить ключевые драйверы развития аграрного сектора (Агропромышленный комплекс [2]). Драйверы развития сельских территорий на примере Омской области рассмотрены Ибрагимхалиловой, Т.В., Овчиниковой, К.О. [3].

Устойчивое развитие сельских территорий и оценка инвестиционной привлекательности регионов исследованы Калдияровым, Д., Казеновой, А., Дырккой, С., Бискупски, Р., Бедельбаевой, А. [4], а состояние и перспективы сельских территорий Беларуси – Киреенко, Н.В. [5]. Инвестирование в развитие сельских территорий как фактор сохранения кадрового потенциала села изучено Коваленко, Е.Г., Крапчиной, Л.Н., Князькиной, А.А. [6], а стратегии сельского развития регионов – Лаженцевым, В.Н., Ивановым, В.А. [7]. Роль инвестиций как стимулирующего фактора развития агропромышленного комплекса Казахстана показана Смагуловой, Ш.А. [8].

Вопросы инфраструктурного развития сельского хозяйства, повышающие инвестиционную привлекательность, исследованы Стукачем, В.Ф., Сапаровой, Г.К., Султановой, Г.Т., Сагиновой, С.А. [9], а социально-экономические аспекты устойчивого развития сельских территорий Беларуси – Сычёвой, Н.В. [10]. Частные социальные инвестиции для развития сельских районов рассматриваются Дыбой, М., Джернего, Иу. [11], совершенствование региональной инвестиционной политики – Есиной, Ю.Л., Степаненковой, Н.М. [12]. Государственные документы, такие как Концепция развития сельских территорий Республики Казахстан на 2023–2027 годы [14] и Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года [13], подчеркивают стратегическое значение модернизации сельских территорий. Актуальные статистические данные предоставлены на официальном сайте Бюро национальной статистики [15]. Агрокородки и их развитие проанализированы Фоменковой, С.Ф. [16].

Таким образом, существующие исследования демонстрируют важность комплексного подхода к развитию сельских территорий, учитывающего как инвестиционную активность, так и цифровую трансформацию аграрного сектора, что служит основой для повышения эффективности использования ресурсов и сокращения межрегиональных диспропорций.

Анализ динамики и региональной структуры инвестиций в основной капитал агропромышленного комплекса (АПК) Республики Казахстан за период 2020–2024 гг. позволил выявить следующие закономерности:

1.Радикальная трансформация лидерства в привлечении капитала. Ключевым результатом 2024 года стал беспрецедентный рост удельного веса Туркестанской области, доля которой в республиканском объеме инвестиций достигла 21,4%. Для сравнения: в 2020 году данный показатель составлял 9,9%, а в 2022 – 8,6%. Таким образом, область продемонстрировала более чем двукратный рост (на +12,8% к уровню 2022 г.), став абсолютным инвестиционным лидером страны [15].

2. Стагнация и снижение доли традиционных аграрных регионов. На фоне роста южного региона наблюдается устойчивое снижение инвестиционной активности в северных областях:

Северо-Казахстанская область продемонстрировала отрицательную динамику: ее удельный вес сократился с 21,6% в 2020 году до 16,4% в 2024 году (падение на 5,2 п.п.) [15].

Павлодарская область, достигнув пика в 2022 году (16,1%), к 2024 году сократила свое присутствие в структуре до 11,5% [15].

Акмолинская и Костанайская области также показывают умеренное снижение до уровня 9,7% и 9,8% соответственно [15].

3.Инвестиционная динамика новых административных образований. Статистические данные по вновь созданным областям (с 2022 г.) фиксируют волатильность процессов:

Область Абай после резкого скачка в 2023 году (7,7%) в 2024 году скорректировалась до 4,8% [15].

Области Жетысу и Улытау сохраняют низкую инвестиционную емкость с показателями 2,4% и 0,3% соответственно, что свидетельствует о сохраняющемся инфраструктурном разрыве [15] (рис. 1).

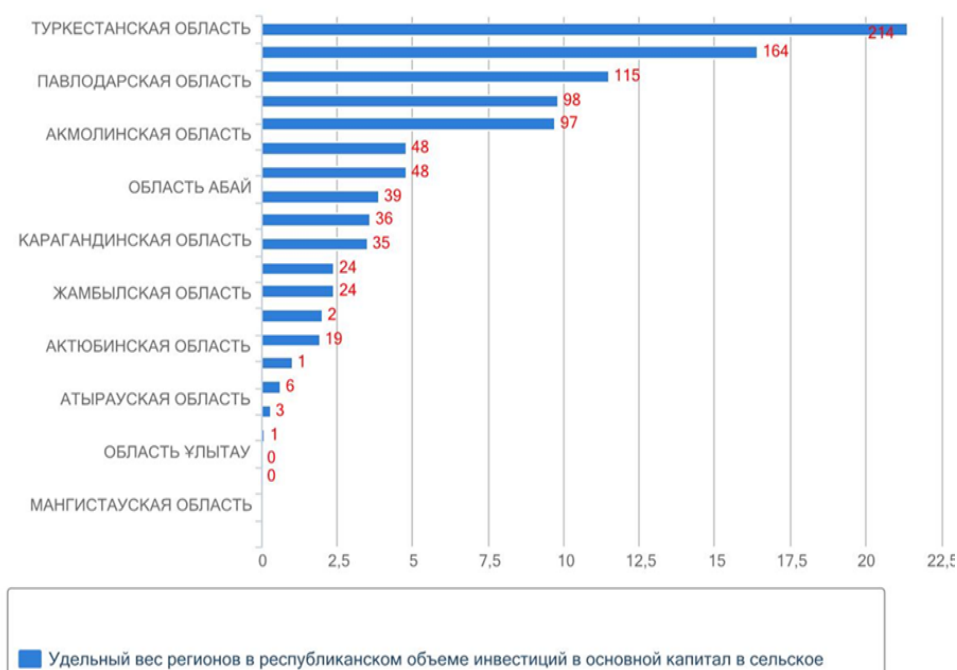


Рис. 1. Удельный вес регионов в республиканском объеме инвестиций в основной капитал в сельское хозяйство [15]

4. Сохранение зон глубокой депрессии. Инвестиционный ландшафт остается крайне поляризованным. Мангистауская область (0,0%), города республиканского значения (Астана – 0,0%, Алматы – 0,1%) и Атырауская область (1,0%) практически исключены из процессов капиталоемкого развития аграрного сектора.

Таким образом, к 2024 году произошел существенный географический сдвиг инвестиционных потоков: от концентрации в северном зерновом поясе к форсированному

наращиванию капитала в Туркестанском регионе. Выявленная региональная асимметрия указывает на необходимость диверсификации мер государственной поддержки цифровой трансформации АПК, учитывая специфику как быстрорастущих, так и депрессивных в инвестиционном плане территорий в период 2024–2025 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Удельный вес регионов в республиканском объеме инвестиций в основной капитал в сельское хозяйство [15]

Регион	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год
Республика Казахстан	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Акмолинская область	11,3	13,2	11,7	8,8	9,7
Актюбинская область	4,0	2,5	1,9	3,5	2,0
Алматинская область	9,5	7,5	5,7	6,6	3,9
Атырауская область	0,6	0,3	0,3	0,8	1,0
Жамбылская область	4,6	3,9	3,4	4,2	2,4
Карагандинская область	4,5	4,2	3,2	2,7	3,6
Костанайская область	9,7	10,2	10,9	11,0	9,8
Кызылординская область	2,5	1,1	1,2	1,1	1,9
Мангистауская область	0,4	0,0	0,1	0,0	0,0
Павлодарская область	9,6	13,4	16,1	14,5	11,5
г. Астана					0,0
г. Алматы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
г. Шымкент	0,8	1,3	0,9	0,7	0,6
Туркестанская область	9,9	7,9	8,6	10,4	21,4
Область Жетысу			1,7	1,4	2,4
Область Улытау			0,2	0,2	0,3
Область Абай			4,6	7,7	4,8

Анализ региональной структуры инвестиций позволяет выявить значительную дифференциацию инвестиционной активности между областями Республики Казахстан. На протяжении исследуемого периода ведущие позиции в привлечении инвестиций занимали традиционные аграрные регионы северной части страны.

Так, Северо-Казахстанская область в 2020 году обеспечивала 21,6% республиканского объема инвестиций в сельское хозяйство. Павлодарская область и Акмолинская область также характеризовались высокими показателями инвестиционной активности, формируя значительную долю инвестиций в агропромышленный сектор.

Однако в последующие годы наблюдается постепенное изменение региональной структуры инвестиций. К 2024 году лидирующие позиции в инвестиционном распределении начинают занимать южные регионы страны, что свидетельствует о структурных сдвигах в развитии сельского хозяйства и перераспределении инвестиционных потоков.

Наиболее заметным результатом исследования является изменение регионального лидерства в привлечении инвестиций в аграрный сектор. В 2024 году Туркестанская область демонстрирует значительный рост инвестиционной активности, увеличив свою долю в республиканском объеме инвестиций до 21,4%.

Для сравнения, в 2020 году данный показатель составлял 9,9%, а в 2022 году – 8,6%. Таким образом, за рассматриваемый период доля региона увеличилась более чем в два раза, что свидетельствует о формировании нового центра инвестиционного притяжения в аграрном секторе Казахстана.

Одновременно наблюдается снижение инвестиционной активности в традиционных зерносеющих регионах северной части страны. В частности, доля Северо-Казахстанской области сократилась с 21,6% в 2020 году до 16,4% в 2024 году. Аналогичная тенденция

прослеживается и в Павлодарской области, где после достижения максимального значения в 2022 году (16,1%) доля инвестиций снизилась до 11,5% в 2024 году (табл. 2 и 3).

Таблица 2. SWOT-анализ инвестиционного развития сельских территорий Казахстана

Категория	Содержание
Сильные стороны (Strengths)	- Высокая доля инвестиций в развитые аграрные регионы: Северо-Казахстанская область (16,4–21,6 %) и Павлодарская область (11,5–16,1 %) [15]. - Стабильный вклад Костанайской и Акмолинской областей в общий республиканский объем инвестиций [15].
Слабые стороны (Weaknesses)	- Низкая инвестиционная активность в южных и прибрежных регионах: Мангистауская область (0,0–0,4 %), Кызылординская (1,1–2,5 %) [15]. - Колебания доли инвестиций в некоторых областях (например, Алматинская область: 9,5 % → 3,9 %) [15].
Возможности (Opportunities)	- Увеличение инвестиций в Туркестанскую область (9,9 % → 21,4 %) [15]. - Цифровизация сельского хозяйства и внедрение современных агротехнологий для повышения эффективности инвестиций.
Угрозы (Threats)	- Региональные диспропорции могут усилить социально-экономическое неравенство. - Снижение инвестиций в ключевых областях (Северо-Казахстанская: 21,6 % → 16,4 %) может повлиять на производственную мощность страны.

Таблица 3. PEST-анализ факторов влияния на инвестиции в сельское хозяйство

Фактор	Содержание
Политические (Political)	- Государственные программы поддержки сельских территорий напрямую влияют на распределение инвестиций [14]. - Постановление о Концепции развития сельских территорий Казахстана на 2023–2027 годы стимулирует инвестиции в приоритетные области.
Экономические (Economic)	- Инвестиции сосредоточены в северных и центральных регионах, что отражает экономическую отдачу [14]. - Колебания долей инвестиций указывают на необходимость более равномерного распределения.
Социальные (Social)	- Развитие сельских территорий через инвестиции способствует сохранению трудового потенциала и снижению миграции. - Недостаток инвестиций в южных регионах замедляет социально-экономическое развитие.
Технологические (Technological)	- Внедрение цифровых технологий, автоматизации и точного земледелия повышает эффективность использования инвестиций [14]. - Модернизация особенно важна для регионов с низкой долей инвестиций для привлечения новых вложений.

Проведенный анализ показывает, что инвестиционное развитие аграрного сектора Казахстана характеризуется высокой степенью региональной асимметрии. Разрыв между регионами по уровню инвестиционной активности остается значительным.

Наиболее низкие показатели инвестиций фиксируются в Мангистауской области, где на протяжении анализируемого периода доля инвестиций остается близкой к нулевым значениям. Низкий уровень инвестиционной активности также наблюдается в Атырауской области, где показатель в 2024 году составил лишь 1,0%.

Кроме того, статистические данные демонстрируют ограниченное участие городов республиканского значения (Астана и Алматы) в инвестициях в сельское хозяйство, что объясняется их экономической специализацией и высокой долей несельскохозяйственных видов деятельности (табл. 4).

**Таблица 4. Риски инвестиционного развития сельских территорий Казахстана
и меры их снижения**

Тип риска	Риск	Мера по снижению
Внутренние	Низкая инвестиционная активность в южных и прибрежных регионах (Мангистауская, Кызылординская) [15]	Разработка целевых программ стимулирования инвестиций, предоставление налоговых льгот и субсидий для аграрного сектора этих областей.
	Колебания доли инвестиций в отдельных областях (например, Алматинская область 9,5 % → 3,9 %) [15]	Введение механизмов долгосрочного планирования и закрепления обязательств инвесторов через государственные контракты.
	Недостаток цифровой инфраструктуры в сельских территориях	Внедрение цифровых платформ, автоматизация учета и технологий точного земледелия для повышения прозрачности и эффективности вложений.
Внешние	Региональные диспропорции в распределении инвестиций, вызывающие социально-экономическое неравенство [15]	Государственное регулирование распределения инвестиций с учетом социально-экономических показателей регионов.
	Снижение инвестиций в ключевых аграрных областях (Северо-Казахстанская: 21,6 % → 16,4 %) [15]	Привлечение частного капитала через государственно-частные партнерства и целевые инвестиционные фонды.
	Макроэкономические и политические факторы (изменение ставок, санкции, инфляция)	Мониторинг рисков, диверсификация источников финансирования, создание страховых инструментов для инвесторов.
	Природные и климатические риски (засухи, паводки, эрозия почв)	Внедрение устойчивых агротехнологий, систем мелиорации и страхование сельскохозяйственных рисков.

Таким образом, выявленная инвестиционная дифференциация свидетельствует о необходимости реализации дифференцированной региональной политики, направленной на стимулирование инвестиционной активности и развитие цифровой инфраструктуры сельских территорий.

Современные тенденции развития агропромышленного комплекса демонстрируют, что цифровая трансформация становится одним из ключевых факторов повышения эффективности инвестиционных процессов в сельском хозяйстве. В условиях ограниченности финансовых ресурсов и значительной территориальной дифференциации регионов Казахстана внедрение цифровых технологий позволяет существенно повысить отдачу от инвестиций в основной капитал.

Цифровизация аграрного сектора предполагает внедрение широкого спектра технологических решений, включая системы точного земледелия, геоинформационные технологии, дистанционный мониторинг сельскохозяйственных угодий, использование беспилотных летательных аппаратов, а также цифровые платформы управления аграрным производством. Данные инструменты позволяют оптимизировать использование земельных и водных ресурсов, снизить производственные издержки и повысить производительность сельскохозяйственного труда.

Особое значение цифровые технологии приобретают в контексте регионального развития сельских территорий. В регионах с ограниченными инвестиционными возможностями цифровые решения могут выступать альтернативой масштабным капитальным вложениям, обеспечивая более эффективное использование уже существующих производственных ресурсов. Например, внедрение систем дистанционного мониторинга посевов и автоматизированного управления агротехнологическими процессами позволяет существенно сократить затраты на производственные операции и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Для Республики Казахстан развитие цифрового сельского хозяйства является важным направлением государственной аграрной политики. Реализация программ цифровизации экономики, включая развитие концепции «умного сельского хозяйства», направлена на модернизацию агропромышленного комплекса, повышение его конкурентоспособности и формирование устойчивых моделей развития сельских территорий. Таким образом, цифровая трансформация выступает не только инструментом технологической модернизации аграрного сектора, но и важным механизмом повышения эффективности инвестиционных процессов. Интеграция цифровых технологий в систему управления сельскохозяйственным производством способствует более рациональному распределению инвестиционных ресурсов и формированию устойчивой модели развития сельских территорий Казахстана.

Полученные результаты исследования позволяют выявить ряд существенных особенностей инвестиционного развития сельских территорий Республики Казахстан и определить роль цифровой трансформации в повышении эффективности аграрного сектора.

Во-первых, проведенный анализ показал значительную трансформацию пространственной структуры инвестиций в агропромышленный комплекс страны. Если в начале рассматриваемого периода ключевыми центрами инвестиционной активности выступали северные зерносеющие регионы, то к 2024 году наблюдается усиление инвестиционной роли южных областей, прежде всего Туркестанской области. Данный процесс может быть связан с реализацией государственных программ развития орошаемого земледелия, расширением инфраструктуры переработки сельскохозяйственной продукции и ростом инвестиционной привлекательности южных регионов.

Во-вторых, результаты исследования подтверждают наличие выраженной региональной дифференциации инвестиционной активности. Разрыв между регионами по уровню инвестиций остается значительным, что свидетельствует о сохраняющейся асимметрии экономического развития сельских территорий. Подобные тенденции отмечаются и в исследованиях ряда ученых, подчеркивающих влияние инфраструктурных и институциональных факторов на инвестиционную привлекательность сельских регионов.

В-третьих, выявленные структурные изменения в распределении инвестиционных потоков подчеркивают необходимость перехода к более дифференцированной региональной политике развития сельского хозяйства. Для регионов с высоким уровнем инвестиционной активности важным направлением становится повышение эффективности использования инвестиционных ресурсов, тогда как для регионов с низким уровнем капиталовложений требуется создание дополнительных стимулов для привлечения инвестиций.

В этом контексте особую роль начинает играть цифровая трансформация аграрного сектора. Внедрение цифровых технологий позволяет повысить эффективность управления сельскохозяйственным производством, улучшить систему мониторинга аграрных процессов и снизить производственные издержки. Кроме того, развитие цифровой инфраструктуры способствует формированию новых экономических возможностей для сельских территорий, включая создание цифровых сервисов, развитие аграрных платформ и повышение прозрачности инвестиционных процессов. Сравнение полученных результатов с международным опытом показывает, что интеграция цифровых технологий в сельское хозяйство является одним из ключевых факторов устойчивого развития аграрных территорий. В ряде стран цифровизация сельского хозяйства уже стала важным инструментом повышения производительности и инвестиционной привлекательности аграрного сектора. В условиях модернизации экономики Казахстана интеграция цифровых технологий в агропромышленный комплекс становится важным направлением государственной политики и одним из ключевых факторов устойчивого развития сельских регионов.

Анализ инвестиций в АПК Казахстана за 2020–2024 гг. выявил сдвиг регионального лидерства от северных зерносеющих областей к южным регионам, особенно Туркестанской области, что отражает формирование нового инвестиционного центра.

Сохраняется высокая инвестиционная асимметрия между регионами, при этом зоны низкой активности (Мангистауская, Атырауская области, города республиканского значения) требуют целевых мер поддержки.

Научная новизна исследования заключается в комплексной оценке взаимосвязи цифровизации и регионального инвестиционного развития сельских территорий Казахстана, выявлении структурных изменений и роли цифровых технологий в снижении межрегиональных диспропорций.

Практическая значимость: результаты обосновывают необходимость дифференцированной региональной политики, стимулирующей цифровизацию и рациональное распределение инвестиций для устойчивого развития сельских территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Ахметзаки, Е.Ж. Факторы, определяющие ПИИ в странах Евразийского экономического союза, и влияние Евразийской экономической интеграции на приток ПИИ / Е.Ж. Ахметзаки, Б.М. Мухамедиев // Экономика региона. – 2017. – №13 (3). – С.959-970.
- 2) Агропромышленный комплекс. Статистика Евразийского экономического союза; Евразийская экономическая комиссия. – М., 2023. – 137 с.
- 3) Ибрагимхалилова, Т.В. Драйверы развития сельских территорий на примере Омской области / Т.В. Ибрагимхалилова, К.О. Овчиникова // Бизнес. Образование. Право. – 2023. – № 4(65). С. 488–495.
- 4) Устойчивое развитие сельских территорий. Оценка инвестиционной привлекательности региона / Д. Калдияров, А. Казенова, С. Дырка, Р. Бискупски, А. Бедельбаева // Журнал экологического менеджмента и туризма. – 2021. – № 12(1). – С.56-63.
- 5) Киреенко, Н.В. Развитие сельских территорий Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы. – Минск: Белорусский государственный аграрный технический университет, 2022. – 260 с.
- 6) Коваленко, Е.Г., Крапчина, Л.Н., Князькина, А.А. Инвестирование в развитие сельских территорий региона как основной фактор сохранения кадрового потенциала села (на материалах Пензенской области) / Е.Г. Коваленко, Л.Н. Крапчина, А.А. Князькина // Экономика труда. – 2020. – Том 7. – № 3. – С. 289-306.
- 7) Лаженцев, В.Н. Стратегия сельского развития северного региона / В.Н. Лаженцев, В.А. Иванов // Экономика региона. – 2020. – Т. 1, Вып. 3. – С. 696-711.
- 8) Смагулова, Ш.А. Инвестициялар Қазақстанның АӨК-ін дамытудың ынталандырушы факторы ретінде // Аграрлық нарық проблемалары. – 2021. – № 4. – С.31-40.
- 9) Инфраструктурное развитие-мент сельскохозяйственного производства в Республике Казахстан / В.Ф. Стукач, Г.К. Сапарова, Г.Т. Султанова, С.А. Сагинова // Экономика региона. – 2019. – № 15 (1). – С. 561-575.
- 10) Сычёва, Н.В. Устойчивое развитие сельских территорий в Республике Беларусь: социально-экономический аспект // Аграрная экономика. – 2023.– №11. – С. 84-93.
- 11) Дыба, М. Частные социальные инвестиции как решение для развития сельских районов / М. Дыба, Иу. Джернего // Теория и исследования менеджмента для развития сельского бизнеса и инфраструктуры. – 2018. – № 40 (3). – С.320-328.
- 12) Есина, Ю.Л. Совершенствование региональной инвестиционной политики на основе комплексной программы развития сельских территорий / Ю.Л. Есина, Н.М. Степаненкова // Экономика региона. – 2021. – № 17 (1). – С. 262-275.
- 13) Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года. 2020. – URL: <https://NPA/NSUR-2035-1.pdf>. www.economy.gov.by/uploads/files/Obsugdaem
- 14) Об утверждении Концепции развития сельских территорий Республики Казахстан на 2023-2027 годы. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 марта 2023 года № 27. – URL: <https://www.adilet.zan.kz/rus/docs/P2300000270>
- 15) Официальный сайт Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. – URL: <https://www.stat.gov.kz/>
- 16) Фоменкова, С.Ф. Агрогородки Беларуси: современность и перспективы // Вестник Московского гуманитарно-технологического университета. – 2018. – №3. – С.5-11.

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ

А.А. Беляев

Научный руководитель – **Г.А. Родина**, д-р экон. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье проводится комплексный анализ процесса диверсификации промышленного комплекса Ярославской области в условиях усиления санкционного давления. Рассматриваются унаследованные структурные проблемы региона, относящегося к категории старопромышленных, с выраженной зависимостью от нефтеперерабатывающего сектора и машиностроения.

Ключевые слова: диверсификация промышленности, Ярославская область, санкционное давление, старопромышленный регион

DIVERSIFICATION OF THE INDUSTRIAL COMPLEX OF THE YAROSLAVL REGION: CHALLENGES AND PROSPECTS UNDER SANCTIONS PRESSURE

A.A. Belyaev

Scientific Supervisor – **G.A. Rodina**, Doctor of Economical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article provides a comprehensive analysis of the diversification process of the industrial complex in the Yaroslavl region under increasing sanctions pressure. It examines the region's inherited structural problems, characteristic of an old industrial region, with a pronounced dependence on the oil refining sector and mechanical engineering.

Keywords: industrial diversification, Yaroslavl region, sanctions pressure, old industrial region

Современные геоэкономические реалии, характеризующиеся усилением санкционного давления на российскую экономику, актуализируют проблему обеспечения устойчивого развития регионов. Под «устойчивым развитием региона» в данном контексте понимается такая модель экономического роста, которая обеспечивает сбалансированное решение трех ключевых задач: экономической (стабильный рост ВРП, диверсифицированная структура экономики, конкурентоспособность предприятий), социальной (повышение благосостояния и качества жизни населения, сохранение человеческого капитала) и институционально-экологической (эффективность органов власти, качество институтов, минимизация негативного воздействия на окружающую среду). В условиях санкционного давления достижение этой триединой цели становится критически зависимым от способности региона осуществить диверсификацию, снижающую его уязвимость от внешних шоков. В данном контексте ключевым вызовом для многих субъектов Российской Федерации, в том числе и для Ярославской области, становится необходимость диверсификации промышленного комплекса, исторически сформировавшегося с выраженной зависимостью от ограниченного числа отраслей. Ярославская область традиционно относится к регионам с мощным индустриальным потенциалом. Ярославская область традиционно относится не просто к регионам с мощным индустриальным потенциалом, а к категории старопромышленных регионов. Это означает, что ее промышленный каркас сформировался в предыдущие технологические уклады (в данном случае – в советский период индустриализации) и характеризуется высокой долей базовых обрабатывающих отраслей, физическим и

моральным износом части основных фондов, а также унаследованной инфраструктурой, требующей модернизации. Именно эта статусная определенность обуславливает как масштаб вызовов, связанных с необходимостью структурной перестройки в условиях санкций, так и глубину требуемых трансформаций, выходящих за рамки простой адаптации рыночной конъюнктуры. Ядро промышленного комплекса на протяжении десятилетий составляют нефтеперерабатывающий комплекс, представленный таким градообразующим предприятием, как ПАО «Славнефть-ЯНОС», и машиностроение, в частности, авиационные и двигателестроительные заводы. Однако именно эта специализация делает региональную экономику уязвимой к колебаниям конъюнктуры мировых рынков, технологическим разрывам в условиях ограничений на поставки оборудования и комплектующих, а также к структурным сдвигам в энергетике. В связи с этим научный и практический интерес представляет комплексный анализ процесса диверсификации промышленности Ярославской области, выявление ключевых вызовов и оценка перспективных направлений, способных сформировать новые точки роста.

Актуальность темы исследования обусловлена комплексом взаимосвязанных факторов стратегического, экономического и социального характера, определяющих необходимость ускоренной структурной перестройки региональной промышленности. Ярославская область исторически формировалась как мощный индустриальный центр с выраженной специализацией в нефтеперерабатывающей и машиностроительной отраслях. Доминирование ПАО «Славнефть-ЯНОС» – системообразующего предприятия, обеспечивающего значительную долю налоговых поступлений в консолидированный бюджет региона, – сформировало модель экономики, обладающей признаками так называемого «ресурсного проклятия» в миниатюре. Как отмечается в Стратегии социально-экономического развития Ярославской области, такая монозависимость создает устойчивые риски бюджетной и социальной стабильности, особенно в условиях волатильности мировых цен на энергоносители и структурного перехода мировой экономики к «зеленой» энергетике.

В контексте обострения геополитической обстановки и введения беспрецедентного санкционного давления на российскую экономику эти системные уязвимости проявились с новой силой. Санкционные ограничения затронули как ключевые экспортные потоки, так и критически важные цепочки поставок технологического оборудования и комплектующих для машиностроительных предприятий региона, таких как ПАО «ОДК-Сатурн» и АО «Ярославский завод дизельной аппаратуры». Это подтверждается данными отчетов Ярославльстата, фиксирующими в 2022-2023 годах логистические сложности и рост себестоимости продукции вследствие необходимости перестройки нестабильных кооперационных связей [1, с. 23-25]. Таким образом, внешние вызовы актуализировали внутреннюю, давно назревшую проблему необходимости диверсификации, превратив ее из стратегической задачи долгосрочной перспективы в вопрос текущей экономической безопасности и устойчивости региона.

Парадигма регионального развития в настоящее время смещается от поддержки традиционных отраслей к поиску и культивированию новых точек роста. Как справедливо отмечается в аналитических материалах Корпорации развития Ярославской области, потенциал для диверсификации заложен в развитии фармацевтического кластера, IT-сектора, легкой промышленности и производства строительных материалов. Успешность этого процесса имеет не только сугубо экономическое, но и глубокое социальное измерение. Создание высокотехнологичных рабочих мест в сырьевых секторах позволяет не только удерживать талантливую молодежь в регионе, но и привлекать квалифицированные кадры извне, противодействуя негативным демографическим тенденциям [4, с. 7-9].

Кроме того, актуальность темы подчеркивается активной позицией федерального центра, ориентированного на импортозамещение и достижение технологического суверенитета в ключевых отраслях в рамках новой Государственной программы Российской Федерации «Промышленная политика и повышение конкурентоспособности промышленной продукции» (утверждена постановлением Правительства РФ от 15 июля 2022 г. № 1268).

Данная программа консолидирует ключевые механизмы поддержки, включая субсидирование промышленных кредитов, гранты на внедрение передовых технологий и меры по стимулированию спроса на отечественную промышленную продукцию. Регионы, которые смогут эффективно интегрироваться в ее реализацию, получают значительные конкурентные преимущества. В этом отношении Ярославская область, обладающая развитой научно-образовательной базой и историческим промышленным опытом, находится в числе потенциальных лидеров, однако для реализации этого потенциала требуется тщательный анализ уже имеющихся успехов и неудач в политике диверсификации [9, с. 4-6].

Таким образом, комплексное исследование вызовов и перспектив диверсификации промышленного комплекса Ярославской области является не просто академическим упражнением, а насущной необходимостью, имеющей прямое отношение к обеспечению экономического суверенитета, социального благополучия и долгосрочной конкурентоспособности региона в новой экономической реальности. Выработка научно обоснованных рекомендаций по оптимизации отраслевой структуры промышленности позволит органам государственной власти и бизнес-сообществу принимать более взвешенные и эффективные управленческие решения.

Сложившаяся промышленная структура Ярославской области представляет собой наследие плановой экономики советского периода, претерпевшее определенную адаптацию к рыночным условиям, но сохранившее характерные черты выраженной сырьевой и машиностроительной специализации. Согласно данным Ярославльстата за первое полугодие 2024 года, промышленное производство остается фундаментом экономики региона, обеспечивая более 35% валового регионального продукта. При этом обрабатывающие производства демонстрируют разнонаправленную динамику: если общий индекс промышленного производства составил 101,8% к уровню предыдущего года, то в обрабатывающих отраслях наблюдается более значительный рост - 103,2%, что свидетельствует о начавшихся структурных изменениях [1, с. 15].

Краеугольным камнем региональной экономики продолжает оставаться нефтеперерабатывающий комплекс, олицетворяемый ПАО «Славнефть-ЯНОС». За первое полугодие 2024 года, объем переработки нефти сохранился на уровне 7,4 млн тонн, при этом налоговые отчисления в консолидированный бюджет региона составили 52,1 млрд рублей. В отчете компании подчеркивается, что, несмотря на сохранение стабильных производственных показателей, сохраняются вызовы, связанные с адаптацией к новым условиям поставок и модернизацией технологических процессов [2, с. 3-4]. Аналитический обзор Министерства промышленности и торговли Ярославской области за январь-июнь 2024 года подтверждает, что доля нефтеперерабатывающего сектора в общем объеме отгрузки обрабатывающих производств сохраняется на уровне 36,8%, что лишь незначительно ниже показателей предыдущего года [3, с. 7].

Особого внимания заслуживает динамика развития машиностроительного комплекса, который традиционно является второй опорой региональной промышленности. В сегменте производства машин и оборудования отмечается разнонаправленная динамика: если оборонные предприятия демонстрируют рост на 6,2%, то производители гражданской продукции столкнулись со снижением объемов производства на 3,8%. В отчете Корпорации развития Ярославской области за второй квартал 2024 года особо подчеркивается, что предприятия машиностроительного комплекса продолжают испытывать сложности с переналадкой производственных цепочек и поиском альтернативных поставщиков комплектующих [4, с. 12].

На этом фоне особенно показательными выглядят результаты развития фармацевтического кластера. Объем производства фармацевтической продукции вырос на 18,3% по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. В инвестиционном меморандуме Правительства Ярославской области отмечается, что за последние три с половиной года в фармацевтический сектор привлечено более 28 млрд рублей инвестиций, а его доля в структуре обрабатывающей промышленности региона достигла 10,1%. Успехи

компаний, входящих в кластер (таких как "Р-Фарм" и "Ярославская фармацевтическая фабрика"), во многом связаны с реализацией программ импортозамещения в здравоохранении и активной поддержкой со стороны региональных властей [6, с. 9-10].

Значительный прогресс наблюдается и в развитии ИТ-сектора. За первое полугодие 2024 года, количество организаций в сфере информационных технологий достигло 455 компаний, а совокупная выручка сектора увеличилась на 32% по сравнению с аналогичным периодом 2023 года, составив 7,2 млрд рублей [5, с. 4]. При этом, как отмечается в аналитической записке Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, сохраняется проблема миграции ИТ-специалистов в столичные регионы - ежегодно область теряет до 15% выпускников соответствующих специальностей [7, с. 23].

В секторе легкой промышленности также отмечается позитивная динамика, хотя и с меньшими абсолютными показателями. За январь-июнь 2024 года производство одежды выросло на 12,4%, а объем отгрузки продукции легкой промышленности составил 1,8 млрд рублей. В отчете Департамента инвестиционной и промышленной политики Ярославской области подчеркивается, что предприятия легкой промышленности демонстрируют активность в освоении новых рынков сбыта, хотя и сталкиваются с ограничениями, связанными с перенастройкой цепочек поставок сырья и материалов [1, с. 18; 6, с. 11].

Таким образом, анализ текущей ситуации позволяет констатировать, что промышленный комплекс Ярославской области находится в состоянии сложного переходного периода. Цифры наглядно демонстрируют: в то время как традиционный нефтеперерабатывающий сектор сохраняет доминирующие позиции (36,8% в отгрузке обрабатывающей промышленности), новые точки роста - фармацевтика (10,1%) и ИТ (увеличивший выручку на 32%) - демонстрируют опережающую динамику, но пока не способны кардинально изменить сложившуюся структуру экономики. Основными сдерживающими факторами для полноценной диверсификации остаются кадровые вызовы, необходимость существенного увеличения объемов инвестиций в несырьевые сектора, а также сохраняющаяся зависимость от импортных комплектующих и технологий в традиционных отраслях промышленности.

Для формирования исчерпывающего понимания современных процессов в промышленности Ярославской области необходимо выйти за рамки статичного анализа и рассмотреть траекторию ее развития в среднесрочной ретроспективе. Это позволяет не только зафиксировать текущее состояние, но и идентифицировать точки бифуркации, в которых внешние шоки запустили механизмы адаптации или, напротив, усугубили структурные слабости. Период 2017-2019 годов можно рассматривать как условную докризисную норму, характеризующуюся устойчивой, хотя и невысокой, динамикой. Согласно данным Ярославльстата, индекс промышленного производства в этот период стабильно находился в диапазоне 101,5–102,5%, при этом объем отгрузки товаров обрабатывающих производств ежегодно увеличивался на 3-4% в номинальном выражении [1, с. 15-17]. Эта модель роста была глубоко укоренена в сложившейся за десятилетия архитектуре международной кооперации. Ключевые экспортные потоки, такие как поставки мазута и вакуумного газойля с НПЗ ПАО «Славнефть-ЯНОС», были ориентированы на рынки Северо-Западной Европы, обеспечивая валютную выручку. Машиностроительные предприятия, в первую очередь ПАО «ОДК-Сатурн», были глубоко интегрированы в глобальные цепочки создания стоимости в авиастроении, выступая надежными поставщиками компонентов и выполняющими капитальный ремонт двигателей для таких гигантов, как Airbus и широкой номенклатуры двигателей для отечественной авиатехники. Логистика была отлажена и эффективна: поставки комплектующих из Европы и Азии занимали от 2 до 6 недель, а стоимость фрахта и страхования находилась на предсказуемо низком уровне.

Резкий перелом этой модели произошел в 2022 году, когда санкционное давление достигло критической массы. Общий индекс промышленного производства в 2022 году, по уточненным данным Ярославльстата, составил лишь 100,2% к уровню 2021 года, а в

обрабатывающих производствах был зафиксирован спад на 0,8% [1, с. 15-17]. Однако за этими усредненными цифрами скрываются разнонаправленные и крайне интенсивные процессы трансформации на уровне отдельных отраслей и предприятий.

В машиностроительном комплексе, особенно в сегменте гражданской продукции, санкции привели к эффекту «обрыва цепочек». Если в 2019 году доля импортных комплектующих в себестоимости продукции таких предприятий, как ПАО «ОДК-Сатурн», по оценкам Министерства промышленности и торговли области, достигала 40-45% по отдельным позициям [3, с. 5-6], то к началу 2022 года поставки по критическим номенклатурам были практически полностью парализованы. Речь идет о таких позициях, как монокристаллические лопатки турбин из кобальт-хромовых сплавов, производимых во Франции, керамические подшипники итальянского производства, способные выдерживать экстремальные температурные нагрузки, и специализированные микропроцессоры для систем автоматического управления немецкой фирмы Infineon. Попытки организации альтернативных цепочек поставок через третьи страны, в частности через Турцию и ОАЭ, привели к драматическому росту издержек. По данным мониторинга Корпорации развития Ярославской области, стоимость идентичных компонентов, приобретаемых через посредников, в 2022-2023 годах увеличилась в 1,8–2,5 раза, а сроки их поставки выросли с привычных 30-45 дней до 90-120 дней, создавая хронические риски срыва производственных графиков [4, с. 7-8]. Это потребовало не только экстренной переориентации на азиатских, в первую очередь китайских, поставщиков, чья продукция зачастую требовала длительной процедуры сертификации и доработки технологических процессов, но и масштабных инвестиций в переобучение инженерно-технического персонала, затраты на которое только для одного ПАО «ОДК-Сатурн» оцениваются в сотни миллионов рублей.

Нефтеперерабатывающий сектор, столп регионального бюджета, столкнулся с двойным ударом: по экспортным каналам и по технологической независимости. Если в 2021 году до 70% экспорта нефтепродуктов ПАО «Славнефть-ЯНОС» шло через порты Балтийского бассейна, то к середине 2022 года эти маршруты были практически заблокированы. Компания была вынуждена в авральном порядке перенаправить потоки в направлении портов Новороссийска и, что особенно затратно, портов Дальнего Востока. Согласно расчетам, приведенным в отчетах компании, удельные логистические издержки на экспорт тонны нефтепродуктов увеличились с 15-20 долларов США в 2021 году до 45-55 долларов США в 2023 году. Параллельно возникла острейшая проблема обеспечения технологического процесса. Ключевые катализаторы для процессов гидроочистки и каталитического крекинга, такие как цеолиты и алюмокобальтмолибденовые соединения, которые на 85% закупались у европейских концернов BASF и Albemarle, попали под прямые ограничения. Это создало прямую угрозу не только глубине переработки, но и качеству выпускаемых бензинов и дизельного топлива. В качестве ответной меры «Славнефть-ЯНОС» была вынуждена резко, на 40% по сравнению с 2021 годом, увеличить финансирование НИОКР, сфокусировавшись на разработке отечественных каталитических систем в партнерстве с РАН; однако, как признается в отчетах, их промышленное внедрение и достижение паритетных с импортными аналогами характеристик – процесс, рассчитанный на 5-7 лет [2, с. 8-9].

На этом фоне системного кризиса в традиционных отраслях особенно контрастным стало развитие секторов, объявленных приоритетами для диверсификации. Фармацевтический кластер, в частности флагман – компания «Р-Фарм», оказался в уникальной ситуации. Если в 2020 году доля импортных субстанций в ее портфеле достигала 60%, а производство полного цикла считалось нерентабельным, то после 2022 года компания совершила резкий поворот. Благодаря включению в перечень системообразующих предприятий и участию в федеральной программе импортозамещения в здравоохранении, «Р-Фарм» смогла привлечь значительные ресурсы, в том числе и из Фонда развития промышленности, на строительство и запуск собственного производства субстанций. Объем инвестиций в эти проекты за 2022-2024 годы превысил 15 млрд рублей, что позволило

сократить зависимость от импорта по 12 ключевым позициям до 20% [6, с. 11-12]. Гарантированный спрос в рамках государственных закупок, объем которых в сегменте фармацевтики в Ярославской области вырос с 3,5 млрд рублей в 2021 году до 9,2 млрд рублей в 2023 году, обеспечил быструю окупаемость этих капиталовложений.

IT-сектор, демонстрирующий рекордные темпы роста выручки (32% за первое полугодие 2024 года), также пережил болезненную, но результативную трансформацию. Первоначально, в 2022 году, сектор столкнулся с оттоком иностранных заказчиков, доля которых в выручке составляла около 25%. Однако этот шок был компенсирован взрывным ростом внутреннего спроса. Крупные промышленные предприятия региона, лишившиеся доступа к западным ERP-системам (таким как SAP), SCADA-системам и программным пакетам для инженерного моделирования (таким как Siemens NX), стали источником масштабных заказов на их замену отечественными аналогами. Согласно данным Министерства цифрового развития, объем рынка IT-услуг для промышленности в Ярославской области вырос с 1,8 млрд рублей в 2021 году до 4,5 млрд рублей в 2023 году [5, с. 3-4]. Это потребовало от IT-компаний не просто быстрого масштабирования, но и глубокого погружения в специфику технологических процессов промышленных гигантов, что привело к формированию новых, прочных кооперационных связей внутри региона.

Таким образом, санкционное давление стало мощнейшим катализатором структурной перестройки, обнажив асимметрию региональной экономики. Оно резко обострило проблемы в традиционных, глобально интегрированных отраслях, приведя к значительному росту издержек и технологическим разрывам. Однако одновременно оно создало беспрецедентные рыночные и государственные стимулы для развития несырьевого сектора, заставив региональную экономику в сжатые сроки искать и осваивать новые, подчас неожиданные, точки роста и модели кооперации. Успех дальнейшей диверсификации будет напрямую зависеть от способности институтов развития и бизнеса консолидировать эти вынужденные, но позитивные сдвиги в устойчивую долгосрочную стратегию.

Реализация стратегических задач по диверсификации промышленного комплекса Ярославской области в условиях внешних ограничений немыслима без целенаправленного и сбалансированного участия государства. Формируемая в регионе система поддержки призвана нивелировать системные риски, стимулировать частные инвестиции и создавать необходимые инфраструктурные условия для emergence новых, немонопольных точек роста. Анализ действующих механизмов позволяет выделить их многоуровневый характер, сочетающий федеральные инициативы с региональными программами, адаптированными к специфике местной экономики.

Ключевым инструментом пространственного развития и привлечения инвестиций в обрабатывающие отрасли на территории области стали территории опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР). Режимы, созданные в Тутаеве и Рыбинске, предоставляют резидентам существенные преференции, включая льготы по налогу на прибыль в региональный бюджет, нулевые ставки по налогу на имущество и землю, а также льготные страховые взносы. Согласно данным Корпорации развития Ярославской области, курирующей данные проекты, на сегодняшний день статус резидентов ТОСЭР получил ряд компаний, ориентированных на производство полимерных материалов, комплектующих для автомобильной промышленности и пищевой продукции [4, с. 7-9]. Однако эффективность этого инструмента неоднозначна. С одной стороны, он позволяет аккумулировать инвестиции на конкретных площадках, создавая синергетический эффект. С другой – как показывают отчеты Ярославльстата, сохраняется дисбаланс в распределении резидентов: наблюдается перекос в сторону предприятий среднего размера, тогда как привлечение крупных якорных инвесторов, способных кардинально изменить промышленный ландшафт территории, остается сложной задачей [1, с. 12-15]. Это связано как с сохраняющимися административными барьерами при получении статуса резидента для сложных холдинговых структур, так и с ограниченностью инфраструктурного потенциала самих ТОСЭР, требующего значительных сопутствующих бюджетных вливаний.

Важную роль в модернизации существующих производств играют механизмы субсидирования процентных ставок по кредитам и предоставления государственных гарантий через Фонд развития промышленности Ярославской области и его взаимодействие с федеральными институтами развития, такими как «Фонд развития промышленности» и ВЭБ.РФ. В частности, в рамках реализации региональной составляющей национального проекта «Производительность труда» предприятиям, не связанным с нефтепереработкой, оказывается методическая и финансовая поддержка по внедрению бережливых технологий и цифровизации основных процессов. По информации Министерства промышленности и торговли Ярославской области, за последние три года участниками проекта стали более 30 предприятий машиностроительного комплекса и легкой промышленности, что позволило им в среднем на 15-20% повысить эффективность использования производственных мощностей. Тем не менее, сохраняется проблема доступности заемных ресурсов для малых и начинающих инновационных компаний, которые зачастую не могут предоставить достаточное обеспечение по кредитам и имеют волатильные финансовые потоки, что делает их непривлекательными для традиционных банков даже при наличии государственных гарантий [3, с. 10-15].

Отдельного внимания заслуживает адресная поддержка конкретных, признанных приоритетными для региона, секторов экономики. Для фармацевтического кластера, ядром которого является компания «Р-Фарм», значимым фактором стало участие в федеральных программах импортозамещения в сфере здравоохранения и государственных закупках, что обеспечило гарантированный спрос на продукцию. Для IT-сектора, согласно Стратегии социально-экономического развития Ярославской области до 2030 года, ключевыми мерами являются создание благоприятных условий для привлечения и закрепления высококвалифицированных кадров, включая предоставление жилищных субсидий, а также развитие IT-парков и коворкинг-пространств [10, с. 25-27]. Однако здесь возникает вызов координации: поддержка зачастую носит точечный характер и не всегда интегрирована в комплексную программу развития смежных отраслей. Например, успешное развитие IT-сектора напрямую зависит от качества телекоммуникационной инфраструктуры в малых городах области, что является отдельной, не всегда решаемой синхронно, задачей. Оценивая совокупность мер государственной поддержки, можно констатировать, что в Ярославской области сформирован достаточно развитый арсенал инструментов, направленных на стимулирование диверсификации. Основной проблемой представляется не отсутствие самих механизмов, а их фрагментарность и недостаточная селективность. Наибольшую отдачу демонстрируют проекты, в которых различные формы поддержки – налоговые льготы ТОСЭР, субсидирование кредитов и инфраструктурное развитие – применяются комплексно в отношении конкретного инвестиционного проекта или кластера. Для повышения общей эффективности представляется необходимым переход от политики «поддержки всех понемногу» к целевой фокусировке на ограниченном числе наиболее перспективных технологических направлений, где регион обладает или может сформировать устойчивые конкурентные преимущества, таких как специализированное химическое производство, фармацевтика и сложное приборостроение, с одновременным усилением мер по развитию человеческого капитала как фундаментальной основы для любого диверсификационного процесса.

Проведенный анализ позволяет констатировать, что процесс диверсификации промышленного комплекса Ярославской области в условиях санкционного давления трансформировался из стратегической перспективы в оперативную необходимость, определяющую долгосрочную экономическую безопасность и конкурентоспособность региона. Унаследованная структурная зависимость от нефтеперерабатывающего сектора, олицетворяемого ПАО «Славнефть-ЯНОС», и машиностроительных предприятий, исторически интегрированных в глобальные кооперационные цепочки, выявила системные уязвимости региональной экономики. Однако, как показывает практика последних лет, эти же вызовы стали катализатором для активизации ранее намеченных программ переориентации и

поиска новых точек роста. Перспективы дальнейшей трансформации видятся в последовательной и комплексной реализации нескольких взаимосвязанных направлений.

Сравнительный анализ подтвердил асимметричный характер влияния санкционного давления на промышленность региона. С одной стороны, оно усугубило структурные проблемы традиционного сектора, приведя к резкому росту издержек и технологическим разрывам в машиностроении и нефтепереработке из-за нарушения цепочек поставок и необходимости срочной переориентации логистики. С другой стороны, санкции выступили в роли мощного катализатора, активизировав ранее запланированные программы импортозамещения и создав беспрецедентные рыночные возможности для фармацевтического кластера и IT-сектора, которые продемонстрировали опережающую динамику роста. Этот дуалистический эффект доказывает, что санкции не просто создали угрозы, но и обнажили внутренние резервы и точки роста, переведя диверсификацию из плоскости стратегического планирования в область практической реализации.

Ключевым вектором развития должна стать углубленная производственно-технологическая кооперация между крупными системообразующими предприятиями и сектором малого и среднего инновационного предпринимательства. Как отмечено в материалах Корпорации развития Ярославской области, создание кластерных структур и субконтрактных систем позволяет не только диверсифицировать риски, но и стимулировать обмен технологиями и компетенциями [4, с. 4-5]. В частности, предприятия химического комплекса могут выступить якорными заказчиками для малых предприятий, разрабатывающих реагенты, специализированную упаковку или программные продукты для управления технологическими процессами, что будет способствовать импортозамещению на микроуровне и формированию гибких, устойчивых к внешним воздействиям производственных сетей.

Другим стратегически важным направлением является целенаправленное развитие импортозамещающих производств, но не в формате простого копирования, а через создание продуктов с повышенной добавочной стоимостью в рамках существующего машиностроительного комплекса. Ориентация на внутренний спрос, в том числе в рамках государственных заказов и программ промышленного развития, требует от предприятий пересмотра номенклатуры и адаптации конструкторских решений. Поддержка данного процесса, как подчеркивается в региональной Стратегии развития до 2030 года, должна быть сфокусирована на проектах, направленных на глубокую переработку сырья и создание продукции с высокой долей интеллектуальной составляющей [10, с. 25-27]. Это позволит не только удовлетворить внутренний спрос, но и заложить основы для будущего экспортного потенциала в новых нишах.

Фундаментальным условием успеха любой диверсификационной политики остается кадровое обеспечение. Дальнейшие усилия необходимо сконцентрировать на опережающей подготовке квалифицированных инженерно-технических и IT-специалистов, чьи компетенции соответствуют запросам не только традиционных, но и развивающихся отраслей. Это требует не просто увеличения контрольных цифр приема в вузы, а формирования интегральных образовательных программ, разработанных совместно с будущими работодателями, как это уже практикуется в кооперации Ярославского государственного технического университета с предприятиями фармацевтического кластера. Параллельно необходима реализация программ по привлечению в регион высококвалифицированных кадров, включая создание комфортной городской среды и развитой социальной инфраструктуры, что является неотъемлемой частью конкурентоспособности территории на общероссийском рынке труда.

В конечном счете, эффективность диверсификации не может измеряться лишь количеством созданных новых предприятий или объемом инвестиций в нетрадиционные сектора. Как свидетельствуют данные Ярославльстата, интегральным показателем успеха должен стать устойчивый рост доли обрабатывающих производств, не связанных с нефтепереработкой, в общем объеме промышленного выпуска и налоговых поступлениях в

региональный бюджет. Ключом к достижению этой цели является не распыление инвестиционных ресурсов, а точечная, проектно-ориентированная поддержка тех направлений, где Ярославская область обладает или может сформировать устойчивые компетентностные, а не сырьевые, конкурентные преимущества. Последовательная реализация данного курса, подкрепленная эффективным партнерством, позволит трансформировать промышленный комплекс региона из унаследованной структуры в адаптивную, диверсифицированную и инновационно-ориентированную систему, способную к устойчивому развитию в условиях нестабильности глобальной экономики. Дальнейшие исследования в данной области могут быть продуктивно направлены на сравнительный анализ эффективности конкретных инструментов государственной поддержки, таких как ТОСЭР и фонд развития промышленности, а также на разработку более тонких методик мониторинга и прогнозирования структурных сдвигов в региональной промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Статистические бюллетени: "Промышленное производство в Ярославской области в 2024 году", "Социально-экономическое положение Ярославской области за январь-июнь 2024 года" // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ярославской области (Ярославльстат). – URL: <https://yaroslavl.gks.ru> (дата обращения: 15.10.2024).
- 2) Разделы: "Производственные показатели", "Раскрытие информации" // Оперативные данные и отчеты ПАО «Славнефть-ЯНОС» за первое полугодие 2024 года. – URL: <https://www.yanos.ru> (дата обращения: 16.10.2024).
- 3) Обзор состояния промышленности ЯО за январь-июнь 2024 г., "Инвестиционный меморандум" // Министерство промышленности и торговли Ярославской области. – URL: <https://www.yarregion.ru/ru/pages/promyshlennost.aspx> (дата обращения: 15.10.2024).
- 4) Разделы: "Аналитика", "Инвестиционные проекты" // Отчеты и бюллетени Корпорации развития Ярославской области за II квартал 2024 года. – URL: <https://krfo.ru> (дата обращения: 17.10.2024).
- 5) Документы: "Развитие IT-отрасли в ЯО", "Статистика цифровизации" // Мониторинговые отчеты и данные Министерства цифрового развития Ярославской области за первое полугодие 2024 года. – URL: <https://www.yarregion.ru/ru/pages/digitalEconomy.aspx> (дата обращения: 16.10.2024).
- 6) Документы: "Отчет о реализации инвестиционной политики", "Промышленный потенциал региона" // Аналитические материалы и отчеты Департамента инвестиционной и промышленной политики Ярославской области. – URL: <https://www.yarregion.ru/ru/pages/investPolicy.aspx> (дата обращения: 17.10.2024).
- 7) Материалы: "Миграционные потоки высококвалифицированных специалистов", "Анализ кадрового потенциала региона" // Научно-аналитические публикации и отчеты Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова. – URL: <https://www.uniyar.ac.ru> (дата обращения: 15.10.2024). –
- 8) Стратегия социально-экономического развития Ярославской области на период до 2030 года (актуализированная версия 2024 года). – URL: https://www.yarregion.ru/ru/gov/strateg/Pages/str_2030.aspx (дата обращения: 14.10.2024).
- 9) «Промышленная политика и повышение конкурентоспособности промышленной продукции», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 15 июля 2022 г. № 1268.
- 10) Стратегия социально-экономического развития Ярославской области на период до 2030 года (утверждена Законом Ярославской области от 06.12.2018 № 49-з) // Официальный портал органов государственной власти Ярославской области: [сайт]. URL: https://www.yarregion.ru/ru/gov/strateg/Pages/str_2030.aspx (дата обращения: 16.11.2024).

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЕМ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СУВЕРЕНИТЕТА РОССИИ

Л.А. Борзова

Научный руководитель – **Т.Н. Несиоловская**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Управление образованием представляет совокупность подходов, принципов и решений, направленных на решение стратегических задач страны по достижению технологического суверенитета. Рассмотрены системообразующие правила эффективного управления образованием. Представлены основные аспекты роли управления образованием в современных условиях, заключающиеся в планировании и оперативном реагировании на всех уровнях (федеральном, региональном, муниципальном) на новые социально-экономические условия. Выявлены ключевые факторы принятия эффективных управленческих решений.

Ключевые слова: управление образованием, принципы управления, стратегический подход, управление по задачам

EDUCATIONAL MANAGEMENT IN ENSURING RUSSIA'S TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY

L.A. Borzova

Scientific Supervisor – **T.N. Nesiolovskaya**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Education management represents a set of approaches, principles, and solutions aimed at addressing the country's strategic objectives of achieving technological sovereignty. The article examines the fundamental principles of effective education management. It presents the key aspects of education management's role in today's environment, including planning and prompt response at all levels (federal, regional, and municipal) to new socioeconomic conditions. Key factors in making effective management decisions are identified.

Keywords: education management, management principles, strategic approach, management by objectives

Необходимым условием для формирования инновационной экономики является модернизация системы образования, являющейся основой динамичного экономического роста и социального развития общества, фактором благополучия граждан и безопасности страны. Развитие системы образования требует постоянного обновления технологий, ускоренного освоения инноваций, оперативной адаптации к требованиям динамично меняющейся среды. При этом возможность получения качественного образования остается для граждан одним из важнейших приоритетов.

Управление образованием в РФ играет ключевую роль в решении стратегических задач, трансформируясь в инструмент долгосрочных целей развития страны.

В основе эффективного управления лежат системообразующие, основополагающие правила, неукоснительное соблюдение которых критически важно для успешной реализации управленческих процессов и достижения поставленных целей. Любая профессиональная деятельность, включая преподавательскую, независимо от ее специфики, организации и содержания, подчиняется определенным принципам и опирается на ряд универсальных положений. К таким принципам относятся: нормативность, объективность, а также гармоничное сочетание государственных и общественных интересов [2].

Суть нормативного подхода в управлении заключается в построении процесса на фундаменте общепринятых, документально зафиксированных правил и предписаний. Это позволяет обеспечить целостность и согласованность учебно-воспитательной деятельности, руководствуясь такими документами, как положения, устав, инструкции, методические рекомендации и официальные письма от министерств образования и здравоохранения [3].

Принцип объективности в контексте образовательной деятельности предполагает строгое соблюдение установленных регламентов и директив. Его реализация также включает в себя адекватную оценку ресурсного потенциала педагогического состава в конкретных условиях и справедливую фиксацию индивидуального вклада каждого субъекта коллектива [4].

Для эффективного функционирования образовательного учреждения крайне важно гармонично интегрировать государственные и общественные механизмы управления.

В современных реалиях эти принципы должны быть интегрированы в стратегический подход, который включает планирование на всех уровнях (федеральном, региональном, муниципальном) и оперативное реагирование на новые социально-экономические условия.

К основным аспектам роли управления образованием можно отнести:

1. Реализацию государственных приоритетов за счет применения стратегического планирования в образовании, что позволяет:

- задавать векторы развития в образовательной сфере в долгосрочной, среднесрочной и краткосрочной перспективах;
- сформировать определенные программы развития в контексте использования административно-правовых методов;
- обеспечить реализацию стратегических приоритетов на всех уровнях государственного управления.

2. Управление по задачам, что подразумевает прозрачность процессов, четкую постановку целей и использование инструментов для мониторинга. Программно-целевое управление заключается в следующем:

- постановке целей (SMART) и переходе от общих планов к конкретным задачам;
- декомпозиции крупных проектов с указанием дедлайнов;
- контроле и мониторинге с использованием цифровых систем управления, оперативном реагировании на отклонения;
- разработке и внедрении новых образовательных стандартов, организации проектной деятельности.

3. Организацию и использование человеческих и материальных ресурсов для развития системы высшего образования, формирования элиты страны и кадрового обеспечения технологического суверенитета [1].

Принятие эффективных управленческих решений в образовании должно базироваться на следующих ключевых позициях:

- сбор и анализ статистических данных, что помогает администраторам понимать текущую ситуацию и прогнозировать будущие изменения;
- проведение SWOT-анализа, что позволяет руководителям, оценив внутренние и внешние факторы, сформировать стратегии развития и устранения проблем;
- внедрение современных образовательных технологий и платформ, что помогает улучшить эффективность управления и образовательного процесса в целом;
- наличие сильной команды и оперативность системы управления, что обеспечивает адаптивность сотрудников к условиям постоянных инноваций

Успешное функционирование образовательной организации напрямую зависит от слаженной работы всех управляющих структур. Понимание их принципов, задач, правового статуса и полномочий, а также умение эффективно выстраивать взаимодействие между ними, является залогом стабильности, инновационного развития и достижения высоких образовательных и научных результатов.

Таким образом, управление образованием играет ключевую роль в решении стратегических задач РФ, обеспечивая подготовку кадров для экономики, воспитание граждан и формирование технологического суверенитета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Трансформация инженерного образования для укрепления научно-технологического суверенитета России / М.А. Боровская, А.А. Афанасьев, Т.А. Макареня, Т.В. Федосова, А.Ю. Никитаева // Университетское управление: практика и анализ. – 2024. – № 28 (4). – С. 11-29. – URL: <https://doi.org/10.15826/umpra.2024.04.032>
- 2) Золотарева, А.В. Управление образовательной организацией: учебное пособие / под ред. А.В. Золотаревой. – М.: Юрайт, 2024. – 319 с.
- 3) Мраморнова, Е. А. Укрепление технологического суверенитета страны: региональные вызовы в образовании и ответы на них / Е. А. Мраморнова, Л. Ю. Тюкавкина // Научно-методический электронный журнал «Калининградский вестник образования». – 2024. – № 3 (23) / июль. – С. 3-15. – URL: <https://koirojournal.ru/realises/g2024/30sent2024/kvo301/>
- 4) Субботина, Т.Н. Проблема кадровой обеспеченности российских организаций: анализ показателей рынка труда 2022-2023 гг. / Т.Н. Субботина, В.О. Миренкова // Дневник науки. – 2023. – № 8 (80). – С. 115-119.

АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Н.А. Борзова, Т.Н. Несиоловская

Ярославский государственный технический университет

В статье анализируется конкурентоспособность резинотехнической отрасли РФ на примере предприятия Ярославской области и двух его ключевых конкурентов через призму модели «Пяти сил» М. Портера. Результаты показывают различия в характеристиках каждой из компаний и то, как отраслевые силы, могут по-разному влиять на конкурентоспособность предприятий. Данное исследование дает представление о том, как предпринимателю следует противостоять конкуренции в своей отрасли и определить стратегические направления развития предприятия.

Ключевые слова: резинотехнические изделия (РТИ), конкуренция, концентрация рынка, инновации, модель Портера

ANALYSIS COMPETITIVENESS OF A REGIONAL ENTERPRISE PRODUCING RUBBER PRODUCTS

N.A. Borzova, T.N. Nesiolovskaya

Yaroslavl State Technical University

The article analyzes the competitiveness of the Russian rubber industry using the example of an enterprise in the Yaroslavl region and its two key competitors through the prism of M. Porter's Five Forces model. The results highlight differences in the characteristics of each company and how industry forces can differentially impact their competitiveness. This study provides insight into how entrepreneurs should confront competition in their industry and determine strategic directions for business development.

Keywords: rubber technical products (RTP), competition, market concentration, innovation, Porter's model

В эпоху глобальной нестабильности анализ конкурентной позиции организации выступает важнейшим инструментом управления возможностями и рисками на глобальном рынке, что позволяет формировать стратегические решения, направленные как на нейтрализацию конкурентных угроз, так и на достижение превосходства в отрасли [4].

Современное развитие промышленного производства в Российской Федерации характеризуется рядом существенных ограничений, в числе которых: внешнее санкционное давление, устойчивый рост стоимости ресурсной базы, технологические барьеры и императив ускоренного импортозамещения.

Резинотехническая отрасль представляет собой значимый сегмент химического комплекса Российской Федерации, удовлетворяющий потребности автомобилестроения, нефтегазовой промышленности, машиностроения и ряда других системообразующих отраслей экономики. В контексте нарастающей глобальной конкуренции и приоритетов импортозамещения актуализируется задача исследования интенсивности конкурентного взаимодействия на отечественном рынке резинотехнических изделий (РТИ). Анализ с применением модели «Пяти сил» М. Портера даёт возможность установить корреляцию между факторами конкурентного давления и уровнем рентабельности регионального предприятия по производству РТИ, что служит основой для формирования эффективных стратегических решений [5].

Производство резинотехнических изделий – стратегически важная отрасль, которая обеспечивает функционирование ключевых секторов экономики, способствует технологическому развитию и повышению безопасности промышленных процессов.

Мировой рынок РТИ демонстрирует устойчивый рост – по оценкам аналитиков, до 2032 года он будет увеличиваться на 5–7 % ежегодно. В России также наблюдается динамика: в 2025 году объём производства РТИ составил около 274 млрд рублей, что на 16 % выше показателей 2024 года.

Рассмотрим положение АО «Ярославский завод РТИ» (АО «ЯзРТИ») как пример регионального производителя, одного из лидеров отрасли, гармонично объединяющего накопленный опыт с инновационными подходами.

Компания относится к числу значимых региональных производителей РТИ. Удержание стабильной доли рынка обеспечивается за счёт многолетнего опыта работы в отрасли, обеспечивающий глубокое понимание потребностей клиентов и отраслевых трендов; развитой сбытовой сети – наличие долгосрочных партнёрских отношений с ключевыми потребителями в регионе и за его пределами; диверсифицированного ассортимента продукции. На основании отраслевых данных и внутренней аналитики компании можно выделить следующие ориентиры:

- в региональном разрезе доля АО «ЯзРТИ» составляет 15–20 % рынка РТИ;
- в общероссийском масштабе доля оценивается в 3–5 % с концентрацией на нишевых и специализированных изделиях;
- по отдельным видам продукции (например, специализированные конвейерные ленты для горнодобывающей отрасли) доля достигает 10–15 % на федеральном уровне.

Завод выпускает свыше 10 000 видов продукции – от резиновых смесей и формовых РТИ до диэлектрических изделий и спортивных товаров. Его продукция востребована по всей России и в странах ближнего зарубежья. Выручка предприятия в 2024 году составила 2,932 млрд рублей, прибыль – 401,167 млн рублей [3].

Для оценки конкурентоспособности сравним АО «Ярославский завод РТИ» с ключевыми игроками рынка как на федеральном уровне, так и региональном. Результаты сравнения представлены в табл. 1 [1-2].

Таблица 1. Оценка конкурентоспособности АО «ЯзРТИ» по основным параметрам

Критерий	АО «ЯзРТИ»	АО «Балаковорезинотехника»	АО «Ярославль-Резинотехника»
Юридический адрес	Ярославль, ул. Советская, д. 81-А	Балаково, Транспортная ул., д. 34	Ярославль, ул. Спартаковская, д. 1Д
Доля рынка	14,57 %	25-30 %	10,36 %
Ассортимент	10 000+ наименований	15 000 + наименований	5 000-7 000 наименований
Выручка, млрд руб. (2024 год)	2,932	6,883	2,261
Численность сотрудников, чел (2024 год)	842	2062	645
Ценовая политика	Средний ценовой сегмент	Премиум-сегмент	Бюджетный сегмент
География поставок	РФ, СНГ	РФ, Европа, Азия	РФ

Результаты анализа свидетельствуют о высокой интенсивности конкурентного давления на АО «Ярославский завод РТИ» со стороны рыночных игроков. При этом устойчивость предприятия обеспечивается совокупностью конкурентных преимуществ: технологическими компетенциями, продуктовой диверсификацией и сформированным репутационным капиталом. По уровню качества продукция АО «ЯзРТИ» соответствует международным стандартам, что позволяет конкурировать с федеральными производителями.

В условиях усиления глобальной конкуренции и необходимости импортозамещения анализ интенсивности соперничества на внутреннем рынке РТИ приобретает особую актуальность. Понимание взаимосвязи между прибыльностью компании и динамикой, обусловленной «Пятью силами» Портера, может помочь компаниям удержаться на плаву и добиться успеха в своей отрасли.

«Пять сил» Портера – это модель, которая помогает компаниям определять конкурентные стратегии на основе глубокого анализа структуры отрасли и ее развития, формируя конкурентные преимущества для достижения успеха в рамках конкретного сегмента.

Анализ «Пяти сил» Портера был проведен для выявления внешних угроз предприятия АО «ЯзРТИ» и для более точного определения текущего состояния. Полученные данные представлены на рис. 1.



Рис. 1. Анализ конкурентной среды АО «ЯзРТИ» по модели пяти сил М. Портера

Анализ по модели Портера показал, что отраслевая среда для АО «Ярославский завод РТИ» характеризуется высокой интенсивностью конкуренции и заметным давлением со стороны предприятий-конкурентов и покупателей, но при этом предприятие имеет достаточный запас прочности за счёт технологических, продуктовых и репутационных преимуществ.

Заключение

Проведённый анализ конкурентоспособности АО «ЯзРТИ» позволил выявить ключевые факторы конкурентного давления. Наибольшую угрозу для компании представляют:

- высокая концентрация действующих конкурентов;
- значительная рыночная власть покупателей.

При этом уровень барьеров для входа новых игроков и риск замещения продукции альтернативными товарами оценены как умеренные.

Сформированная стратегия инновационного развития ориентирована на:

- технологическую модернизацию производства;
- внедрение цифровых решений;
- расширение научно исследовательских и опытно конструкторских работ (НИОКР);
- формирование квалифицированного кадрового потенциала;
- реализацию масштабных инвестиционных проектов.

Реализация комплекса данных мер позволит АО «ЯзРТИ» не только сохранить текущую долю рынка, но и повысить операционную эффективность, укрепить позиции и обеспечить устойчивый экономический рост даже в условиях внешних вызовов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) АО «Балаковорезинотехника». Данные о финансовых показателях (выручка, чистая прибыль, собственный капитал), численности сотрудников и структуре компании. – URL: <http://www.balrt.ru/> (дата обращения: 04.04.2026).
- 2) АО «Ярославль Резинотехника»: [официальный сайт]. – URL: <https://www.yart-main.ru/> (дата обращения: 04.04.2026)
- 3) Финансовое состояние АО "ЯРОСЛАВСКИЙ ЗАВОД РЕЗИНОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ" – URL – https://www.testfirm.ru/result/7601000632_ao-yaroslavskiy-zavod-rti (дата обращения: 02.04.2026).
- 4) Anastasiu, L. Is Human Capital Ready for Change? A Strategic Approach Adapting Porter's Five Forces to Human Resources. /, L. Anastasiu, O. Gavriş, D. Maier // Sustainability (Switzerland). – 2020. – № 12 (6). – URL: <https://doi.org/10.3390/su12062300> (дата обращения: 28.03.2026).
- 5) Porter, M.E. The Five Competitive Forces That Shape Strategy. // Harvard Business Review. – 2008. – №1–17.

ДЕЛОВАЯ АКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИКИ НА МИКРОУРОВНЕ

М.Р. Веселов, И.Я. Матвеев, Н.А. Шишкина

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются показатели деловой активности как инструмента управления предприятием, а также вопросы взаимосвязи показателей деловой активности с основными критериями оценки конкурентоспособности на микроуровне.

Ключевые слова: деловая активность, конкурентоспособность, микроуровень экономики

BUSINESS ACTIVITY AS A FACTOR OF ECONOMIC COMPETITIVENESS AT THE MICRO LEVEL

M.R. Veselov, I.Y. Matveyev, N.A. Shishkina

Yaroslavl State Technical University

This article examines business activity indicators as a business management tool, as well as the relationship between business activity indicators and key criteria for assessing competitiveness at the micro level.

Keywords: business activity, competitiveness, micro level of the economy

Указом Президента РФ определены национальные цели развития Российской Федерации, в числе которых: устойчивая и динамичная экономика. В условиях высокой неопределенности внешней среды, усиления конкуренции и необходимости быстро реагировать на изменения рынка деловая активность является важнейшей характеристикой устойчивости и развития предприятия. На микроуровне именно она во многом определяет, насколько эффективно организация использует имеющиеся ресурсы, как выстраивает производственные и финансовые процессы и способна ли сохранять устойчивость в долгосрочной перспективе. Поэтому деловую активность целесообразно рассматривать не только как характеристику текущего состояния предприятия, но и как один из факторов его конкурентоспособности [4].

В научной литературе не существует единого подхода к определению деловой активности. Одни авторы связывают ее прежде всего с интенсивностью и эффективностью использования ресурсов, другие – с текущей производственной и коммерческой деятельностью, третьи – с более широким комплексом управленческих, рыночных и финансовых процессов. Такой разброс трактовок объясняется тем, что деловая активность является комплексной категорией, в которой сочетаются признаки результативности, динамичности и способности предприятия к развитию. В рамках данной статьи под деловой активностью понимается совокупность характеристик, отражающих эффективность хозяйственной деятельности предприятия, скорость оборота ресурсов и степень достижения экономических целей [3].

При этом деловая активность не ограничивается только финансовыми коэффициентами: она также проявляется в качестве инструмента управления, устойчивости бизнес-процессов, гибкости реакции на внешние изменения и способности предприятия поддерживать конкурентные позиции на рынке [2].

В практическом смысле анализ деловой активности важен потому, что позволяет выявить слабые места в функционировании предприятия и определить направления его развития. Если оборачиваемость снижается, а прибыльность остается недостаточной, это сигнал о наличии проблем в управлении ресурсами, затратами или сбытовой политикой. Если же предприятие демонстрирует рост выручки и одновременно сохраняет финансовую

нестабильность, это означает, что рост масштабов деятельности не сопровождается достаточным повышением эффективности. Именно поэтому деловая активность выступает важным индикатором не только текущей результативности, но и будущей конкурентоспособности предприятия.

Таким образом, деловая активность представляет собой интегральную экономическую категорию, которая объединяет в себе результативность, устойчивость, гибкость и способность предприятия к развитию. Для микроуровня экономики она особенно значима, поскольку именно на уровне отдельного предприятия формируются реальные источники конкурентоспособности, инновационного обновления и повышения эффективности хозяйственной системы.

Взаимосвязь основных критериев оценки конкурентоспособности с показателями деловой активности и факторы, сдерживающие рост конкурентоспособности, рассмотрим на примере АО «Ярославский радиозавод». Для оценки операционной эффективности был выполнен анализ оборачиваемости, представленный в табл. 1 [1].

Таблица 1. Показатели оборачиваемости оборотных активов и кредиторской задолженности АО «Ярославский радиозавод» 2022-2024 гг.

Показатель	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Изменение 2024-2023
Коэффициент оборачиваемости активов	0,226	0,2	0,33	0,13
Коэффициент оборачиваемости оборотных активов	0,321	0,25	0,41	0,16
Период одного оборота оборотных активов (дни)	1121	1440	878	-562
Коэффициент оборачиваемости запасов	0,57	0,47	0,68	0,21
Период одного оборота запасов (дни)	632	766	530	-236
Коэффициент оборачиваемости дебиторской задолженности	1,15	1,03	1,7	0,67
Период одного оборота дебиторской задолженности (дни)	314	350	211	-139
Коэффициент оборачиваемости кредиторской задолженности	0,48	0,33	0,55	0,22
Период одного оборота кредиторской задолженности (дни)	750	1090	655	-435
Коэффициент оборачиваемости денежных средств	1,74	1,12	2,14	1,02
Период оборота денежных средств (дни)	207	322	169	-153
Сумма высвобождения оборотных средств, тыс. руб.		7027534		

Из данных табл. 1 следует, что АО «Ярославский радиозавод» 2024 году улучшило почти все ключевые показатели деловой активности. Так, оборачиваемость активов и оборотных активов выросла, а период их оборота сократился. Это означает, что ресурсы стали использоваться интенсивнее, а капитал быстрее возвращаться в оборот. Подобная динамика важна для конкурентоспособности предприятия, поскольку ускорение оборота повышает маневренность бизнеса и снижает «замораживание» средств в активах.

Положительная тенденция наблюдается и по запасам. Коэффициент их оборачиваемости увеличился, а период оборота снизился. Иными словами, запасы стали быстрее проходить производственный и сбытовой цикл. Для промышленного предприятия это особенно важно, поскольку чрезмерное накопление запасов увеличивает издержки хранения и снижает гибкость управления оборотным капиталом. На уровне микроэкономики это прямо связано с конкурентоспособностью: чем быстрее предприятие превращает материальные ресурсы в готовую продукцию и выручку, тем выше его способность адаптироваться к рыночному спросу.

Существенное улучшение зафиксировано и по дебиторской задолженности. Коэффициент ее оборачиваемости вырос, а период погашения сократился. Это положительный сигнал, поскольку предприятие быстрее получает денежные средства от покупателей и снижает риск образования проблемной задолженности. Для деловой активности это один из наиболее чувствительных показателей: чем быстрее возвращаются деньги от дебиторов, тем устойчивее текущая платежеспособность и тем больше возможностей у предприятия финансировать операционный цикл без привлечения дополнительных заемных ресурсов.

По кредиторской задолженности также отмечено улучшение: коэффициент оборачиваемости вырос, а период оплаты сократился. Однако интерпретировать этот результат следует аккуратно. В статье подчеркивается, что такая динамика во многом связана не только с изменением структуры обязательств, но и с резким ростом выручки. Следовательно, рост оборачиваемости кредиторской задолженности нельзя рассматривать отдельно от общего изменения масштабов деятельности предприятия. Тем не менее, сам факт ускорения расчетов с кредиторами говорит о более активном движении денежных потоков.

Особенно заметно улучшилась оборачиваемость денежных средств: краткосрочные ликвидные ресурсы стали вовлекаться в оборот чаще, а денежный цикл предприятия сократился. Для оценки деловой активности - это важный момент, поскольку именно денежные средства обеспечивают непрерывность расчетов и устойчивость текущей деятельности. Ускорение их оборота можно рассматривать как один из признаков постепенного восстановления эффективности хозяйственной деятельности.

Важно отметить, что, несмотря на положительную динамику, уровень отдельных показателей все еще остается недостаточным. Несмотря на то, что в 2024 году наблюдается улучшение финансовых результатов и сокращение убытков, предприятие сохраняет убыточность. Иначе говоря, рост деловой активности пока не сопровождался выходом на устойчивую прибыльность, а значит, потенциал повышения конкурентоспособности еще не реализован полностью.

Комплексный эффект от улучшения оборачиваемости выразился в высвобождении значительного объема оборотных средств. Предприятие стало менее капиталоемким в текущем цикле и получило дополнительный внутренний ресурс для покрытия обязательств или финансирования развития. Внутренние источники финансирования повышают финансовую самостоятельность предприятия и снижают зависимость от внешних заимствований, что усиливает конкурентоспособность предприятия.

Важными критериями оценки конкурентоспособности предприятия служат показатели рентабельности, ликвидности и устойчивости. Показатели рентабельности отражают конечную эффективность использования ресурсов. Несмотря на положительную динамику оборачиваемости активов, все основные показатели рентабельности предприятия в анализируемом периоде остаются отрицательными.

Изменение показателей рентабельности представлены в табл. 2 [1].

Так, рентабельность продаж, активов, оборотных средств и собственного капитала демонстрируют улучшение, однако не достигают положительных значений. Это свидетельствует о том, что увеличение объемов деятельности и ускорение оборота ресурсов пока не сопровождаются достаточным уровнем прибыли.

С экономической точки зрения данная ситуация означает, что предприятие находится на стадии восстановления: деловая активность уже начинает расти, однако ее уровень недостаточен для обеспечения устойчивой финансовой результативности.

С позиции конкурентоспособности это имеет принципиальное значение. С одной стороны, ускорение оборачиваемости активов и сокращение сроков расчетов повышают операционную эффективность и гибкость предприятия. С другой стороны, сохраняющаяся убыточность ограничивает возможности самофинансирования, инвестирования и долгосрочного развития.

Таблица 2. Показатели рентабельности АО «Ярославский радиозавод» 2023-2024 гг.

Показатель	2023 г.	2024 г.	Изменение
Рентабельность продаж (ROS)	-27,6%	-9,5%	18,10 п.п.
Рентабельность активов (ROA)	-5,4%	-3,2%	2,20 п.п.
Рентабельность оборотных активов (RCA)	-6,8%	-3,9%	2,90 п.п.
Рентабельность собственного капитала (ROE)	-20,6%	-13,2%	7,40 п.п.
Рентабельность производства (ROTC)	-6,3%	-4,1%	2,20 п.п.

Таким образом, анализ показывает, что деловая активность АО «Ярославский радиозавод» выступает важным интегрированным показателем, характеризующим позиционирование предприятия на рынке. Для достижения устойчивого эффекта необходимо не только ускорение оборота ресурсов, но и повышение рентабельности деятельности предприятия.

Оценка финансовой устойчивости предприятия отражает степень зависимости от заемных источников финансирования и способность организации поддерживать стабильное функционирование в долгосрочной перспективе.

Рассчитанные относительные показатели финансовой устойчивости АО «Ярославский радиозавод» за 2024 год, нормативные значения каждого коэффициента и их экономический смысл представлены в табл. 3.

Таблица 3. Относительные показатели финансовой устойчивости

Показатель	2024 год	Нормативное значение	Экономический смысл
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	0,057	>0,1	Показывает, какая часть оборотных средств финансируется за счет собственных источников
Коэффициент обеспеченности материальных запасов собственными оборотными средствами	0,096	0,5-0,8	Показывает, в какой степени материальные запасы покрыты собственными источниками
Коэффициент маневренности собственного капитала	0,019	0,5	Показывает, насколько мобильны собственные источники с финансовой точки зрения
Коэффициент автономии	0,244	$\geq 0,5$	Доля собственных средств в источниках финансирования
Коэффициент финансового рычага (коэф. капитализации)	3,09	≤ 1	Сколько заемных средств предприятия привлекло на 1 руб. собственных
Коэффициент финансовой устойчивости	0,373	Оптимально 0,8-09	Какая часть активов финансируется за счет устойчивых пассивов

Коэффициент автономии, характеризующий долю собственного капитала в общей структуре источников финансирования, в анализируемом периоде оставался на низком уровне, что свидетельствует о высокой зависимости предприятия от заемных средств. Это ограничивает финансовую независимость организации и снижает ее устойчивость к внешним экономическим колебаниям.

Коэффициент финансовой зависимости, напротив, демонстрирует повышенные значения, что подтверждает значительную долю заемного капитала в структуре источников финансирования. Такая ситуация увеличивает финансовые риски и повышает нагрузку на предприятие в части обслуживания обязательств.

Коэффициент маневренности собственного капитала также находится на недостаточном уровне, что указывает на ограниченные возможности предприятия использовать собственные средства для финансирования текущей деятельности. Это снижает гибкость управления оборотным капиталом и ограничивает потенциал оперативного реагирования на изменения рыночной конъюнктуры.

Анализ обеспеченности оборотных активов собственными источниками показал, что предприятие испытывает дефицит собственных оборотных средств. Это означает, что значительная часть текущей деятельности финансируется за счет заемных ресурсов, что в условиях нестабильной экономики повышает риски потери платежеспособности.

Таким образом, несмотря на положительную динамику показателей деловой активности и частичное восстановление финансовых результатов, уровень финансовой устойчивости АО «Ярославский радиозавод» остается недостаточным.

С позиции конкурентоспособности это имеет критическое значение. Финансово неустойчивое предприятие, даже при высокой деловой активности, ограничено в возможностях долгосрочного развития, инвестирования и расширения деятельности. Следовательно, повышение конкурентоспособности требует способности долгосрочного удержания своих позиций на рынке.

В совокупности это позволяет сделать принципиальный вывод: на микроуровне конкурентоспособность предприятия формируется не только за счёт роста выручки или ускорения оборота ресурсов, но и за счёт способности превращать эту активность в прибыль и поддерживать устойчивую структуру капитала. У АО «Ярославский радиозавод» прослеживается положительная динамика по оборачиваемости и частичное восстановление финансовых результатов, однако сохраняются убыточность и слабая финансовая устойчивость. Следовательно, деловая активность уже является фактором повышения конкурентоспособности, но пока действует как фактор «частичного улучшения», а не как полноценный источник устойчивого преимущества. Для перехода к более сильной конкурентной позиции предприятию необходимо одновременно усиливать оборачиваемость, снижать издержки, повышать рентабельность и укреплять собственную финансовую базу.

На основе материалов статьи показано, что деловая активность предприятия является значимым фактором конкурентоспособности экономики на микроуровне. Полученные результаты позволяют оценить основные критерии и тактический уровень конкурентоспособности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Бухгалтерский отчет. Налоги. Аудит. – URL: https://www.audit-it.ru/contragent/1027600980990_ao-yaroslavskiy-radiozavod (дата обращения: 28.03.2026)
- 2) Евдокимова, А.А. Деловая активность: теоретические аспекты // Теория и практика современной науки. – 2017. – № 1 (19). – С. 337–339.
- 3) Лаврентьев Е.П. Показатели ликвидности и рентабельности предприятия: учебник. – М.: ЮНИТИ, 2018. – 346 с.
- 4) Указ Президента «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 07.05.24. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/739861> (дата обращения: 28.03.2026)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПЕРСОНАЛА

А.Д. Гайнуллин

Научный руководитель – А.Н. Савичева, канд. экон. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Статья посвящена разработке комплексной методики оценки эффективности трудовой деятельности персонала. Авторами обоснована необходимость создания целостного диагностического инструмента в связи с фрагментарностью существующих подходов, которые не позволяют установить причинно-следственные связи между социально-психологическим климатом и экономическими результатами компании. Предлагаемая методика базируется на синтезе системного, процессного и ситуационного подходов, а также на концепции человеческого капитала. Её ключевая особенность – многоуровневая диагностика, объединяющая экономические, социально-психологические и стратегические показатели. В отличие от традиционных методов, методика ориентирована на выявление корневых причин проблем, интеграцию количественных и качественных данных (включая анкетирование, SWOT- и PEST-анализ), а также на формирование адресных рекомендаций для повышения эффективности персонала. Раскрыты алгоритм внедрения, сильные и слабые стороны предложенного подхода. Результаты исследования могут быть применены в практике управления персоналом организаций, заинтересованных в устойчивом развитии и росте производительности труда.

Ключевые слова: эффективность персонала, методика оценки, человеческий капитал, многоуровневая диагностика, анкетирование, вовлеченность, удовлетворенность трудом, swot-анализ, pest-анализ, причинно-следственные связи, управление трудом, ООО «Глобал энерго»

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR EVALUATING STAFF PERFORMANCE EFFECTIVENESS

A.D. Gainullin

Scientific Supervisor – A.N. Savicheva, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article is devoted to the development of a comprehensive methodology for evaluating the effectiveness of personnel performance. The authors substantiate the need for a holistic diagnostic tool due to the fragmentation of existing approaches that fail to establish cause-and-effect relationships between the socio-psychological climate and the company's economic results. The proposed methodology is based on a synthesis of systemic, process-based, and situational approaches, as well as on the concept of human capital. Its key feature is multi-level diagnostics that combine economic, socio-psychological, and strategic indicators. Unlike traditional methods, the methodology focuses on identifying root causes of problems, integrating quantitative and qualitative data (including surveys, SWOT and PEST analyses), and formulating targeted recommendations for improving personnel efficiency. The implementation algorithm, as well as the strengths and weaknesses of the proposed approach, are revealed. The research results can be applied in the practice of personnel management in organizations interested in sustainable development and increased labor productivity.

Keywords: personnel efficiency, assessment methodology, human capital, multi-level diagnostics, surveying, engagement, job satisfaction, swot analysis, pest analysis, cause-and-effect relationships, personnel management, Global energy LLC

Проведенный анализ существующих методов оценки эффективности персонала (методики Орловской О.В., Савицкой Г.В., SWOT-анализ и PEST-анализ) выявил их общий системный недостаток – фрагментарность. Каждый из рассмотренных подходов позволяет получить ценные, но изолированные данные: количественные показатели (производительность, рентабельность, текучесть) фиксируют наличие проблем, но не раскрывают их глубинных причин; качественные методы (анкетирование, анализ

коммуникаций) выявляют зоны неудовлетворенности, но не позволяют количественно измерить их влияние на конечный финансовый результат. Существующие методики оценки не дают полной картины эффективного использования персонала. Отсутствует комплексная методика, которая будет рассматривать эффективность персонала с нескольких сторон. Возникает необходимость создания целостного инструмента, который позволит не только диагностировать симптомы кадровых проблем, но и выявлять их корневые причины, устанавливая причинно-следственные связи между социально-психологическим климатом в коллективе и экономическими показателями деятельности компании [2, 4].

Предлагаемая методика принципиально отличается от рассмотренных ранее подходов своей комплексностью и многоуровневостью. Ее новизна заключается не просто в наборе инструментов, а в том, что она выстраивает их в логическую цепочку, где результаты одного этапа анализа служат основой и обоснованием для проведения следующего. Это позволяет перейти от констатации фактов (например, «производительность упала») к пониманию причин (например, «производительность упала из-за отсутствия четкой обратной связи и непонимания карьерных перспектив, что демотивировало ключевых сотрудников»).

Направление совершенствования – разработка комплексной методики.

Методологической базой разработки выступает синтез трех научных подходов: системного, процессного и ситуационного. Системный подход позволяет рассматривать персонал не как изолированную функцию, а как неотъемлемую часть бизнес-системы, где изменения в одной подсистеме (например, мотивации) неизбежно влекут изменения в других (производительность, качество). Процессный подход обеспечивает цикличность оценки: от сбора данных через анализ к разработке решений и обратной связи. Ситуационный подход гарантирует гибкость методики – ее инструментарий может адаптироваться под конкретные цели оценки и текущую ситуацию в компании, будь то кризис, рост или стагнация.

Важным теоретическим фундаментом также выступает концепция «человеческого капитала», согласно которой сотрудники рассматриваются не как статья затрат, а как актив, требующий инвестиций и приносящий отдачу. В отличие от классических методик, фокусирующихся на контроле издержек на персонал, предлагаемая методика ориентирована на оценку эффективности этих инвестиций. Она позволяет ответить на вопрос: какую добавочную стоимость создает каждый рубль, вложенный в обучение, мотивацию или улучшение условий труда? Это смещает фокус управления от простой экономии к поиску точек роста, где инвестиции в человеческий капитал дают максимальный мультипликативный эффект для бизнеса.

Усовершенствованная методика представляет собой комплексную систему оценки эффективности работы персонала, интегрирующую количественные и качественные показатели с использованием современных инструментов анализа. Ее сущность раскрывается через следующие ключевые положения:

- Принцип многоуровневой диагностики. Методика основана на последовательном анализе эффективности на трех взаимосвязанных уровнях:

- Экономический уровень: оценка традиционных финансовых и производственных показателей (производительность, рентабельность, текучесть кадров), позволяющая зафиксировать количественные результаты работы персонала.

- Социально-психологический уровень: диагностика удовлетворенности, вовлеченности, мотивации и внутрикорпоративных коммуникаций через анкетирование сотрудников, что позволяет выявить субъективные факторы, влияющие на эффективность.

- Стратегический уровень: анализ соответствия кадрового потенциала долгосрочным целям компании и внешним условиям среды с помощью SWOT-анализа и PEST-анализа.

- Интегративность (связанность методов). Методика не просто использует набор разрозненных инструментов, а выстраивает их в логическую цепочку, где результаты одного этапа анализа служат основой и обоснованием для проведения следующего. Это позволяет не только констатировать факт наличия проблемы (например, падение производительности),

но и выявить ее глубинные причины (например, слабые коммуникации или отсутствие карьерных перспектив).

– Ориентация на выявление причинно-следственных связей. Ключевая задача методики – установить взаимосвязь между экономическими результатами компании и качественными характеристиками ее персонала (лояльность, уровень развития, мотивационный профиль). Такой подход позволяет понять, почему те или иные показатели изменяются.

– Практическая направленность. Результаты оценки служат не просто итоговым отчетом, а информационной базой для разработки адресных, экономически обоснованных рекомендаций. Методика нацелена на трансформацию выявленных «слабых сторон» в «точки роста» и формирование конкретного плана мероприятий.

– Адаптивность. Предложенный алгоритм действий и набор инструментов могут быть скорректированы с учетом специфики деятельности конкретного предприятия, его размера, отраслевой принадлежности и стратегических приоритетов.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет перейти от фрагментарной оценки отдельных аспектов работы с персоналом к созданию целостной системы управления эффективностью, ориентированной на устойчивое развитие организации в долгосрочной перспективе.

Положительные и отрицательные стороны авторской методики представлены в табл. 1.

Таблица 1. Положительные и отрицательные стороны авторской методики

Положительные стороны методики	Отрицательные стороны методики
– Комплексность: охватывает все аспекты эффективности (экономический, социальный, процессный). – Гибкость: может быть адаптирована под специфику различных подразделений компании. – Диагностическая глубина: позволяет выявить не только симптомы проблем (падение производительности), но и их коренные причины (слабые коммуникации, неясность целей). – Практическая ориентация: результаты непосредственно формируют основу для разработки конкретных рекомендаций и плана мероприятий. – Проактивность: нацелена не только на оценку прошлого, но и на прогнозирование и предотвращение будущих кадровых рисков.	– Трудоемкость: требует значительных временных и организационных ресурсов для сбора и анализа данных. – Субъективность части данных: результаты анкетирования зависят от честности и личного восприятия респондентов. – Требуется высокой культуры обратной связи: успешное внедрение возможно только в условиях доверия между руководством и сотрудниками. – Необходимость специальных компетенций: для обработки и интерпретации качественных данных желательно привлечение HR-специалиста или внешнего консультанта.

Основная идея методики заключается в комбинации традиционных экономических показателей с подходами и инструментами к оценке человеческого капитала, что позволяет получить целостную картину эффективности персонала и выявить скрытые резервы для повышения производительности.

Необходимость разработки новой методики обусловлена следующими факторами:

– Ограниченность существующих подходов – традиционные методы оценки не учитывают комплексное влияние человеческого фактора на эффективность бизнеса.

– Динамичность бизнес-среды – требуются адаптивные инструменты, реагирующие на изменения внешней и внутренней среды организации.

– Необходимость прогнозирования – методика позволяет не только оценить текущее состояние, но и спрогнозировать будущую эффективность персонала.

- Стратегическая ориентация – связь оценки персонала со стратегическими целями компании ООО «Глобал Энерго».
- Индивидуализация подходов – возможность разработки персонализированных программ развития для сотрудников.

Кроме того, важным фактором является рост конкуренции на рынке труда. В условиях дефицита квалифицированных кадров, компания, которая не понимает глубинных мотивов своих сотрудников и не измеряет их удовлетворенность, рискует потерять наиболее ценных специалистов. Предлагаемая методика выступает инструментом раннего предупреждения кадровых рисков, позволяя руководству принимать превентивные меры до того, как ситуация станет критической.

Алгоритм методики оценки эффективности работы персонала показан на рис. 1.



Рис. 1. Алгоритм методики оценки эффективности работы персонала ООО «Глобал Энерго» (разработана автором, 2026 г.)

Предлагаемый алгоритм представляет собой последовательный процесс, состоящий из пяти укрупнённых этапов, которые обеспечивают цикличность, преемственность результатов и практическую направленность диагностики. Алгоритм базируется на принципах системного, процессного и ситуационного подходов, что позволяет адаптировать его под конкретные задачи организации.

Этап 1. Подготовительный (срок: 4 недели)

На данном этапе формируется организационная и информационная база для проведения оценки. Производится сбор необходимых внутренних данных (штатное расписание, показатели текучести, производительности труда, рентабельности, результаты предыдущих оценок). Также осуществляется информирование персонала о целях, сроках и форме предстоящей диагностики, что необходимо для обеспечения доверия и повышения искренности ответов при анкетировании.

Этап 2. Аналитический (срок: 2–3 недели)

Ключевой этап, в рамках которого проводится многоуровневая диагностика с использованием трёх основных инструментов:

- 2.1. Анкетирование (2 недели) – разрабатывается и проводится анкета для сотрудников, направленная на оценку удовлетворённости, вовлечённости, мотивации, восприятия коммуникаций и организационного климата.

– 2.2. PEST-анализ (3 календарных дня) – оцениваются внешние факторы (политические, экономические, социально-культурные, технологические), влияющие на эффективность персонала и кадровые риски.

– 2.3. SWOT-анализ (3 календарных дня) – выявляются сильные и слабые стороны системы управления персоналом, а также возможности и угрозы со стороны внешней среды.

Этап 3. Анализ результатов (срок: 1 неделя)

Проводится комплексная обработка и интерпретация собранных данных. Количественные результаты анкетирования сводятся в таблицы и диаграммы, качественные ответы на открытые вопросы обрабатываются методом контент-анализа. Результаты PEST- и SWOT-анализов сопоставляются с данными анкетирования и экономическими показателями. Цель этапа – выявление не просто симптомов проблем (например, низкой производительности), а их корневых причин (например, неясности целей, слабой обратной связи или неудовлетворённости карьерными перспективами).

Этап 4. Разработка рекомендаций (срок: до 1 недели)

На основе выявленных причинно-следственных связей формулируются адресные, экономически обоснованные рекомендации и конкретные мероприятия по повышению эффективности персонала. Предложения группируются по уровням: операционные (улучшение коммуникаций, корректировка KPI), тактические (программы обучения, развития) и стратегические (изменение системы мотивации, кадровая политика). Каждая рекомендация привязывается к зоне ответственности и срокам реализации.

Этап 5. Расчёт экономической эффективности от внедрения методики (срок: до 1 недели)

На заключительном этапе оценивается ожидаемый или фактический экономический эффект от применения разработанной методики и реализованных мероприятий. Рассчитываются такие показатели, как прирост производительности труда, снижение текучести, экономия на найме и адаптации, возврат инвестиций в обучение и мотивацию. Результаты расчёта служат обоснованием целесообразности дальнейшего использования методики и корректировки управленческих решений (табл. 2).

**Таблица 2. Этапы оценки эффективности работы персонала
в соответствии с предложенным алгоритмом**

Этап	Наименование этапа	Срок	Пункты
1	Подготовительный	4 недели	– Сбор информации и необходимых данных – Информирование персонала
2	Аналитический	2-3 недели	– Оценка эффективности работы персонала, предложенной методикой
2.1	Проведение анкетирования	2 недели	– Составление анкеты – Проведение анкетирования
2.2	Проведение PEST-анализа	3 календарных дня	– Проведение PEST-анализа
2.3	Проведение SWOT-анализа	3 календарных дня	– Проведение SWOT-анализа
3	Анализ результатов	1 неделя	– Анализ результатов анкетирования – Анализ результатов SWOT-анализа – Анализ результатов PEST-анализа
4	Разработка рекомендаций	До 1 недели	– Разработка рекомендаций и мероприятий по повышению эффективности работы персонала
5	Расчет экономической эффективности от внедрения новой методики	До 1 недели	– Расчет экономической эффективности от внедрения новой методики

Данный алгоритм реализует принцип «диагностика → анализ → действие → обратная связь», обеспечивая переход от фрагментарной оценки отдельных аспектов работы с персоналом к целостной системе управления эффективностью, ориентированной на устойчивое развитие организации.

Инструментарий методики: анкетирование

Ключевым инструментом сбора первичной информации на социально-психологическом уровне является анкетирование. Нами была разработана анкета для сотрудников «Оценка удовлетворенности, вовлеченности и организационной эффективности сотрудников ООО «Глобал Энерго»». Ее цель: оценка текущей эффективности работы персонала и выявление областей для улучшения.

Анкета разработана как инструмент для сбора первичных данных в рамках исследования. Она охватывает ключевые аспекты эффективности персонала: социальную эффективность (удовлетворенность, климат), результативность (ясность целей, оценка), динамическую эффективность (развитие, адаптивность). Результаты анкетирования, наряду с анализом экономических показателей, лягут в основу комплексной оценки и позволят выявить проблемные зоны и сформировать доказательную базу для разработки рекомендаций по повышению эффективности. Вопросы сконструированы таким образом, чтобы их результаты можно было использовать для последующего анализа и сопоставления с финансовыми метриками компании.

Структура анкеты включает восемь тематических блоков, что позволяет получить всестороннюю информацию: от общей удовлетворенности до стратегического видения. Особое внимание уделено открытым вопросам в конце анкеты. Они дают сотрудникам возможность высказать свое мнение в свободной форме, что часто позволяет выявить проблемы, которые не были учтены разработчиками при составлении закрытых вопросов. Анализ этих ответов методом контент-анализа (выделение часто повторяющихся тем и идей) является важным источником информации для этапа разработки рекомендаций.

Таким образом, разработанная комплексная методика представляет собой законченный, логически выстроенный инструмент диагностики. Ее применение позволяет не просто получить «фотографию» текущего состояния, но и понять динамику процессов, выявить скрытые резервы и разработать стратегию перехода к более эффективной модели управления человеческими ресурсами, что, в конечном итоге, отразится на росте ключевых экономических показателей ООО «Глобал Энерго».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Гребенникова, М.А. Исследование оценки персонала в организации методом «360 градусов» // Политика, экономика и инновации. – 2016. – 6 с. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-otsenki-personala-v-organizatsii-metodom-360-gradusov/viewer>
- 2) Каткало, В.С. Методические указания для подготовки курсового проекта «SWOT-анализ» / В.С. Каткало, А.С. Веселова, С.В. Смельцова. – М.: Высшая школа бизнеса НИУ ВШЭ, 2021. – URL: <https://www.hse.ru/data/2021/04/28/1378500322/Методические%20указания%20SWOT%20анализ.pdf>
- 3) Кибанов, А.Я. Управление персоналом организации: учебник / под ред. А. Я. Кибанова. – М.: ИНФРА-М. – 2012. – 512 с. – URL: <http://files.fip.rshu.ru/ПЕРЕПОДГОТОВКА ЭКОНОМИСТЫ/2/doc/литература/225846.pdf>
- 4) Куимов, П.А. Применение методики pest для анализа внешней среды предприятия // Контентус. – 2016. – 4 с. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metodiki-pest-dlya-analiza-vneshney-sredy-predpriyatiya/viewer>
- 5) Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности: учеб. / Г.В. Савицкая. – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: РИГТО, 2012. – 367 с. – URL: <https://studfile.net/preview/5406236/>

САНКЦИОННЫЙ РИСК КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ СТРАТЕГИЧЕСКИХ РИСКОВ ОРГАНИЗАЦИИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Л.В. Гончарова

Научный руководитель – **А.В. Белов**, канд. экон. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет.

В статье рассматриваются подходы к трактовке санкционного риска и его месту в системе стратегических рисков организации. Обосновывается, что санкционный риск следует рассматривать не только как внешний правовой или комплаенс-риск, но и как элемент стратегического контура управления, влияющий на устойчивое развитие организации. На основе анализа отечественных и зарубежных источников раскрываются основные практические аспекты управления санкционными рисками, включая санкционный комплаенс, договорную работу, оценку контрагентов и адаптацию управленческих решений к санкционной среде.

Ключевые слова: риск, стратегические риски, санкционный риск, санкционные ограничения, санкционный комплаенс, устойчивое развитие организации, риск-менеджмент

SANCTIONS RISK AS AN ELEMENT OF THE ORGANIZATION'S STRATEGIC RISK MANAGEMENT SYSTEM: THEORETICAL APPROACHES AND PRACTICAL ASPECTS

L.V. Goncharova

Scientific Supervisor – **A.V. Belov**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper examines approaches to the interpretation of sanctions risk and its place in the system of the organization's strategic risks. It is substantiated that sanctions risk should be considered not only as an external legal or compliance risk, but also as an element of the strategic management contour affecting the sustainable development of an organization. Based on the analysis of Russian and foreign sources, the main practical aspects of sanctions risk management are revealed, including sanctions compliance, contract work, counterparty assessment and adaptation of managerial decisions to the sanctions environment.

Keywords: risk, strategic risks, sanctions risk, sanctions restrictions, sanctions compliance, sustainable development of organization, risk management

В современных условиях санкционные ограничения стали устойчивым фактором внешней среды, существенно влияющими на деятельность российских организаций. Они затрагивают доступ к финансовым ресурсам, технологиям, рынкам сбыта, логистическим цепочкам и контрагентской сети. В результате санкционная среда формирует для организаций не только правовые, но и финансовые, логистические, репутационные и управленческие угрозы. Это позволяет рассматривать санкционный риск не как изолированный вид внешнего риска, а как значимый элемент системы стратегических рисков организации. Такой подход особенно важен в условиях, когда обеспечение устойчивого развития организации напрямую зависит от способности своевременно распознавать внешние угрозы и адаптировать управленческие решения к изменяющейся среде.

Актуальность темы связана также с тем, что в отечественной литературе и практике санкционный риск часто анализируется преимущественно в правовом или комплаенс-аспекте, тогда как его влияние на стратегию, устойчивость и долгосрочное развитие организации раскрыто недостаточно. Несмотря на наличие значительного числа работ по риск-менеджменту и санкционным ограничениям, в научной литературе недостаточно разработаны комплексные модели системы управления стратегическими рисками организации в условиях санкционной среды.

Цель статьи – уточнить содержание категории «санкционный риск» и обосновать его рассмотрение как элемента системы стратегических рисков организации, а также показать основные практические аспекты управления им в условиях санкционной среды. Такая постановка вопроса позволяет рассматривать развитие системы управления стратегическими рисками как механизм обеспечения устойчивого развития организации в условиях санкционных ограничений.

В теории риск-менеджмента риск определяется как следствие влияния неопределённости на достижение поставленных целей. Такое понимание закреплено в ГОСТ Р ИСО 31073–2024 и позволяет рассматривать риск через призму целей организации и возможного отклонения фактических результатов от ожидаемых. В учебной и научной литературе риск-менеджмент трактуется как интегрированная система принципов, методов и процедур, направленных на выявление, оценку, обработку и мониторинг рисков в контуре стратегического и оперативного управления. Именно такой подход позволяет говорить о связи управления рисками с устойчивым развитием организации, а не только с реагированием на отдельные угрозы.

В отечественных исследованиях под санкционным риском чаще всего понимают вероятность наступления для организации неблагоприятных последствий, связанных с введением, изменением или применением международных и национальных санкций. К таким последствиям относят блокировку активов, ограничение доступа к экспортно-импортным операциям, усложнение расчётов, разрыв контрактов и снижение деловой репутации. В работах И.В. Ершовой и Е.Е. Еньковой санкционный риск раскрывается через призму санкционного комплаенса, то есть как риск, требующий внутрифирменной системы контроля за соблюдением рестрикционных требований. В исследованиях Е.В. Гниломёдова и соавторов внимание акцентируется на том, что санкционный комплаенс выполняет не только защитную, но и управленческую функцию, поскольку позволяет снижать финансовые и репутационные потери и повышать прозрачность бизнес-процессов.

Сравнение данных подходов показывает, что большинство существующих трактовок справедливо подчёркивает правовую природу санкционного риска и его прямую связь с регуляторной средой. Однако такой взгляд представляется недостаточным, поскольку ограничивает санкционный риск рамками только юридического несоответствия. На практике санкционные ограничения оказывают более широкое воздействие: меняют параметры поставок, расчётов, взаимодействия с контрагентами, влияют на возможности реализации стратегии и на устойчивое развитие организации в целом. Поэтому санкционный риск следует рассматривать как внешний риск стратегического уровня, способный затронуть ключевые цели организации, её долгосрочную устойчивость и конкурентоспособность.

С учётом рассмотренных подходов санкционный риск можно определить как вероятность наступления для организации финансовых, логистических, правовых и репутационных потерь, обусловленных введением и применением санкционных ограничений в отношении самой организации, её контрагентов, используемых технологий и каналов взаимодействия с внешней средой. Такое определение позволяет включить санкционный риск в более широкий контур стратегических рисков, а не ограничиваться его формальным комплаенс-измерением. Такой подход даёт основания относить санкционные риски к особому классу внешних стратегических рисков организации.

Рассмотрение санкционного риска как элемента системы стратегических рисков имеет важное методологическое значение. Стратегические риски связаны с достижением долгосрочных целей организации, реализацией стратегии, устойчивостью бизнес-модели и способностью адаптироваться к изменяющейся внешней среде. Санкционные ограничения влияют именно на эти параметры: могут ограничивать развитие новых направлений, снижать доступ к рынкам и ресурсам, изменять условия конкуренции, делать часть выбранной стратегии неэффективной или даже нереализуемой.

Именно поэтому санкционный риск нельзя сводить только к правовому или операционному блоку. Он проявляется в том, что организация может столкнуться с

изменением долгосрочных условий функционирования, потерей устойчивости отдельных бизнес-процессов, необходимостью пересмотра стратегии развития и поиска новых моделей адаптации. В монографии «Предпринимательство “под санкциями”» подчёркивается, что санкции фактически трансформируют бизнес-модели компаний, требуя перестройки логистических, финансовых и управленческих решений. Исследования, посвящённые влиянию санкций на развитие организаций, также показывают, что последствия санкционного давления выходят далеко за пределы разовых ограничений и затрагивают саму логику стратегического развития бизнеса.

Таким образом, включение санкционного риска в систему стратегических рисков позволяет перейти от узкого «реактивного» управления отдельными ограничениями к более комплексному подходу, в котором санкционная среда рассматривается как фактор, требующий постоянной оценки, учёта и адаптации управленческих решений.

С практической точки зрения управление санкционными рисками включает несколько основных направлений. Во-первых, это развитие санкционного комплаенса как системы проверки контрагентов, мониторинга санкционных списков и адаптации договорной базы. Во-вторых, это оценка уязвимых зон в логистике, расчётах и взаимодействии с поставщиками и покупателями. В-третьих, это включение санкционного фактора в систему принятия управленческих решений и в стратегический анализ.

Практика показывает, что для организаций реального сектора особую роль играют именно комбинированные последствия санкций. Например, правовые ограничения могут трансформироваться в логистические проблемы, а логистические сбои – в финансовые потери и снижение устойчивости организации. Поэтому управление санкционными рисками должно быть межфункциональным: в него должны быть вовлечены не только юристы или комплаенс-специалисты, но и подразделения, отвечающие за финансы, логистику, закупки, продажи и стратегическое развитие.

Для российских организаций, в том числе предприятий малого и среднего бизнеса, значимым остаётся и вопрос адаптации внешней стратегии. Исследования показывают, что в условиях санкционной среды важными направлениями становятся диверсификация контрагентов, пересмотр логистических маршрутов, изменение договорной работы и использование мер государственной поддержки. Всё это подтверждает, что санкционный риск необходимо рассматривать не как узкоспециализированную юридическую проблему, а как полноценный элемент системы стратегических рисков организации.

Проведённый анализ позволяет сделать вывод, что санкционный риск следует рассматривать как элемент системы стратегических рисков организации, поскольку он влияет не только на соблюдение формальных ограничений, но и на достижение долгосрочных целей, реализацию стратегии и устойчивое развитие. Существующие подходы к трактовке санкционного риска и санкционного комплаенса создают важную основу для исследования, однако нуждаются в дальнейшем расширении за счёт включения стратегического и организационно-экономического измерения.

Научная новизна данного подхода заключается в уточнении содержания категории «санкционный риск» и в обосновании его рассмотрения как элемента системы стратегических рисков организации. Практическая значимость состоит в возможности использовать полученные выводы при разработке рекомендаций по развитию санкционного комплаенса и системы управления стратегическими рисками в организациях, функционирующих в условиях санкционных ограничений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Dinkins, J. Strengthening US financial institutions' sanctions compliance through better data // *Journal of Financial Compliance*. – 2023. – P. 385–391.
- 2) Hopkin, P. *Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management*. – 5th ed. – London: Kogan Page, 2012.

- 3) Вяткин, В.Н. Риск-менеджмент: учебник / В.Н. Вяткин, В.А. Гамза, Ф.В. Маевский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2018. – 365 с.
- 4) Гниломёдов, Е.В. Санкционный комплаенс и его роль как инструмента обеспечения контроля над активами и повышения эффективности бизнес-процессов с применением информационных технологий / Е.В. Гниломёдов, Е.И. Сухарникова, А.И. Бачурин // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2025. – № 3. – С. 46–50.
- 5) ГОСТ Р ИСО 31073–2024. Менеджмент риска. Словарь. – М.: Стандартиформ, 2024. – 16 с.
- 6) Ершова, И.В. Санкционный комплаенс: внутрифирменное управление рисками от рестрикций / И.В. Ершова, Е.Е. Енькова // Актуальные проблемы российского права. – 2022. – № 17 (136). – С. 45–56.
- 7) Основы риск-менеджмента / М. Круи, Д. Гэлаи, В.Б. Минасян, Р. Марк. – М.: Юрайт, 2020. – 390 с.
- 8) Панова, Е.А. Пути адаптации деятельности российских предприятий к санкционным ограничениям // Вестник университета. – 2023. – № 10. – С. 193–200.
- 9) Пахомчик, Л.В. Предпринимательство «под санкциями»: монография / Л.В. Пахомчик, Л.Г. Иванова, О.А. Лиман. – Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2024.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛАКОКОРАСОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ

А.М. Емельянова, К.В. Смирнов

Научный руководитель – Т.Н. Несиоловская, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В работе анализируется процесс цифровой трансформации российской лакокрасочной промышленности. Выявлено отставание отрасли по уровню цифровой зрелости от зарубежных конкурентов. Рассмотрены основные категории перспективных цифровых технологий: «умное» производство (MES, IIoT), цифровизация R&D (ИИ, цифровые двойники), управление качеством (LIMS, компьютерное зрение) и прогнозная логистика. Систематизированы ключевые проблемы и барьеры их внедрения: кадровый дефицит, высокие инвестиции, технологическая инерция. Предложена пошаговая стратегия внедрения цифровых технологий через пилотные проекты. Показано, что даже частичное внедрение (автоматическое дозирование, MES на одной линии) позволяет сократить брак, снизить логистические затраты, повысить производительность труда в лакокрасочной промышленности, сделав ее более эффективной и адаптивной.

Ключевые слова: цифровая трансформация, лакокрасочная промышленность, искусственный интеллект, «умное» производство, барьеры цифровизации, технико-экономическая эффективность

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PAINT AND VARNISH INDUSTRY: PROSPECTS AND PROBLEMS

A.M. Yemelyanova, K.V. Smirnov

Scientific Supervisor – T.N. Nesiolovskaya, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper analyzes the digital transformation process of the Russian paint and varnish industry. A lag in the industry's digital maturity compared to foreign competitors is identified. The main categories of promising digital technologies are examined: smart manufacturing (MES, IIoT), digitalization of R&D (AI, digital twins), quality management (LIMS, computer vision), and predictive logistics. Key problems and barriers to their implementation are systematized: skills shortages, high investment requirements, and technological inertia. A step-by-step strategy for implementing digital technologies through pilot projects is proposed. It is shown that even partial implementation (automatic dosing, MES on one production line) can reduce defects, lower logistics costs, and increase labor productivity in the paint and varnish industry, making it more efficient and adaptive.

Keywords: digital transformation, paint and varnish industry, artificial intelligence, smart manufacturing, barriers to digitalization, technical and economic efficiency

Цифровая трансформация промышленности является одним из основных трендов современной экономики. Лакокрасочная промышленность (ЛКП) – важнейшая отрасль химического комплекса, обеспечивающая продукцией 15 отраслей, объем рынка превышает 2 млн тонн.

Ключевыми аспектами важности ЛКП являются: критическая необходимость защиты активов (антикоррозионная защита металлов в строительстве, судостроении, нефтегазовой сфере, авиации и космонавтике), декоративные и защитные функции (в строительстве, автомобилестроении, приборостроении), художественно-эстетические функции (создание благоприятной среды обитания человека). Разнообразие требований к лакокрасочным материалам (ЛКМ) обуславливает особенности отрасли: малотоннажность, высокая материалоёмкость, строгие требования к качеству, функциональности и экологичности. Ряд потребностей в ЛКМ покрывалось за счет импорта. В связи с антироссийскими санкциями отрасль должна активно развивать импортозамещение, обеспечивая технологический суверенитет.

В современных реалиях внедрение цифровых технологий становится не просто инструментом оптимизации, а стратегическим фактором выживания и конкурентоспособности. Однако, как показывают исследования, российская ЛКП существенно отстаёт по уровню цифровой зрелости от других отраслей и зарубежных аналогов.

Целью данной работы является анализ текущего состояния, выявление ключевых проблем и определение перспективных направлений цифровизации предприятий лакокрасочной промышленности [1].

Анализ отраслевых данных показывает, что российский рынок ЛКМ демонстрирует рост производства в 2024 году на 7,1 % по сравнению с 2023 годом, однако потребление снижается за счёт падения импорта [5]. В этих условиях основным драйвером развития становится импортозамещение, которое невозможно без модернизации производственных процессов. Зарубежные компании (BASF, PPG, Sherwin-Williams) активно используют высокоэффективные вычисления для молекулярного моделирования, предиктивную аналитику для логистики, мобильные приложения с дополненной реальностью и модель «Краска как услуга». В России же, согласно опросам, только 38 % компаний полностью понимают влияние цифровизации, а 30 % не уверены в её экономических преимуществах [4].

Классификация цифровых технологий для ЛКП включает три основные категории: автоматизация производства (робототехника, промышленный интернет вещей – IIoT), управление данными и аналитика (облачные вычисления, Big Data, искусственный интеллект – ИИ), а также оптимизация и контроль качества (цифровое проектирование, VR/AR, системы управления жизненным циклом продукта – PLM) [3]. Наиболее перспективными для отрасли можно считать следующие решения:

1. «Умное» производство (Индустрия 4.0): внедрение MES-систем (Manufacturing Execution System) для управления цехом в реальном времени, оснащение реакторов и смесителей датчиками IIoT для мониторинга температуры, давления и крутящего момента, что позволяет автоматизировать процессы диспергирования, внедрить предиктивное обслуживание оборудования и снизить влияние человеческого фактора. Роботизация фасовки, паллетирования и загрузки сырья повышает точность и безопасность технологических процессов.

2. Цифровизация R&D: использование ИИ и машинного обучения для прогнозирования свойств новых рецептур (вязкость, цвет, прочность) на основе цифровых двойников, а также внедрение PLM-систем для управления жизненным циклом продукта и цифровых колориметрических систем для точного подбора цвета сокращает время и стоимость экспериментов в 2–3 раза.

3. Управление качеством и соответствием: применение LIMS (Laboratory Information Management System) для автоматизации испытаний и формирования сертификатов, а также систем компьютерного зрения для автоматического контроля цвета и однородности продукции на линии позволяет снизить процент брака.

4. Цифровая логистика и сбыт: прогнозная аналитика на основе ИИ для оптимизации запасов сырья и готовой продукции, CRM-системы для персонализации предложений, онлайн-конфигураторы цвета для клиентов обеспечивают снижение затрат на 10–15 % [2].

Несмотря на очевидные перспективы, внедрение цифровых технологий в российской ЛКП сталкивается с серьёзными проблемами. Проведённый анализ (табл. 1) позволил систематизировать ключевые проблемы цифровизации.

Представленные данные показывают, что цифровизация, будучи глобальным трендом, имеет в ЛКП ряд барьеров для внедрения:

- значительные временные и финансовые расходы;
- сложность масштабирования при переходе от пилотных проектов к серийному производству;
- противоречия в восприятии процессов цифровой трансформации у сотрудников и руководства компаний;
- повышение риска кибербезопасности.

Таблица 1. Ключевые проблемы и барьеры цифровизации ЛКП [4]

Группа проблем	Конкретные барьеры
Кадровые	- дефицит квалифицированного персонала на стыке химии и IT; - отрасль воспринимается как «старая», что затрудняет привлечение молодых цифровых талантов
Организационные	- непонимание топ-менеджментом экономических выгод цифровизации; - сложность перехода от пилотных проектов к полномасштабному внедрению; - приверженность использованию старого ПО, которое предприятия разработали сами для себя
Финансовые	- высокие первоначальные инвестиции (стоимость пилотного проекта - 5-15 млн руб., а полная трансформация - 50-200 млн руб.); - дефицит достоверных данных о рентабельности инвестиций (ROI), что снижает готовность финансировать проекты
Технологические	- отсутствие специализированных отраслевых решений; - проблемы интеграции новых систем с существующими (например, с 1С); - необходимость создания надёжной технической инфраструктуры
Внешние	- зависимость от колебаний цен на сырьё и от конъюнктуры строительного рынка; - ужесточение экологического законодательства; - высокая конкуренция с зарубежными игроками.

Для преодоления этих барьеров наиболее эффективной является пошаговая стратегия цифровой трансформации, начинающаяся с пилотных проектов. Первыми шагами для типичного предприятия ЛКП можно считать следующие пилотные проекты: внедрение системы автоматического дозирования сырья (экономия сырья 3–7 %), внедрение MES на одной производственной линии (снижение простоев, рост общей эффективности оборудования), создание цифровой базы рецептов с LIMS (ускорение вывода новой продукции). Окупаемость таких проектов составляет 6-12 месяцев. Техничко-экономическое обоснование показывает, что даже частичная реализация данных мероприятий позволяет [2]:

- сократить брак на 40–60 %;
- снизить логистические затраты на 10–15 %;
- повысить производительность труда на 15–25 %;
- уменьшить энергопотребление на 5–10 %.

Комплексные программ цифровизации предприятий ЛКП обуславливают достижение как количественных, так и качественных эффектов – повышение гибкости производства, прозрачности процессов и лояльности клиентов. Срок окупаемости их оценивается в 2–4 года.

Таким образом, использование цифровых технологий обуславливает рост эффективности производства, улучшение контроля качества продукции, сокращение издержек, снижение брака, тем самым повышая конкурентоспособность продукции. Цифровая трансформация сделает ЛКП более эффективной и адаптивной, что обеспечит отрасли достижение импортонезависимости и технологического суверенитета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Мировые тенденции внедрения цифровых технологий в химической промышленности. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mirovye-tendentsii-vnedreniya-tsifrovyyh-tehnologiy-v-himicheskoy-promyshlennosti/viewer>
- 2) Цифровая трансформация промышленности: состояние и перспективы. – URL: <https://issek.hse.ru/news/494926896.html>
- 3) Информационные технологии в промышленности. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Информационные_технологии_в_промышленности
- 4) Кузнецова, С.Н. Реализация идеи сквозной межотраслевой кооперации промышленных парков / С.Н. Кузнецова, Л.И. Кутенова // Московский экономический журнал. – 2024. – № 9. – С. 218-228
- 5) Рынок лакокрасочных материалов в 2024-2025 гг.: рост производства и импортозамещение. – URL: https://www.megaresearch.ru/new_reality/rynok-lakokrasochnyh-materialov-v-2024-2025-gg-rost-proizvodstva-i-importozameshenie

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УРОВНЯ БЕЗРАБОТИЦЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПЕРИОД 2019-2024 гг.

К.С. Есипенкова, А.П. Королькова

Научный руководитель – Г.Н. Чубрина, канд. пед. наук, старший преподаватель

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ярославский филиал

Рассматривается динамика уровня безработицы в Российской Федерации за период 2019-2024 гг. На основе статистических данных построена линейная эконометрическая модель временного тренда. Выявлена устойчивая тенденция к снижению уровня безработицы. Проведена оценка качества модели с использованием коэффициента детерминации.

Ключевые слова: безработица, эконометрический анализ, регрессионная модель, рынок труда, временной тренд, коэффициент детерминации

ECONOMETRIC ANALYSIS OF UNEMPLOYMENT RATE DYNAMICS IN THE RUSSIAN FEDERATION FOR THE PERIOD 2019-2024

K.S. Esipenkova, A.P. Korolkova

Scientific Supervisor – G.N. Chubrina, Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer

Financial University under the Government of the Russian Federation, Yaroslavl Branch

The paper examines the dynamics of the unemployment rate in the Russian Federation for the period 2019-2024. Based on statistical data, a linear econometric model of the time trend is constructed. A steady downward trend in the unemployment rate is revealed. The quality of the model is assessed using the coefficient of determination.

Keywords: unemployment, econometric analysis, regression model, labor market, time trend, coefficient of determination

Если попытаться взглянуть на экономику «вживую», безработица оказывается не просто абстрактной цифрой из отчётов, а своего рода термометром деловой активности. Когда доля незанятых растёт на 1-2 процентных пункта, это почти всегда сопровождается падением потребительского спроса, снижением инвестиций и охлаждением бизнеса. Например, в странах ЕС колебания уровня безработицы в диапазоне 5-9% уже ощутимо отражаются на динамике ВВП. В этом смысле показатель занятости выступает не только характеристикой рынка труда, но и косвенным сигналом устойчивости всей экономической системы.

Интересно отметить, что сам по себе уровень безработицы не очень показателен. В некоторых странах уровень безработицы в 4% считается критическим, в то время как в других 7% считается нормальным. Многое зависит от структуры занятости, мобильности населения и даже культурных факторов.

Как отмечал А. Оукен, существует устойчивая связь между отклонением безработицы от её естественного уровня и потерями в выпуске продукции. На практике это проявляется довольно наглядно. Рост безработицы на 1% может сопровождаться снижением ВВП примерно на 2%. Эта зависимость не универсальна, но в ряде случаев она подтверждается статистикой.

Чтобы разобраться в таких закономерностях, экономисты всё чаще обращаются к количественным методам. Эконометрика стала неотъемлемой частью анализа, позволяя не просто описывать явления, а проверять гипотезы на данных.

Дж. Вулдридж подчёркивал, что именно регрессионные модели дают возможность отделить случайные колебания от устойчивых связей. Например, можно оценить, как изменение уровня образования или инвестиций влияет на занятость в конкретной стране. При грамотной постановке модели удаётся выявить эффекты, которые не очевидны при поверхностном наблюдении.

При этом важно понимать природу самой безработицы. Она не возникает «на пустом месте». В её основе почти всегда лежит дисбаланс между количеством людей, готовых работать, и числом доступных вакансий. Но этот разрыв неоднороден. М. Фридман обращал внимание на то, что часть безработицы неизбежна и даже функциональна для экономики.

Кратковременные периоды поиска работы встречаются практически у всех. Люди меняют место, пробуют новые сферы, ищут лучшие условия. Такой тип безработицы обычно называют фрикционным, и его уровень может достигать 2-3% даже в стабильной экономике. Другая ситуация связана с более глубокими изменениями. Когда отрасли трансформируются, исчезают целые профессии. Например, автоматизация в промышленности за последние 20 лет сократила потребность в ряде рабочих специальностей на 15-30% в развитых странах. Это уже структурный сдвиг, и он требует времени на адаптацию.

Отдельно стоит упомянуть периоды спадов. Во время кризисов компании сокращают производство, оптимизируют расходы, и занятость неизбежно падает. В 2008-2009 годах уровень безработицы в некоторых экономиках вырос почти вдвое. Подобные всплески носят циклический характер и зависят от фазы делового цикла.

Даже в благоприятных условиях полностью избавиться от безработицы не удаётся. Всегда остаётся определённый «фоновый» уровень, который складывается из текущих переходов работников и структурных изменений. В развитых странах он обычно колеблется в диапазоне 4-6%. Можно заметить, что попытки искусственно снизить этот показатель ниже естественной границы часто приводят к инфляционному давлению, о чём писал ещё М. Фридман.

В итоге безработица оказывается сложным и многослойным явлением. За одной цифрой скрываются разные процессы, от индивидуального выбора до глобальных технологических сдвигов. Поэтому её анализ требует не только статистических инструментов, но и внимательного взгляда на реальные изменения в экономике и обществе.

Целью данного исследования является анализ динамики уровня безработицы за период 2019-2024 гг. и построение эконометрической модели, описывающей изменение данного показателя во времени.

Для анализа используются статистические данные уровня безработицы за рассматриваемый период. Исходные данные представлены в табл. 1.

**Таблица 1. Динамика уровня безработицы
в Российской Федерации в период 2019-2024 гг.**

Год	Уровень безработицы (%)
2019	4,6
2020	5,8
2021	4,8
2022	4,0
2023	3,2
2024	2,5

Как видно из табл. 1, наибольшее значение уровня безработицы наблюдается в 2020 году. Это можно объяснить ухудшением экономической ситуации, сокращением производства и снижением деловой активности.

В последующие годы наблюдается постепенное снижение уровня безработицы, что может быть связано с восстановлением экономической активности, созданием новых рабочих мест и адаптацией экономики к изменившимся условиям.

Для проведения эконометрического анализа введем временную переменную t , которая отражает порядковый номер года в исследуемом периоде.

Для применения метода наименьших квадратов необходимо выполнить промежуточные расчеты, представленные в табл. 2.

Таблица 2. Промежуточные расчеты для метода наименьших квадратов

Год	t	t ²	Y	tY
2019	1	1	4,6	4,6
2020	2	4	5,8	11,6
2021	3	9	4,8	14,4
2022	4	16	4,0	16,0
2023	5	25	3,2	16,0
2024	6	36	2,5	15,0

Суммы показателей:

$$\Sigma t = 21$$

$$\Sigma t^2 = 91$$

$$\Sigma Y = 24,9$$

$$\Sigma tY = 77,6$$

Для анализа динамики применяется линейная эконометрическая модель временного тренда

$$Y_t = a + bt + \varepsilon_t,$$

где: Y_t – уровень безработицы;

t – временная переменная;

a – свободный член модели;

b – коэффициент тренда;

ε_t – случайная ошибка.

Оценка коэффициентов модели осуществляется методом наименьших квадратов. Коэффициент тренда определяется по формуле

$$b = \frac{n \Sigma tY - \Sigma t \Sigma Y}{n \Sigma t^2 - (\Sigma t)^2},$$

где: n – количество наблюдений.

Свободный член модели рассчитывается по формуле

$$a = \frac{\Sigma Y - b \Sigma t}{n}.$$

В результате проведённых расчетов было получено следующее уравнение регрессии:

$$Y = 6,06 - 0,546t.$$

Отрицательное значение коэффициента тренда свидетельствует о наличии тенденции снижения уровня безработицы во времени. Экономическая интерпретация коэффициента демонстрирует, что уровень безработицы в среднем уменьшается примерно на 0,55 процентного пункта ежегодно.

Для оценки качества построенной модели используется коэффициент детерминации, который вычисляется по формуле

$$R^2 = 1 - \frac{\Sigma (Y_t - \bar{Y}_t)^2}{\Sigma (Y_t - \bar{Y})^2}.$$

В результате расчетов получено значение $R^2 = 0,745$, что означает, что около 74,5% изменений уровня безработицы объясняется временным трендом, включённым в модель. Остальная часть вариации может быть обусловлена другими факторами, такими как экономический рост, изменения структуры экономики, демографические процессы и государственная политика занятости.

Наглядное представление динамики уровня безработицы и линии тренда представлено на рис. 1.

Согласно экономической теории, существует взаимосвязь между экономическим ростом и уровнем безработицы, известная как закон Оукена, согласно которому снижение темпов роста экономики приводит к увеличению безработицы.

Так, динамика показателя безработицы демонстрирует спад, но не резкий, без провалов и скачков, а скорее плавный и последовательный. Подобное поведение кривой обычно указывает на восстановительные процессы в экономике. После пандемийного шока

многие отрасли начали возвращаться к привычным объёмам, а в отдельных сегментах, особенно в сфере услуг и цифровых технологий, занятость даже превысила докризисные значения. В ряде стран снижение безработицы на 2-3 процентных пункта сопровождалось ростом числа вакансий и увеличением деловой активности малого бизнеса.

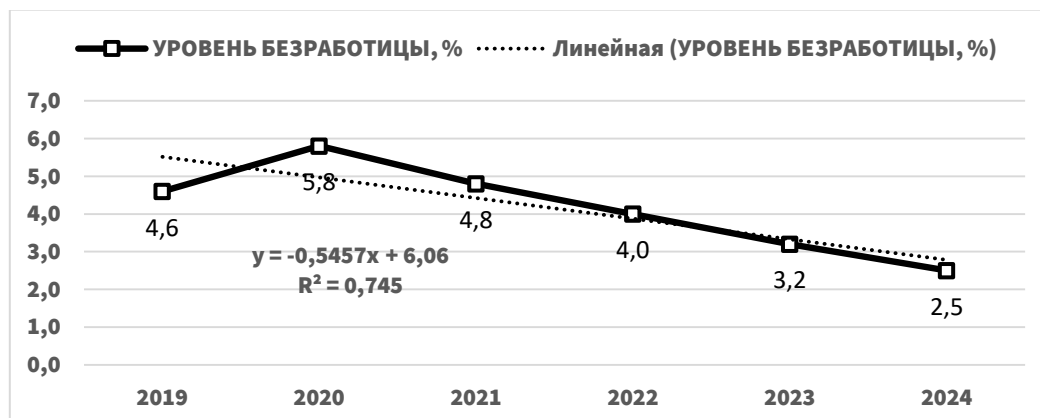


Рис. 1. Динамика уровня безработицы в Российской Федерации в период 2019-2024 гг. и линия тренда

Линейная модель, построенная на имеющихся данных, демонстрирует достаточно высокую степень согласования с фактическими значениями. Коэффициент детерминации в подобных случаях нередко превышает 0,7, что позволяет говорить о приемлемом качестве аппроксимации. При этом важно учитывать, что такая модель улавливает прежде всего общий тренд, сглаживая краткосрочные колебания, вызванные сезонностью или внешними шоками.

Можно заметить, что выявленная тенденция отражает не только текущую ситуацию, но и более глубокие сдвиги. Расширение гибких форм занятости, рост самозанятости, развитие платформенной экономики постепенно меняют структуру рынка труда. По оценкам международных исследований, доля нестандартной занятости за последние годы увеличилась на 5-8%, что также влияет на статистику безработицы, иногда искусственно занижая её уровень.

Эконометрические методы в данном случае дают возможность выйти за рамки простого описания и приблизиться к пониманию причин. Они позволяют проверить, насколько устойчив выявленный тренд и какие факторы оказывают на него наибольшее влияние. На практике это проявляется в том, что модели помогают отделить долгосрочные изменения от временных отклонений и сформировать более взвешенное представление о состоянии рынка труда.

В итоге можно сказать, что снижение безработицы после 2020 года не выглядит случайным эпизодом. Скорее речь идёт о закономерном этапе восстановления, который подтверждается как графически, так и статистически. Однако полагаться исключительно на линейную зависимость было бы упрощением. Экономика остаётся чувствительной к внешним факторам, и дальнейшая динамика будет зависеть от сочетания внутренних реформ, технологических изменений и глобальной конъюнктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Вулдридж, Дж.М. Эконометрический анализ: современный подход: учебник / Дж.М. Вулдридж; пер. с англ. – М.: Вильямс, 2016. – 960 с.
- 2) Доугерти, К. Введение в эконометрику: учебник для вузов / К. Доугерти; под ред. Л.Е. Мироновой; пер. с англ. О.О. Замкова [и др.]. – 3-е изд. – М.: Инфра-М, 2010. – 465 с.
- 3) Закон Оукена – зависимость между ростом ВВП и уровнем безработицы. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Закон_Оукена (дата обращения: 22.03.2026).
- 4) Магнус, Я.Р. Сборник задач к начальному курсу эконометрики / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – М.: ИНИОН РАН, 2021. – 368 с.
- 5) Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Статистика занятости населения. – URL: https://rosstat.gov.ru/labour_force (дата обращения: 22.03.2026).

АДАПТАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ STAGE-GATE ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В УНИВЕРСИТЕТСКОМ ЦЕНТРЕ ИНЖЕНЕРНЫХ РАЗРАБОТОК

О.В. Жиликова

Научный руководитель – **А.А. Киселев**, канд. пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются особенности адаптации методологии Stage-Gate для управления проектами в университетских центрах инженерных разработок (УЦИР). На основе анализа отечественного и зарубежного опыта, включая практику применения методологии в российских авиастроительных корпорациях и при реализации проектов по созданию университетских кампусов, предложены рекомендации по модификации классической модели Stage-Gate с учетом академического контекста и российской специфики.

Ключевые слова: центр инженерных разработок, университет, управление проектами, Stage-Gate, проектный менеджмент

ADAPTATION OF THE STAGE-GATE METHODOLOGY FOR PROJECT MANAGEMENT IN UNIVERSITY ENGINEERING DEVELOPMENT CENTERS

O.V. Zhilyakova

Scientific advisor – **A.A. Kiselev**, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the features of adapting the Stage-Gate methodology for project management in university engineering development centers (UEDCs). Based on the analysis of domestic and foreign experience, including the practice of applying the methodology in Russian aircraft manufacturing corporations and in the implementation of projects to create university campuses, recommendations are proposed for modifying the classical Stage-Gate model, taking into account the academic context and Russian specifics.

Keywords: engineering development center, university, project management, Stage-Gate, project management

В условиях реализации задач по достижению технологического суверенитета Российской Федерации, обозначенных в Указе Президента от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», возрастает роль университетских центров инженерных разработок (УЦИР) как связующего звена между фундаментальной наукой и реальным сектором экономики. Эффективность деятельности таких центров во многом определяется качеством управления проектами, направленными на создание готовых к коммерциализации технологических решений.

В настоящее время главный инструмент перехода от идеи к реальному результату, будь то прибыль, решение социальной проблемы или технологический прорыв, являются инновационные проекты. Ключевая роль инновационного проекта заключается в том, чтобы найти ответ на неизвестный вопрос [5].

Большой вклад в разработку инновационных проектов вносят университетские центры инженерных разработок (ЦИР). Центры инженерных разработок занимаются разработкой комплектующих изделий, производство которых на территории России ограничено или отсутствует, вследствие чего они содействуют росту конкурентоспособности и импортонезависимости промышленных предприятий путём оказания услуг по разработке и реализации технологических процессов по изготовлению критически важных комплектующих. Так, например, ЦИР ЯГТУ осуществляет разработку комплектов конструкторской документации по перечню критических комплектующих и получал грант

Минпромторгом РФ. И сегодня ЦИР ЯГТУ выполняет большую работу в рамках целого ряда договоров по импортозамещению для ПАО «Автодизель» [2]. А в целом сегодня эти центры представляют собой полноценные производственные и образовательные кластеры, охватывают широкий спектр отраслей от двигателе- и судостроения до медицинского приборостроения. А благодаря федеральной поддержке и кооперации с крупными российскими компаниями, они уже становятся не только драйверами инноваций, но и центрами подготовки инженерных кадров нового поколения.

Необходимо отметить, что проектная деятельность – это сложный вид профессиональной деятельности, так как в ней существует большая степень неопределенности, а также необходимость координации деятельности участников реализации проектов и обеспечения взаимосвязанности всех элементов и усилий, необходимых для достижения задач проектов. И все это проявляется в организационных, технических, ресурсных и коммуникативных аспектах [4]. Вследствие этого такая деятельность требует риск-ориентированного подхода в ее осуществлении [3]. Основные теоретические предпосылки и методология управления рисками заложены в отечественной серии стандартов ГОСТ. Основным стандартом является ГОСТ «Менеджмент риска. Принципы и руководство» (ГОСТ Р ИСО 31000-2019 ГОСТ), который определяет основные подходы, терминологию, а также порядок интеграции инфраструктуры риск-менеджмента в организационные процессы [6].

В этих условиях наиболее важным составляющим управления проектной деятельностью становится выбор наиболее эффективной методологии. Методология управления проектами – это установленный подход к ведению проектов от их начала до завершения. Она включает в себя конкретные принципы работы, то есть методы оценки сроков, постановки задач, передачи заданий между сотрудниками и отделами, стандарты совместной работы; определённые инструментариумы для управления проектами, такие, как диаграммы Ганта, Канбан-доски и др., а также методы оценки выполнения задач и общего прогресса проекта.

Обзор современных методологий управления проектами позволяет выделить несколько их видов: традиционные методологии, которые предполагают строгую последовательность этапов и подходят для проектов с четко определенными требованиями, неизменными условиями и необходимостью соблюдения норм и стандартов; гибкие методологии, которые ориентированы на быструю адаптацию к изменениям и позволяют более эффективно реагировать на новые требования, гибридные методологии, которые сочетают элементы обоих подходов, балансируя между структурированностью традиционных методов и адаптивностью гибких методологий [7].

При этом наиболее часто исследователи говорят о конкретных методологиях, так как всегда важно выбрать наиболее оптимальный инструмент под конкретный проект. Например, проектная методология для разработки проекта мобильного приложения не подойдет для внедрения ERP-системы в организации [5,10].

К ним относят:

- линейные (Waterfall, CPM, PRINCE2), определяющие строгие этапы, прогнозируемость;
- гибкие (Agile, Scrum, Scrumban, XP), которые ориентированы на итерацию и быструю обратную связь;
- оптимизационные (Lean, Six Sigma), направленные на улучшение процессов и снижение потерь;
- гибриды (Waterfall+Agile, CCPM), характеризующие баланс строгого и гибкого подходов.

Но говоря об инновационных проектах, важно рассмотреть модель Stage-Gate, которая частично применяемая бизнесом в разных странах для выпуска инновационных продуктов и принятия инвестиционных решений с существенным снижением финансовых рисков [16].

Методология Stage-Gate (стадийно-шлюзовая модель) была разработана Р. Купером и представляет собой системный подход к управлению инновационными проектами от идеи до вывода продукта на рынок [13]. При этом модель предполагает, что проект последовательно проходит через несколько стадий (Stage), разделенных контрольными точками – «шлюзами» (Gate). На каждом шлюзе принимается решение о продолжении, отклонении, приостановке или возврате проекта [13]. Как показал опыт применения в организациях, она позволяла им увеличивать скорости выхода новых продуктов на рынок; повышала организационную дисциплину; уменьшить количество ошибок, потраченных ресурсов и повторной работы; улучшить согласованность действий руководителей организаций; эффективно распределять дефицитные ресурсы; улучшать видимость всех проектов в портфолио; улучшать кросс-функциональное взаимодействие и сотрудничество; улучшать коммуникации и координации с внешними заинтересованными сторонами [16].

В российской практике данная методология активно применяется в авиастроительной и ракетно-космической отрасли. Так, например, с 2023 года на базе Центра проектного обучения Передовой инженерной школы МАИ реализуется программа дополнительного профессионального образования «Программное управление в авиационной и ракетно-космической отрасли», в рамках которой проектные команды ОДК, ОАК, «Ил» и «ЦНИИмаш» работают над созданием корпоративных моделей Stage-Gate для управления авиационными программами [1, 8].

Однако прямое перенесение данной методологии в академическую среду университетских ЦИР пока еще сталкивается с рядом ограничений, обусловленных спецификой университетской проектной деятельности.

Важным примером применения методологии Stage-Gate в российской образовательной и научно-инновационной сфере является опыт Челябинской области по созданию межуниверситетского кампуса мирового уровня в рамках национального проекта «Молодежь и дети». Как отметил министр образования и науки Челябинской области В.В. Литке, использование методологии Stage-Gate позволило структурировать процесс создания образовательных и научных продуктов, ориентированных на рыночный спрос. Из более чем 120 первоначальных идей для реализации было отобрано 83 продукта, прошедших многоступенчатую экспертную проверку [15].

Различные исследования указывают на необходимость дальнейшего развития рассматриваемой модели. В частности, П. Алешник предлагает переопределить структуру модели, выделив фазу Discovery (открытие) в качестве полноценной Стадии 1, что подчеркивает важность этапа начальной генерации идей в согласовании со стратегическими целями [11].

Эмпирическое исследование, проведенное Ф. Модисей в академическом исследовательском центре, выявило следующие барьеры при внедрении формализованных методов управления проектами в университетской среде [14]:

1. Организационные барьеры:

- отсутствие выделенной проектной культуры;
- нечеткое распределение ролей и ответственности;
- совмещение сотрудниками академических и проектных функций.

2. Ресурсные ограничения:

- лимитированное финансирование на управленческую инфраструктуру;
- высокая текучесть кадров (связанная с учебным процессом);
- ограниченный доступ к экспертизе в области коммерциализации.

3. Институциональные противоречия:

- конфликт между академическими ценностями (открытость, публикационная активность) и требованиями коммерциализации (конфиденциальность, интеллектуальная собственность);
- отсутствие четких KPI для оценки успешности проектов.

Применительно к российским условиям следует добавить некоторые специфические барьеры:

- недостаточный уровень проектной компетентности научно-педагогических работников;
- слабая интеграция университетов с реальным сектором экономики, хотя программа «Приоритет-2030» и создание Передовых инженерных школ направлены на преодоление этого разрыва;
- отсутствие тиражируемых моделей управления инновационными проектами в университетской среде.

Обобщение результатов анализа зарубежных и отечественных кейсов внедрения стадийно-шлюзовых моделей в академической среде обусловило разработку адаптационной двухконтурной схемы для центров инженерных разработок при университетах. Ключевым конструктивным элементом данной схемы выступает градация проектов по критерию неопределенности и сложности. Такой подход напрямую опирается на научные выводы, обосновывающие, что жесткая фиксация количества фаз (например, пять или три) нецелесообразна без учета профиля рисков, присущих тому или иному типу инженерных или исследовательских работ.

Для проектов, связанных с прикладными научными исследованиями, характеризующихся предсказуемым результатом и умеренным уровнем неопределенности, рекомендуется использование трехуровневой модели Stage-Gate, выделяя их содержание, ключевой результат и участников (табл. 1).

**Таблица 1. Трехуровневая модель Stage-Gate
для прикладных научных проектов в университетских ЦИР**

Этап	Содержание	Ключевой результат	Участники
Gate 0	Первичная экспертиза идеи (научная новизна, потенциал коммерциализации)	Паспорт проекта	Научный руководитель, представитель индустриального партнера
Stage 1	Исследование и прототипирование	Лабораторный прототип	Студенты, аспиранты, научные сотрудники
Gate 1	Оценка технической осуществимости	Заключение экспертного совета	Экспертный совет (в т.ч. от индустрии)
Stage 2	Расширенная разработка и тестирование	Функциональный прототип	Проектная команда
Gate 2	Оценка рыночного потенциала	Бизнес-кейс	С участием потенциальных заказчиков
Stage 3	Передача в индустрию/лицензирование	Лицензионный договор / Спин-офф	Центр трансфера технологий

Для реализации сложных инженерных задач, сопряженных с генерацией новых технологических решений (авиакосмическая отрасль, инновационные материалы, роботизированные системы, биотехнологии), обосновано использование эталонной пятиуровневой конфигурации Stage-Gate с обязательной детальной проработкой начальной Discovery-стадии как самостоятельного этапа. Указанная конфигурация прошла практическую обкатку в среде Передовых инженерных школ, где участники проектов последовательно проходят все фазы – от выдвижения предпринимательской гипотезы до вывода разработки на рынок.

На основе проведенного анализа по теме исследования, можно сформулировать следующие рекомендации по внедрению адаптированной методологии Stage-Gate в российских университетских ЦИР:

1. Реализация пилотной программы на базе Передовой инженерной школы. Целесообразно начинать внедрение с пилотного проекта на базе уже существующих структур – Передовых инженерных школ, созданных в рамках одноименного федерального проекта. Опыт МАИ показывает эффективность такого подхода [1, 8].

2. Создание кросс-функционального комитета по шлюзам с участием промышленных партнеров. Необходимо сформировать постоянно действующий орган из представителей университета (наука, инжиниринг), промышленных партнеров, центра трансфера технологий и юридической службы для принятия решений на контрольных точках.

3. Дифференциация требований к документации по стадиям. Для ранних стадий (Discovery – Stage 1) требования к документации должны быть минимальными, с постепенным ужесточением на последующих этапах. Это позволит снизить административную нагрузку на исследователей.

4. Интеграция с инструментами проектного обучения. Участие студентов и аспирантов в проектах, управляемых по методологии Stage-Gate, должно быть встроено в образовательные программы. Это создает дополнительную мотивацию и формирует проектные компетенции у будущих специалистов.

5. Использование опыта региональных инновационных экосистем. Как показывает практика Челябинской области, эффективная реализация Stage-Gate требует включения университетского центра в региональную инновационную инфраструктуру и взаимодействия с институтами развития [15].

6. Разработка системы KPI для университетских ЦИР. Необходимо определить ключевые показатели эффективности, учитывающие как академическую (публикации, патенты), так и коммерческую (лицензионные платежи, создание малых инновационных предприятий) составляющие деятельности центра.

Таким образом, данные рекомендации позволяют адаптировать методологию Stage-Gate для российских университетских ЦИР, которая представляет собой не механическое перенесение корпоративных практик, а содержательную трансформацию модели с учетом академической специфики и накопленного отечественного опыта. Ключевыми направлениями такой адаптации являются: дифференциация количества этапов в зависимости от уровня риска проекта, формализация начальной Discovery-фазы, интеграция с проектным обучением и создание кросс-функциональных органов принятия решений с обязательным участием промышленных партнеров.

Практическая значимость исследования заключается в разработке конкретных механизмов внедрения, которые могут быть использованы при создании и развитии университетских центров инженерных разработок в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы», программы «Приоритет-2030» и других инициатив технологического развития РФ [9].

Дальнейшие исследования могут быть направлены на эмпирическую апробацию предложенной модели в действующих университетских ЦИР, разработку системы KPI для оценки эффективности проектной деятельности, а также на исследование возможностей интеграции Stage-Gate с Agile-методологиями в специфических условиях университетской среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Агентство АвиаПорт. Специалисты «Ил», ОДК и ОАК преодолели экватор программы дополнительного образования в МАИ / АвиаПорт. – 2023. – 25 мая. – URL: <https://www.aviaport.ru/news/751357/> (дата обращения: 08.04.2026).

2) В ЯГТУ реализуют проекты для ПАО «Автодизель». – URL: <https://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/d51b43bd-b6a4-4fea-ad1d-c8b40b76c1c1> (дата обращения: 08.04.2026).

3) Киселев, А.А. Внедрение риск-ориентированного подхода в практику деятельности организаций: проблемы и пути их решения // Право и экономическое развитие: актуальные вопросы:

монография / В.Б. Батиевская, М.В. Келехсаева, Т.Е. Ситихова [и др.]; Чувашский государственный институт культуры и искусств. – Чебоксары: Среда, 2023. – С. 78-93.

4) Киселев, А.А. Проекты и проектная деятельность в деятельности отечественных организаций: задачи и проблемы // Экономика: проблемы, стратегия, мониторинг: монография. – Чебоксары: ИД «Среда», 2021. – С. 16-31.

5) Киселев, А.А. Управление проектами: учебник. – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2023. – 640 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697955> (дата обращения: 08.04.2026).

6) Леонова, Т.И. Управление рисками проекта на основе календарно-сетевого моделирования / Т.И. Леонова, Д.К. Тимшина, С.Н. Кузьмина. – URL: <https://eaf.etu.ru/assets/files/eaf21/papers/315-319.pdf> (дата обращения: 08.04.2026).

7) Методологии управления проектами. – URL: <https://bangbangeducation.ru/point/mieniedzhmient/metodologii-upravleniya-proektami/> (дата обращения: 08.04.2026).

8) В МАИ стартовал второй поток обучения по программному управлению в аэрокосмической отрасли / Московский авиационный институт. – URL: <https://mai.ru/press/news/detail.php?ID=176674> (дата обращения: 08.04.2026).

9) Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2024. – № 20. – Ст. 2465.

10) Управление проектами: 12 ключевых методов и как выбрать подходящий. – URL: <https://online.hse.ru/blog/statyi/vybor-redakcii/upravlenie-proektami-12-kljuchevyh-metodov-i-kak-vybrat-podhodjashhij>

11) Alešnik, P. From zero to one: a new perspective on the fuzzy front end of innovation and the Stage-Gate® model / P. Alešnik, I. Vrečko, I. Palčič // Advances in Production Engineering & Management. – 2025. – Vol. 20, No. 1. – P. 1–14.

12) Cooper, R.G. Agile–Stage-Gate for Manufacturers: Changing the Way New Products Are Developed / R.G. Cooper, A.F. Sommer // Research-Technology Management. – 2018. – Vol. 61, No. 2. – P. 17-26.

13) Cooper, R.G. Winning at New Products: Creating Value Through Innovation / R.G. Cooper. 5th ed. – New York: Basic Books, 2017. – 416 p.

14) Modisha, P. The application of a stage-gate method to manage projects at an academic research centre in South Africa: Master's dissertation / P. Modisha; North-West University. – Vanderbijlpark, 2024. – 87 p. – URL: <https://repository.nwu.ac.za/handle/10394/42690> (дата обращения: 08.04.2026).

15) South Ural State University. Chelyabinsk Universities' Best Practices on Creating Campus Ecosystem Presented at Sirius / SUSU. – 2025. – December 2. – URL: <https://www.susu.ru/en/news/2025/12/02/chelyabinsk-universities-best-practices-creating-campus-ecosystem-presented-sirius> (дата обращения: 08.04.2026).

16) Stage-Gate. – URL: <https://blog.bitobe.ru/article/stage-gate/>

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНОСТИ: ПОНЯТИЙНЫЙ АППАРАТ, ИНСТИТУТЫ И МЕХАНИЗМЫ

Э.М. Закиров

Научный руководитель – **О.Г. Моронова**, канд. экон. наук, доцент

Вологодский государственный университет

В статье исследуется нормативно-правовое обеспечение экономической безопасности личности. Рассматриваются ключевые понятия: экономическая безопасность личности, опасность, угроза. Охарактеризованы институты и органы государственной власти, обеспечивающие экономическую безопасность граждан, их полномочия и механизмы взаимодействия. Проанализированы нормативно-правовые акты, социальные стандарты и критерии оценки уровня экономической безопасности личности в Российской Федерации.

Ключевые слова: экономическая безопасность личности, угроза, опасность, нормативно-правовое обеспечение, институты власти, социальные стандарты, механизмы защиты

NORMATIVE-LEGAL SUPPORT OF PERSONAL ECONOMIC SECURITY: CONCEPTUAL FRAMEWORK, INSTITUTIONS AND MECHANISMS

E.M. Zakirov

Scientific Supervisor – **O.G. Moronova**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Vologda State University

The article examines the normative-legal support of personal economic security. The key concepts are considered: personal economic security, danger, threat. The institutions and state authorities ensuring the economic security of citizens, their powers and mechanisms of interaction are characterised. The normative legal acts, social standards and criteria for assessing the level of personal economic security in the Russian Federation are analysed.

Keywords: personal economic security, threat, danger, normative-legal support, institutions of power, social standards, protection mechanisms

Обеспечение экономической безопасности личности является одной из ключевых функций современного государства. В условиях нарастания внешнего санкционного давления, цифровой трансформации экономики, инфляционных волн и структурных изменений на рынке труда вопрос о том, какие правовые механизмы реально защищают экономические интересы гражданина, приобретает первостепенное значение.

Нормативно-правовое обеспечение экономической безопасности личности представляет собой совокупность законодательных актов, государственных стратегий, институциональных структур и механизмов их реализации, направленных на защиту экономических прав и интересов индивида. Без чёткого понимания этой системы невозможно ни оценить реальный уровень защищённости граждан, ни выработать меры по её совершенствованию.

Цель данной статьи – систематизировать нормативно-правовую базу обеспечения экономической безопасности личности в Российской Федерации, охарактеризовать институты и органы власти, осуществляющие данную функцию, а также выявить механизмы и инструменты защиты экономических интересов граждан.

Понятийный аппарат: экономическая безопасность личности, опасность, угроза

Формирование чёткого понятийного аппарата является необходимым условием как теоретического анализа, так и практической правотворческой деятельности в сфере экономической безопасности. Рассмотрим три ключевые категории.

Экономическая безопасность личности – это состояние защищённости экономических интересов и прав индивида, при котором обеспечиваются стабильность его доходов, доступ к

основным благам и социальным услугам, а также возможность реализации экономического потенциала независимо от внешних потрясений [1]. Данная категория носит многокомпонентный характер и охватывает защиту от потери занятости, обесценения сбережений, недоступности образования и здравоохранения. Личная экономическая безопасность неотделима от национальной: макроэкономическая стабильность государства создаёт рамочные условия для безопасности каждого гражданина, тогда как массовое обеднение населения, в свою очередь, подрывает государственную устойчивость [2].

Опасность в контексте экономической безопасности личности – это объективно существующая потенциальная возможность нанесения ущерба экономическому положению индивида, не приобретающая ещё конкретной направленности воздействия. Опасность характеризует общий фон нестабильности среды: глобальная инфляция, технологические изменения на рынке труда, усиление социального неравенства – всё это опасности, которые существуют для широкого круга субъектов вне зависимости от того, ощутил ли их конкретный гражданин. На стадии опасности наиболее эффективны превентивные институциональные меры.

Угроза экономической безопасности личности – реально существующий или непосредственно надвигающийся фактор (совокупность факторов), создающий прямую опасность нанесения экономического ущерба конкретному индивиду или домохозяйству и требующий незамедлительного реагирования. Согласно Стратегии экономической безопасности Российской Федерации до 2030 года, угроза – это «совокупность условий и факторов, создающих прямую или косвенную возможность нанесения ущерба национальным интересам Российской Федерации в экономической сфере» [3]. Применительно к уровню личности угроза конкретна и персонифицирована: это уже состоявшееся увольнение, заморозка вклада, утрата имущества.

Между данными категориями существует логическая иерархия: опасность порождает риск (вероятностную меру наступления ущерба), а риск при определённых условиях трансформируется в угрозу. Цепочка «Опасность → Риск → Угроза → Ущерб» определяет точки возможного правового вмешательства: на каждом этапе действуют специфические нормативно-правовые механизмы защиты.

Нормативно-правовая база обеспечения экономической безопасности личности

Система нормативно-правового обеспечения экономической безопасности личности в Российской Федерации носит многоуровневый характер и включает акты различной юридической силы.

Конституционный уровень формирует базовые гарантии. Статья 7 Конституции РФ закрепляет Россию как социальное государство, политика которого направлена на создание условий для достойной жизни и свободного развития человека. Статья 37 гарантирует свободу труда и защиту от безработицы. Статьи 39–41 закрепляют право на социальное обеспечение, охрану здоровья и медицинскую помощь. Статья 35 обеспечивает защиту права частной собственности [4].

Стратегический уровень представлен прежде всего Стратегией экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года (Указ Президента РФ № 208 от 13.05.2017). Документ определяет цели, задачи и механизмы обеспечения экономической безопасности, фиксирует перечень угроз и пороговые значения индикаторов. К числу угроз, непосредственно затрагивающих личность, отнесены: высокий уровень имущественного расслоения, бедность, высокая инфляция, нестабильность занятости [3].

Отраслевое законодательство детализирует механизмы защиты в конкретных сферах. В сфере труда и занятости: Трудовой кодекс РФ (гарантии трудовых прав, защита от незаконного увольнения), Закон РФ «О занятости населения в Российской Федерации» (система пособий по безработице, программы переобучения). В сфере социальной защиты: Федеральный закон «Об основах социального обслуживания граждан» (№ 442-ФЗ), законодательство об обязательном социальном, пенсионном и медицинском страховании. В сфере финансовой защиты: Федеральный закон «О страховании вкладов в банках РФ» (№

177-ФЗ), законодательство о защите прав потребителей финансовых услуг, о несостоятельности (банкротстве) физических лиц [5].

Институты и органы государственной власти, обеспечивающие экономическую безопасность личности

Обеспечение экономической безопасности личности осуществляется системой государственных институтов, каждый из которых выполняет специфические функции. Систематизация основных институтов и их полномочий представлена в табл. 1.

Таблица 1. Институты и органы, обеспечивающие экономическую безопасность личности

Институт / орган	Основные полномочия в сфере ЭБЛ	Ключевые инструменты
Президент РФ и Совет Безопасности	Определение стратегических приоритетов экономической безопасности	Стратегия ЭБ, указы, доктрины
Правительство РФ	Реализация социально-экономической политики, координация министерств	Государственные программы, постановления, нацпроекты
Министерство труда и социальной защиты	Защита трудовых прав, регулирование занятости и социального страхования	МРОТ, пособия по безработице, программы переобучения
Министерство финансов РФ	Обеспечение бюджетной устойчивости, социальные расходы	Федеральный бюджет, межбюджетные трансферты
Банк России (ЦБ РФ)	Защита сбережений граждан, контроль инфляции, надзор за финансовым рынком	Ключевая ставка, АСВ, регулирование МФО и банков
Прокуратура и суды	Защита экономических прав граждан, правоприменение	Судебная защита, прокурорский надзор
Роструд, ГИТ	Надзор за соблюдением трудового законодательства	Инспекции, предписания, административные взыскания
СФР (Социальный фонд России)	Пенсионное и социальное страхование граждан	Пенсии, пособия, материнский капитал, ЕСП

Особую роль в системе нормативно-правового обеспечения играет Совет Безопасности РФ, который осуществляет стратегическое планирование в сфере национальной безопасности и координацию деятельности федеральных органов в части реализации Стратегии экономической безопасности. На региональном уровне функции обеспечения экономической безопасности личности выполняют органы исполнительной власти субъектов РФ через реализацию региональных социальных программ, установление региональных социальных стандартов и адресную поддержку населения.

Механизмы, инструменты и социальные стандарты

Нормативно-правовое обеспечение экономической безопасности личности реализуется через систему механизмов и инструментов, действующих на разных стадиях цепочки «опасность → угроза → ущерб».

Превентивные механизмы направлены на недопущение перехода опасности в угрозу. К ним относятся: обязательное социальное страхование (пенсионное, медицинское, от несчастных случаев на производстве); система страхования банковских вкладов через Агентство по страхованию вкладов (лимит возмещения – 1,4 млн руб. по стандартным вкладам, до 10 млн руб. по специальным счетам); антимонопольное регулирование, защищающее граждан от ценового монополизма; регулирование деятельности микрофинансовых организаций и ограничение предельной ставки по потребительским кредитам.

Компенсационные механизмы срабатывают при реализации угрозы. Система пособий включает: пособие по безработице (от 1 500 до 12 792 руб. в месяц с учётом районных

коэффициентов); единое пособие на детей (ЕСП), введенное с 2023 года и объединившее ряд выплат; пособие по временной нетрудоспособности (до 100% среднего заработка при стаже свыше восьми лет); выплаты по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве [5].

Социальные стандарты выступают нормативными ориентирами уровня экономической безопасности личности. Ключевые из них: прожиточный минимум – устанавливается ежеквартально Правительством РФ в разрезе социально-демографических групп (в 2024 г. – 15 453 руб. в среднем на душу населения); минимальный размер оплаты труда (МРОТ) – с 1 января 2024 г. составляет 19 242 руб. в месяц; потребительская корзина – нормативный набор товаров и услуг, необходимых для поддержания жизнедеятельности.

Помимо перечисленных, к инструментам нормативно-правового обеспечения относятся: институт банкротства физических лиц (Федеральный закон № 127-ФЗ), позволяющий гражданину при определенных условиях освободиться от чрезмерной долговой нагрузки; механизм кредитных каникул, введенный в кризисные периоды (2020, 2022 гг.); программа «Социальный контракт», направленная на содействие самообеспечению малоимущих граждан; институт финансового омбудсмена, обеспечивающий внесудебную защиту прав потребителей финансовых услуг.

Нормативно-правовое обеспечение экономической безопасности личности в Российской Федерации представляет собой многоуровневую систему, охватывающую конституционные гарантии, стратегические документы, отраслевое законодательство и социальные стандарты. Анализ показал, что данная система включает разветвленную сеть институтов и органов власти с разграниченными полномочиями, а также комплекс превентивных и компенсационных механизмов защиты.

Вместе с тем система нормативно-правового обеспечения требует дальнейшего развития по следующим направлениям: распространение гарантий социального страхования на работников платформенной и неформальной занятости; актуализация социальных стандартов с учётом реального уровня цен; повышение эффективности правоприменения в сфере защиты трудовых прав; развитие механизмов цифровой защиты экономических интересов граждан. Решение данных задач является необходимым условием обеспечения реальной, а не декларативной экономической безопасности личности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Валько, Д.В. Экономическая безопасность личности: сущность и структура / Д.В. Валько, Д.О. Климов // Управление в современных системах. – 2018. – № 4 (20). – С. 98–103.
- 2) Алабичева, М.А. Экономическая безопасность личности как структурная составляющая экономической безопасности государства / М.А. Алабичева // Социально-экономические явления и процессы. – 2014. – Т. 9. – № 11. – С. 9–14.
- 3) Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года: утверждена Указом Президента РФ от 13 мая 2017 г. № 208. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/41921> (дата обращения: 20.03.2026).
- 4) Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 г. (с изм. на 2022 г.). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 20.03.2026).
- 5) Экономическая безопасность личности и её оценка в современной России / Е.В. Романюк, И.В. Байракова, Е.В. Трусевич, Г.П. Назаренко // Проблемы социально-экономического развития. – 2021. – № 3. – С. 55–62.
- 6) Крылова, Е.В. Институциональные основы экономической безопасности: методологический и теоретический аспект / Е.В. Крылова // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2019. – № 3. – С. 95–102.
- 7) Гуреева, М.А. Экономическая безопасность личности в современной России / М.А. Гуреева // Символ науки. – 2016. – № 4-1 (16). – С. 57–63.

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ И МУНИЦИПАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТЬЮ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Закис

Научный руководитель – С.А. Андронович, канд. экон. наук, доцент

Вологодский государственный университет

В статье проведён анализ эффективности управления государственной и муниципальной собственностью Вологодской области как источника неналоговых доходов бюджета за 2020–2024 гг. Выявлен структурный сдвиг в сторону доходов от размещения бюджетных средств (91% в 2024 г.), тогда как традиционные источники – аренда, дивиденды, платежи унитарных предприятий – стагнируют. Рассчитана доходность имущественного комплекса. Сделан вывод о необходимости перехода к активной стратегической политике управления активами.

Ключевые слова: государственная собственность, муниципальная собственность, неналоговые доходы, управление имуществом, доходность, бюджет, Вологодская область

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE STATE AND MUNICIPAL PROPERTY MANAGEMENT SYSTEM IN THE VOLOGDA OBLAST

E.A. Zakis

Scientific Supervisor – S.A. Andronovich, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Vologda State University

The article analyzes the efficiency of state and municipal property management in the Vologda Oblast as a source of non-tax budget revenues for 2020–2024. A structural shift towards income from budget fund placement (91% in 2024) is identified, while traditional sources – rental payments, dividends, and unitary enterprise payments – are stagnating. The return on assets is calculated. The conclusion is drawn on the need to transition to an active strategic asset management policy.

Keywords: state property, municipal property, non-tax revenues, asset management, return on assets, budget, Vologda Oblast

В условиях растущей нагрузки на бюджеты всех уровней неналоговые доходы, в особенности от использования государственного и муниципального имущества, становятся ключевым резервом для укрепления финансовой самостоятельности регионов. Однако на практике потенциал этого источника часто реализуется не в полной мере. Проблема заключается в отсутствии системной оценки не только объёмов, но и структуры и эффективности доходов от собственности, что приводит к принятию неоптимальных управленческих решений и формированию скрытых бюджетных рисков. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью разработки объективных критериев оценки эффективности управления имущественным комплексом, выявления структурных дисбалансов и разработки мер по повышению доходности государственных и муниципальных активов.

Цель исследования: оценить эффективность управления государственной и муниципальной собственностью Вологодской области как источником неналоговых доходов бюджета. Для достижения цели были решены задачи по анализу динамики и структуры доходов, расчёту доходности имущественного комплекса и выявлению ключевых структурных сдвигов. Исследование основано на официальных данных отчётов об исполнении бюджета и данных о балансовой стоимости имущества Вологодской области за 2020–2024 гг. Применялись методы сравнительного, структурного и расчётно-аналитического анализа.

Динамика неналоговых доходов бюджета Вологодской области за 2020–2024 гг. демонстрирует кардинальный структурный сдвиг в сторону доминирования доходов от использования имущества, что требует детального анализа источников данного роста (табл. 1).

Таблица 1. Динамика неналоговых доходов в Вологодской области, млрд руб.

Неналоговые доходы от:	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
продажи материальных и нематериальных активов	0,45	0,55	0,56	0,63	0,55
оказания платных услуг	0,41	0,36	0,45	0,62	1,15
штрафов, санкций, возмещения ущерба	1,23	1,20	1,09	1,71	1,30
использования имущества, находящегося в государственной и муниципальной собственности	1,19	2,70	7,99	7,76	11,30
платежей при пользовании природными ресурсами	1,51	2,41	1,79	1,69	1,89
иных	0,09	0,04	0,02	0,02	0,02
Всего	4,88	7,26	11,90	12,43	16,21

На основании данных, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что общий объём неналоговых доходов и доход от использования имущества устойчиво растут. За пять лет общие неналоговые доходы выросли более чем в три раза (с 4,88 до 16,21 млрд руб.). Доходы от использования имущества также продемонстрировали значительный прирост – с 1,19 до 11,3 млрд руб. Удельный вес доходов от имущества в общей сумме неналоговых доходов увеличился с 24,4% (2020 г.) до 69,7% (2024 г.). Доля дохода от размещения средств бюджета в общем объёме доходов от собственности возросла с 36% в 2020 году до 91% в 2024 году. Именно за счёт роста этого вида доходов (с 0,43 до 10,27 млрд руб.) формируется общий положительный тренд, наблюдаемый в табл. 2. Данный источник не связан с управлением недвижимостью, землёй или предприятиями. Это доход от временного размещения свободных бюджетных денег на банковских депозитах или в ценных бумагах. Таким образом, основной доход от собственности фактически является финансовым доходом от управления денежными активами, а не от использования материального и нематериального имущества.

Таблица 2. Доходы бюджета по видам использования государственной и муниципальной собственности, млрд руб.

Вид дохода от использования государственной и муниципальной собственности	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Прибыль от доли в уставных (складочных) капиталах хозяйственных товариществ и обществ или дивидендов по акциям, принадлежащим РФ и субъектам РФ	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Доходы от размещения средств бюджетов	0,43	1,78	7,11	6,80	10,27
Доходы от арендной либо иной платы за передачу в возмездное пользование государственного и муниципального имущества	0,61	0,70	0,66	0,70	0,75
Платежи от государственных и муниципальных унитарных предприятий	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01
Прочие доходы	0,12	0,20	0,21	0,25	0,26
Доход, всего	1,19	2,70	7,99	7,76	11,30

Данный вывод подтверждает и доля доходов от аренды либо иной платы за передачу в возмездное пользование государственного и муниципального имущества: несмотря на незначительный рост с 0,61 до 0,75 млрд руб., она уменьшилась с 51% до 6,6% с 2020 по 2024 год. Это свидетельствует о неэффективной арендной политике, наличии большого объёма несданного в аренду имущества, заниженных ставках арендной платы и отсутствии системной работы по оптимизации этого источника.

Таким образом, произошёл кардинальный структурный сдвиг: если в 2020 году основными источниками были аренда либо иные платы за передачу в возмездное пользование государственного и муниципального имущества (51%) и размещение средств (36%), то к 2024 году система стала зависящей от одного источника – доходов от размещения средств (91%). Это создаёт высокий бюджетный риск, так как доходы от размещения средств напрямую зависят от ключевой ставки Центрального банка и конъюнктуры финансового рынка. Их резкое снижение в будущем не будет компенсировано доходностью от других видов имущества, которые находятся в слабом состоянии.

Фактический рост обеспечен исключительно доходами от финансовых операций с временно свободными бюджетными деньгами, а не за счёт повышения эффективности управления основным имущественным комплексом. Реальный сектор управления собственностью (аренда, дивиденды, деятельность унитарных предприятий) находится в состоянии глубокой стагнации, о чём свидетельствуют показатели в табл. 2. Из этого следует, что бюджет получает значительные средства не за счёт качественного управления активами, а благодаря благоприятной макроэкономической конъюнктуре. Это указывает на системную проблему: отсутствие современной, активной и стратегической политики в сфере управления государственной и муниципальной собственностью, что приводит к недоиспользованию её колоссального потенциала и создаёт серьёзные риски для стабильности бюджетных поступлений в будущем [1, 2].

Для комплексной оценки результатов управления государственной и муниципальной собственностью недостаточно анализа лишь доходной части бюджета. Ключевым показателем, позволяющим оценить реальную отдачу от активов, является их доходность, для расчёта которой необходимо обратиться к данным о динамике стоимости всего имущественного комплекса Вологодской области (рис. 1).

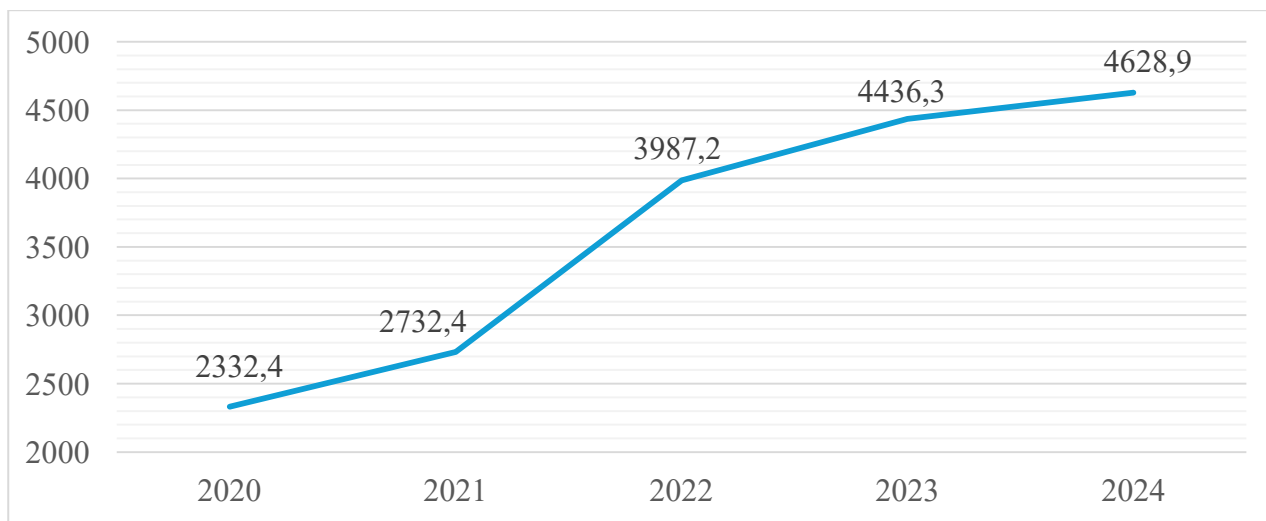


Рис. 1. Динамика стоимости имущества Вологодской области

Динамика стоимости имущества Вологодской области показывает, что за 5 лет стоимость имущества выросла почти в 2 раза: с 2,332 до 4,628 трлн руб. Наибольший скачок произошёл между 2021 и 2022 годами (прирост на 45,9%). Однако сам по себе этот рост не является однозначно позитивным показателем. В контексте ранее представленных данных о доходах он позволяет рассчитать ключевой показатель эффективности – доходность имущества (отношение годовых доходов от имущества к его общей стоимости).

Формула доходности имущества:

Доходность имущества = (Доход от использования имущества / Общая стоимость имущества) · 100%

Таким образом, доходность имущества в 2020 году составляет:

$(1,19 / 2\,332,4) \cdot 100\% = 0,05\%$

В 2024 году доходность имущества составляет:

$(11,30 / 4\,628,9) \cdot 100\% = 0,24\%$

Наблюдается количественный рост имущественного комплекса, что создаёт как дополнительные возможности для извлечения доходов, так и повышенные обязательства по его содержанию и управлению.

Проведённый анализ позволяет сформулировать ряд ключевых выводов о характере трансформации государственного сектора и эффективности управления собственностью.

Наблюдаемое сокращение количества государственных предприятий при одновременном росте общей стоимости имущества может свидетельствовать не об ослаблении сектора, а о его трансформации. В рамках данной логики можно предположить, что регион отказывается от управления множеством мелких объектов и концентрирует ресурсы на нескольких крупных и стратегически важных. Однако важно отметить, что выявленный рост стоимости имущества может быть обусловлен не столько качественным изменением активов, сколько такими факторами, как переоценка земли и недвижимости, что требует дополнительного изучения.

Анализ динамики и структуры неналоговых доходов бюджета выявил серьёзные системные проблемы. Несмотря на значительный формальный рост общих поступлений, качественный анализ показывает, что основной прирост (91% в 2024 году) обеспечен исключительно за счёт доходов от размещения временно свободных средств. Это придаёт росту конъюнктурный характер и прямую зависимость от макроэкономической ситуации на финансовом рынке.

В то же время традиционные источники доходов от собственности – арендные платежи, дивиденды и платежи унитарных предприятий – находятся в состоянии глубокой стагнации. Это указывает на неэффективную арендную политику, недооценку имущества и отсутствие стратегического подхода к управлению активами. Расчёт доходности имущества, несмотря на некоторый рост, демонстрирует крайне низкую эффективность использования колоссального имущественного комплекса.

Таким образом, сложившаяся модель управления создаёт значительные бюджетные риски из-за высокой зависимости от одного, крайне волатильного источника доходов. Для обеспечения устойчивости бюджетных поступлений и раскрытия потенциала государственной собственности необходима смена парадигмы управления: от пассивного получения финансовых доходов к активной стратегической политике, направленной на повышение эффективности использования всего спектра активов [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Крылова, Е.В. Эволюция отношений собственности: постановка проблемы / Е.В. Крылова, С.А. Андронович // Вузовская наука – региону: материалы Десятой Всероссийской научно-технической конференции: в 2 т., Вологда, 28 февраля 2012 года. Т. 2. – Вологда: Вологодский государственный технический университет, 2012. – С. 84–86.
- 2) Матушевская, Е.А. Эффективность управления государственным и муниципальным имуществом на уровне субъекта Российской Федерации / Е.А. Матушевская, А.Н. Кузьмина // Вестник университета. – 2020. – № 4. – С. 77–85.
- 3) Krylova, E.V. Study of property rights as a legal mechanism of economic regulation / E.V. Krylova, S.A. Petrakova // Progressivnaya Ekonomika. – 2025. – № 6. – P. 85–96.

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ
(НА ПРИМЕРЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ)**

В.М. Изякова

Научный руководитель – **О.Г. Моронова**, канд. экон. наук, доцент

Вологодский государственный университет

Рассматриваются вопросы влияния процессов цифровой трансформации на эффективность управления региональным лесопромышленным комплексом, оценивается эффективность применения существующих цифровых инструментов и перспективные направления совершенствования системы регионального управления на их основе.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс региона, цифровая трансформация, система управления

**DIGITAL TRANSFORMATION AS A TOOL FOR IMPROVING THE EFFICIENCY
OF THE REGIONAL FOREST INDUSTRY MANAGEMENT SYSTEM
(A CASE STUDY OF THE VOLOGDA REGION)**

V.M. Izyakova

Scientific Supervisor – **O.G. Moronova**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Vologda State University

The paper examines the impact of digital transformation processes on the efficiency of managing the regional forest industry complex. It evaluates the effectiveness of existing digital tools and identifies promising directions for improving the regional management system based on these technologies.

Keywords: regional forest industry complex, digital transformation, management system

Региональный лесопромышленный комплекс традиционно играет одну из ведущих ролей в экономике Вологодской области. Прежде всего следует отметить высокую фискальную значимость ЛПК для бюджета региона, поскольку отрасль сохраняет устойчивую тенденцию к росту как по доле в ВРП, так и по объему поступлений в бюджет от использования лесов. Предприятия лесопромышленного комплекса формируют высококонкурентные рабочие места в сельской местности и небольших населенных пунктах, что обеспечивает повышение уровня и качества жизни населения, так же снижает степень дифференциации в уровне развития территорий области.

Лесопромышленный комплекс региона стимулирует развитие смежных отраслей экономики и оказывает существенное влияние на экспортный потенциал территории, как на основе роста экспорта собственно предприятий лесной отрасли, так и за счет развития машиностроительного, химического и строительного секторов, что способствует укреплению внешнеэкономических связей Вологодской области.

Совершенствование системы регионального управления лесопромышленным комплексом является важнейшим условием обеспечения устойчивости развития лесной отрасли и экономики региона в целом. Необходимость государственного регулирования и контроля за использованием лесов обусловлена целым рядом причин. Прежде всего, государство выступает крупнейшим собственником, что автоматически предполагает формирование эффективной системы управления рациональным использованием лесных ресурсов, охраной, программой воспроизводства и т.д. Именно государство должно создавать условия, стимулирующие рациональное использование и комплексную переработку древесины, создание предприятиями региона продуктов с высокой добавленной стоимостью. Так же, эффективное управление ЛПК региона должно способствовать развитию малого и среднего бизнеса, который не может самостоятельно решить вопросы модернизации производства, развития рыночной, транспортной и социальной инфраструктуры, но, вместе с тем, выступают точками экономического роста в муниципальных образованиях и являются одним из условий устойчивости развития сельских территорий.

Государственное управление должно обеспечивать контроль за соблюдением экологических норм, восстановление лесов, профилактику пожаров и снижение ущерба от незаконных рубок, но при этом не должно сдерживать предпринимательскую инициативу и сдерживать темпы роста избыточным регулированием и отчетностью. Одним из инструментов, решающих данную задачу, выступает цифровая трансформация системы управления лесопромышленным комплексом региона.

Цифровые технологии в данной сфере способствует усилению экологического контроля и повышению устойчивости лесопромышленного комплекса. Современные системы мониторинга позволяют оперативно выявлять нарушения, контролировать общее состояние лесов и уменьшать негативное воздействие на окружающую среду (например, своевременно обнаруживать лесные пожары и пресекать незаконные рубки).

Цифровая трансформация, помимо внедрения новых технологий, предусматривает принципиальные изменения в общепринятых процессах управления и взаимодействия между государством, предприятиями и гражданами. Один из основных аспектов – это совершенствование возможностей электронного взаимодействия, таких как предоставление государственных услуг, полная прозрачность процедур и использование полноценных данных для анализа и общего прогнозирования.

Цель данного исследования – провести анализ сложившихся тенденций в области цифровизации процессов управления лесопромышленным комплексом региона, выявить проблемы, с которыми сталкивается ЛПК в процессе цифровизации, и обосновать приоритетные направления совершенствования системы управления ЛПК региона на основе цифровых технологий

Объектом исследования выступают процессы цифровизации в системе управления лесопромышленным комплексом на региональном уровне.

Предмет исследования – это инструменты и механизмы функционирования процессов в управлении лесопромышленным комплексом на региональном уровне.

Следует отметить отсутствие единого, общепринятого подхода к определению понятия «цифровая трансформация». Ряд авторов предлагают рассматривать эту категорию как комплексный процесс, затрагивающий все аспекты от собственно внедрения цифровых технологий и изменений в системе оперативного менеджмента предприятий до совокупности действий организационно-экономических механизмов взаимодействия государства, общества и бизнеса (табл. 1).

Таблица 1. Определение понятия «цифровая трансформация»

Источник	Определение
Википедия	Процесс внедрения организацией цифровых технологий, сопровождаемый оптимизацией системы управления основными технологическими процессами.
Д.М. Зозуля [2]	Изменения операционного менеджмента, управления жизненным циклом изделия, организации производства, управления сбытом, стратегии предприятия, инвестиционной политики [2].
Постановление Правительства РФ от 10.10.2020 № 1646 [3]	Совокупность действий, осуществляемых государственным органом, направленных на изменение государственного управления и деятельности государственного органа по предоставлению им государственных услуг и исполнению государственных функций за счет использования данных в электронном виде и внедрения информационных технологий в свою деятельность [3].
Цифровая трансформация. Основные принципы, этапы и результаты реализации [6]	Комплексный процесс, который связан с радикальными изменениями в бизнес-процессах, культуре организации, организационной структуре, взаимодействии с партнерами и потребителями, инфраструктуре.

Целью цифровой трансформации системы управления лесопромышленным комплексом на уровне Вологодской области является повышение эффективности управления лесной отраслью региона, обеспечение «чистоты» процессов предоставления государственных услуг, снижение рисков и создание положительных условий для устойчивого развития данного направления.

В большинстве случаев способом повышения эффективности управления являются цифровые инструменты, которые позволяют оптимизировать производственные процессы, максимально уменьшить время принятия решений, увеличить производительность труда и снизить издержки предприятий.

Необходимым условием цифровой трансформации представляет обеспечение прозрачности системы управления. Например, с 01.01.2025 года на территории Российской Федерации функционирует федеральная государственная информационная система лесного комплекса (ФГИС ЛК), в том числе и на территории лесного фонда Вологодской области, которая обеспечивает движение заготовленной древесины, учёт лесосечного фонда, сделок с древесиной, проведение лесовосстановительных мероприятий и других операций. Эта система создана для пресечения незаконных рубок древесины, серых схем торговли и других нарушений. Каждой лесосеке присваивается уникальный идентификационный номер, что значительно упрощает общий мониторинг лесопромышленного комплекса области.

Цифровые системы управления обеспечивают полноценный обмен данными между государственными органами, предприятиями, гражданами и другими заинтересованными сторонами. Это улучшает координацию взаимосвязей и снижает бюрократические барьеры для полноценного сотрудничества.

Проекты региональных программ, включающие мероприятия, направленные на поэтапную реализацию цифровой трансформации, ежегодно разрабатываются государственными органами Вологодской области на очередной финансовый год и плановый период.

Показатели результативности цифровой трансформации формируются с учетом достижения следующих целей:

- повышение удовлетворенности граждан государственными услугами на территории Вологодской области, в том числе цифровыми, и снижение издержек бизнеса при взаимодействии с государством;
- снижение издержек государственного управления, отраслей экономики и социальной сферы;
- создание условий для повышения собираемости доходов и сокращения теневой экономики за счет цифровой трансформации;
- повышение уровня надежности и безопасности информационных систем, технологической независимости информационно-технологической инфраструктуры от оборудования и программного обеспечения, происходящих из иностранных государств;
- обеспечение уровня надежности и безопасности информационных систем, информационно-телекоммуникационной инфраструктуры;
- устранение избыточной административной нагрузки на субъекты предпринимательской деятельности в рамках контрольно-надзорной деятельности.

Задачи цифровой трансформации системы управления лесопромышленным комплексом на уровне Вологодской области направлены на создание современной и эффективной системы управления, которая должна обеспечить устойчивое развитие региона в условиях цифровой экономики.

Ключевыми из них являются:

1. Создание и внедрение единой цифровой платформы управления лесным хозяйством. Обновление и своевременная актуализация данных Федеральной государственной информационной системы лесного комплекса (ФГИС ЛК), которая на постоянной основе обеспечивает сбор, хранение, обработку и обмен данными между всеми участниками лесных отношений: лесопользователями, органами власти и непосредственно контролирующими структурами.

2. Готовность к цифровой трансформации: оценивается степень цифровой трансформации направлений деятельности специализированных организаций, приспособленности цифровой инфраструктуры к внедрению определенных цифровых решений, уровень цифровых компетенций специалистов предприятий лесопромышленного комплекса и совершенство системы управления цифровой трансформацией лесопромышленного комплекса региона, в том числе в сравнении с лучшими практиками;

3. Полная автоматизация государственных услуг в сфере лесного комплекса Вологодской области, а именно, перевод в электронный вид основных государственных услуг: принятие решения о подготовке договора купли-продажи лесных насаждений для собственных нужд граждан, прием отчетов об охране лесов от пожаров, защите лесов, воспроизводстве лесов и лесоразведении, об охране лесов от загрязнения и иного негативного воздействия, прием лесных деклараций и отчетов об использовании лесов от граждан, юридических лиц, осуществляющих использование лесов, прием и согласование проектов лесовосстановления, проектов лесоразведения, и многие другие. Это повышает прозрачность, сокращает сроки обработки запросов и снижает административные барьеры.

Федеральным министерствам в целях обеспечения комплексности и организационного единства при решении задач и достижении целей цифровой трансформации допускается разрабатывать консолидированные программы, увязанные по целям и задачам, срокам и результатам их реализации, с учетом целей и задач подведомственных им федеральных служб и федеральных агентств, а также целей и задач государственных внебюджетных фондов, координацию деятельности которых они осуществляют.

В настоящее время в полную силу функционируют следующие цифровые системы управления лесопромышленным комплексом Вологодской области:

1. Федеральная государственная информационная система лесного комплекса – это цифровая платформа, которая объединяет сведения о лесных насаждениях, их использовании, охране лесов от пожаров, защите и воспроизводстве лесов, а также информацию об общем обороте древесины.

2. Система мониторинга лесных пожаров «Лесохранитель» – это интеграционное решение, объединяющее в единый комплекс систему видеонаблюдения, серверную платформу, системное и специализированное программное обеспечение, геоинформационную систему, средства обеспечения безопасности и каналы передачи данных (основные функции: автоматизированное обнаружение пожара на ранней стадии, определение координат, азимута и площади пожара, автоматическое оповещение о пожаре, ведение карточки пожара с выдачей заданий, управление силами и средствами пожаротушения, ведение отчетности, защищённый доступ к системе из любой точки земного шара, работа на разных платформах без установки программного обеспечения, полнофункциональная ГИС (географическая информационная система) уровня региона).

3. Система ИСДМ-Рослесхоз – осуществление мониторинга всей территории региона, вне зависимости от зон охраны лесов. Кроме того, данной системой пользуются и другие ведомства, например МЧС.

Комбинация цифровых технологий позволяет создавать системы, которые оперативно обнаруживают лесные пожары, эффективно используют ресурсы и легко подстраиваются под растущие потребности.

На пути внедрения данных цифровых систем в лесопромышленном комплексе Вологодской области возникает ряд существенных барьеров, которые мешают устойчивому введению таких систем.

В процессе исследования были выявлены следующие основные проблемы цифровизации системы управления лесопромышленным комплексом в регионе:

– Неполная информация и ошибки в данных. Во ФГИС ЛК отсутствуют актуальные сведения о квартальных сетях, лесосеках, выделах и других объектах. Кроме того, в загруженных данных содержатся ошибки, что приводит к пересечениям границ используемых объектов и отказам в приёме документов для использования лесных участках (например, проектов лесовосстановления, лесных деклараций, отчетов по использованию, об охране, защите и воспроизводстве лесов).

– Расхождения между системами. Возникают несоответствия между ФГИС ЛК и Единым государственным реестром недвижимости (ЕГРН), что затрудняет координацию действий и принятие решений.

– Тепловизионные системы спутников ИСДМ-Рослесхоз фиксируют только наиболее крупные возгорания в лесу, мелкие пожары система не видит. Это может привести к

несвоевременному обнаружению лесного пожара и его дальнейшему распространению.

- Дефицит квалифицированных кадров.

- Низкий уровень цифровой грамотности и отсутствие бесперебойного доступа к интернету на территории некоторых населенных пунктов Вологодской области. Это ограничивает возможность получения государственных услуг в электронном виде и усугубляет социальное неравенство.

Приоритетными направлениями цифровизации процессов управления лесопромышленным комплексом в Вологодской области выступают:

1. Формирование комплексной системы мониторинга использования лесных ресурсов, в целях обеспечения соблюдения правил лесопользования, а также контроль за выполнением мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов.

Это обеспечит достоверность данных в Федеральной государственной информационной системе лесного комплекса для объединения корректных сведений из различных источников: лесоустроительных материалов, отчётов об использовании лесов, данных дистанционного зондирования Земли и других.

2. Установка поворотных IP-видеокамер нового образца на вышках для слежения за лесами в пожароопасный период, введение функции обнаружения лесного пожара приложением, работающим непосредственно на камере. Целевая функция – нахождение максимума покрытия опасных участков зонами видимости камер.

3. Применение технологий, которые минимизируют нагрузку на инфраструктуру и позволяют масштабировать общую систему управления лесопромышленного комплекса Вологодской области. Это необходимо для достижения определенного результата – онлайн определение пожаров и феноменальная расширяемость системы без необходимости наращивания серверных мощностей.

Для решения проблем цифровой трансформации системы управления лесопромышленным комплексом на региональном уровне требуется комплексный подход, который включает совершенствование нормативно-правовой базы, инфраструктуры, подготовки квалифицированных кадров, а также внедрение современных технологий.

Необходимо устранить технические проблемы, повысить надёжность работы систем, улучшить интерфейс для удобства пользователей различных слоев населения. Важно обеспечить интеграцию всех систем управления с другими региональными информационными системами и платформами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Алексеева, М.В. Трансформация государственного управления: к модели цифрового государства /М.В. Алексеева, С.В. Рыбак // Вестник юридического факультета Южного федерального университета. – 2025. – Т. 12, № 2. – С. 16–23.

- 2) Зозуля, Д.М. Цифровизация российской экономики и Индустрия 4.0: вызовы и перспективы // Вопросы инновационной экономики. – 2018. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-rossiyskoy-ekonomiki-i-industriya-4-0-vyzovy-i-perspektivy>

- 3) Постановление Правительства РФ от 10.10.2020 N 1646 "О мерах по обеспечению эффективности мероприятий по использованию информационно-коммуникационных технологий, финансовое обеспечение которых осуществляется (планируется осуществлять) за счет средств федерального бюджета и бюджетов государственных внебюджетных фондов".

- 4) Сурина, А.В. История развития и современные понятия цифровой трансформации / А.В., Сурина В.Б. Мироненков. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – С. 1-10.

- 5) Цифровая трансформация. Основные принципы, этапы и результаты реализации / Роскачество, АНО «Цифровая экономика», Минцифры России. URL: roskachestvo.gov.ru/about/competence/digital/docs/standart.pdf

- 6) Цифровая трансформация // Википедия: [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Цифровая_трансформация

ТРАНСФОРМАЦИЯ КЛАСТЕРНОЙ ПОЛИТИКИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВЕСТКИ

К.А. Круглов

Научный руководитель – **А.В. Райхлина**, канд. экон. наук, доцент

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ярославский филиал

В статье анализируется кластерная политика Ярославской области как репрезентативного индустриального региона средней России. Представлены результаты анализа показателей инновационной деятельности, которые позволяют сделать вывод о наличии ряда серьезных диспропорций и функционировании созданных кластеров в логике «догоняющей модернизации». Для достижения национальной цели развития «Технологическое лидерство» предложена трансформация кластерной архитектуры региона в четыре межотраслевые технологические платформы, для чего обоснованы направления внесения соответствующих поправок в региональную нормативную базу.

Ключевые слова: кластерная политика, индустриальный регион, технологическое лидерство, умная специализация, Ярославская область, инновационное развитие

TRANSFORMATION OF THE CLUSTER POLICY OF THE YAROSLAVL REGION IN THE CONTEXT OF THE NEW TECHNOLOGICAL AGENDA

K.A. Kruglov

Scientific Supervisor – **A.V. Raikhlina**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Financial University under the Government of the Russian Federation, Yaroslavl branch

The article analyzes the cluster policy of the Yaroslavl region as a representative industrial region of central Russia. The results of the analysis of innovation performance indicators are presented, which allow us to conclude that there are a number of serious imbalances and the functioning of the created clusters in the logic of "catching up modernization". In order to achieve the national development goal of "Technological Leadership", the transformation of the cluster architecture of the region into four intersectoral technology platforms is proposed, for which the directions for making appropriate amendments to the regional regulatory framework are justified.

Keywords: cluster policy, industrial region, technological leadership, smart specialization, Yaroslavl region, innovative development

Современный этап развития России характеризуется движением к технологическому суверенитету. Указ Президента от 07.05.2024 N 309 впервые закрепил национальную цель «технологическое лидерство», предполагающую ряд амбициозных целевых показателей, таких как рост добавленной стоимости в промышленности на 40% к 2030 году, увеличение затрат на НИОКР до 2% ВВП, семикратный рост выручки малых технологических компаний и др. [1]. Для индустриальных регионов, чья специализация сформировалась в советскую эпоху, достижение этих ориентиров представляет собой серьезный вызов, требующий подуманной в соответствующем ключе региональной политики [2].

Ярославская область – типичный индустриальный регион, промышленную специализацию которого формируют предприятия двигателестроения, нефтехимии и приборостроения. В настоящее время в регионе сформировано 4 кластера: межрегиональный кластер автокомпонентов (с участием предприятий Ярославской, Московской, Калужской областей), межрегиональный кластер специальной техники (с участием ПАО «ОДК Сатурн»), а также нишевые инновационные образования – атомный кластер в г. Рыбинске (в кооперации с Госкорпорацией «Росатом») и биотехнологический кластер в г. Угличе (на базе Всероссийского НИИ маслоделия и сыроделия) [3]. Наличие этих кластеров создаёт

производственную кооперацию, способствует концентрации ресурсов и формирует базу для дальнейшей технологической модернизации. Однако, как показывает проведенный нами анализ, их инновационная отдача остаётся недостаточной.

Анализ инновационного потенциала Ярославской области выявил следующие системные дисбалансы, напрямую отражающиеся на состоянии кластерной среды:

- высокий износ основных фондов – в обрабатывающих производствах он стабильно превышает 55% (2022-2024 гг.), коэффициент обновления составляет лишь 9-10% при выбытии 0,7%, что свидетельствует не о качественной модернизации, а об эксплуатации приобретённого ранее оборудования через замещающий ремонт;

- низкая интенсивность собственных разработок – при росте числа используемых передовых производственных технологий (с 3235 в 2020 г. до 4253 в 2024 г.) количество разработанных технологий, признанных новыми для России, составляет в среднем 3-4 единицы в год, а принципиально новых технологий не зафиксировано вовсе;

- сокращение научно-исследовательского сектора – число промышленных предприятий, имевших собственные исследовательские подразделения, уменьшилось с 12 в 2020 г. до 10 в 2024 г., а общее количество организаций, выполняющих исследования и разработки, сократилось с 43 до 39;

- кризис воспроизводства научных кадров – численность докторов наук снизилась со 185 в 2015 г. до 159 в 2024 г., лишь 4% выпускников аспирантуры защищают диссертации (3 человека из 68 в 2024 г.);

- сокращение экспорта инновационной продукции – объём отгруженных инновационных товаров за пределы РФ упал с 1000,8 млн руб. в 2021 г. до 60,6 млн руб. в 2024 г., что свидетельствует о низкой конкурентоспособности ярославских товаров на международных рынках и критической ориентации на внутренний спрос [4].

Анализ позволяет сделать вывод: инновационное развитие Ярославской области на данный момент происходит в логике «догоняющей модернизации», ориентированной на заимствование готовых технологий, а не на генерацию прорывных решений [5]. С целью перехода к технологическому лидерству для таких индустриальных территорий, как Ярославская область, наиболее перспективным является подход «умной специализации», т.е. концентрации ресурсов на стыке традиционных компетенций и новых технологий [6].

Следует отметить, что кластерная политика Ярославской области получила институциональное оформление еще в 2009 году с принятием Концепции кластерной политики, определившей 13 кластерных инициатив [7]. Данный документ, несмотря на верную траекторию (отказ от точечной поддержки отдельных предприятий в пользу стимулирования межфирменной кооперации), в современных условиях нуждается не в количественном расширении проектов, а в качественной трансформации.

С учётом названных в Указе Президента РФ от 07.05.2024 N 309 отраслевых приоритетов (биоэкономика, БАС, новые материалы, энергетические технологии и др.), трансформация кластерной политики Ярославской области должна идти по пути переформатирования. По нашему мнению, исходный перечень из 13 кластерных направлений, зафиксированный в приложении 2 к Концепции 2009 года, может быть сгруппирован в четыре межотраслевых технологических платформы, интегрирующих историческую специализацию региона с приоритетами Указа N 309 (табл. 1).

Предложенная трансформация «надстраивает» над традиционными цепочками новые технологические уклады, меняя вектор развития с выпуска традиционной продукции на инновационные решения.

Реализация данного проекта предполагает внесение содержательных изменений в Постановление Правительства Ярославской области N 650п и сопряжённые с ним ведомственные программы по четырём группам поправок.

Первая группа поправок затрагивает целеполагание и принципы отбора. Действующая Концепция определяла перечень перспективных кластеров на основе анализа «исторически сложившихся отраслей». В обновлённой редакции целесообразно закрепить принцип

формирования кластеров как межотраслевых технологических платформ, ориентированных на выполнение задач национальной цели «Технологическое лидерство». Отбор приоритетных направлений должен осуществляться не по отраслевому признаку, а по критерию «технологической ниши» – способности региональных предприятий и научных организаций в кооперации разрабатывать продукцию, соответствующую направлениям из п. 7а Указа N 309. В Концепцию необходимо включить положение о регулярной (не реже одного раза в пять лет) актуализации перечня приоритетных кластеров.

**Таблица 1. Трансформация кластерных инициатив Ярославской области
в рамках стратегии технологического лидерства**

Исходные кластерные направления	Предлагаемый технологический кластер	Якорные предприятия и научные организации	Приоритетные технологические направления (в соответствии с Указом № 309)
Дизелестроение, газотурбостроение	Новая энергетика и силовая установка	ПАО «ОДК Сатурн», ПАО «Автодизель (ЯМЗ)», ПАО «Тутаевский моторный завод», РГАТУ им. П.А. Соловьёва, ЯГТУ	Новые энергетические технологии, транспортная мобильность
Лакокрасочный, технический текстиль	Новые материалы и аддитивные технологии	АО «Русские краски», ЗАО «НПК ЯрЛИ», ЯГТУ, предприятия спецхимии	Новые материалы и химия, средства производства
Автокомпоненты, радиоэлектроника, приборостроение, кабельный кластер	Интеллектуальные системы мобильности	АО ГМЗ «Агат», ПАО «РОМЗ», АО «Ярославский завод топливной аппаратуры», АО «Кордиант», предприятия кабельной промышленности	Беспилотные авиационные системы, транспортная мобильность, средства производства и автоматизации
Фармацевтический, биотехнологический	Биоэкономика и продовольственная безопасность	Угличская экспериментальная биофабрика, фармацевтические производства, ЯГМУ	Биоэкономика, сбережение здоровья граждан, продовольственная безопасность

Вторая группа поправок касается порядка предоставления мер государственной поддержки. Координационные советы по развитию кластеров, предусмотренные Концепцией 2009 года, наделены преимущественно согласительными функциями. Для перехода к инновационной модели развития эти советы должны быть преобразованы в технологические комитеты, в состав которых на паритетных началах входят представители бизнеса, университетов, научных организаций и малых технологических компаний. Их ключевая функция – формирование «дорожных карт» развития кластеров в соответствии с перечнем критических и сквозных технологий и распределение поддержки НИОКР на конкурсной основе. Критически важным является введение принципа софинансирования исследований со стороны бизнеса (не менее 30–50% от стоимости проекта). Это позволит перейти от практики «грантового» бюджетного финансирования научных разработок, часто не находящих спроса у промышленности, к модели «инвестиционного» партнёрства, где предприятия выступают не только получателями результатов, но и соинвесторами процесса.

Третья группа поправок вводит систему показателей (индикаторов) реализации кластерной политики. Концепция 2009 года устанавливает индикаторы, ориентированные на количественные результаты: создание до трёх перспективных кластеров, организация до пяти индустриальных парков, увеличение объёма инвестиций на 10–30% к 2015 году. Эти показатели не отражают глубину технологической трансформации. Предлагается заменить их на индикаторы, прямо вытекающие из Указа N 309 и адаптированные к региональному уровню:

- темп роста валовой добавленной стоимости в обрабатывающих производствах – участниках кластеров (ориентир – не ниже 40% к 2030 году);
- доля внутренних затрат на исследования и разработки в выручке предприятий кластера; доля отечественных высокотехнологичных товаров и услуг в общем объёме потребления участниками кластера;
- количество малых технологических компаний, включённых в кооперационные цепочки кластера;
- число совместных опытно-конструкторских работ, выполненных предприятиями кластера с организациями высшего образования;
- количество защищённых патентов на изобретения и полезные модели, созданные в рамках кластерного взаимодействия.

Четвёртая группа поправок отвечает за синхронизацию с федеральными мерами поддержки. Концепция 2009 года упоминает возможность получения финансовой поддержки от институтов развития РФ (Инвестиционный фонд, Внешэкономбанк, Российская венчурная компания). Однако за прошедшие годы федеральная архитектура кардинально обновилась: сформированы новые национальные проекты («Новые материалы и химия», «Средства производства и автоматизации», «Беспилотные авиационные системы»), созданы механизмы промышленных кластеров Минпромторга России, предусматривающие налоговые льготы и субсидирование процентных ставок. В обновлённую Концепцию необходимо включить положение о том, что региональные кластеры рассматриваются как коллективные заявители на получение мер федеральной поддержки. Это требует создания в структуре региональных институтов развития (например, Корпорации развития Ярославской области) специализированных компетенций по сопровождению заявок, формированию пулов участников и разработке совместных инвестиционных проектов на базе кластеров, отвечающих критериям федеральных программ.

Кроме того, необходим переход от исключительно «инфраструктурного» понимания кластера к его трактовке как инновационной экосистемы [8]. Это означает, что наряду с поддержкой индустриальных парков и инвестиционных площадок необходима модернизация системы региональных институтов развития, а также формирование «индустриальной аспирантуры», где темы диссертационных исследований напрямую увязываются с технологическими запросами предприятий кластера. Такое расширение позволит преодолеть системный кризис воспроизводства научных кадров, выявленный в ходе анализа инновационного потенциала области.

Предложенная трансформация базируется на трёх ключевых принципах:

- 1) селективность (концентрация ресурсов на четырех технологических платформах вместо 13 исходных направлений),
- 2) инновационное партнёрство (переход от формальных советов к проектному финансированию с обязательным соучастием бизнеса),
- 3) интеграция (синхронизация региональных приоритетов с федеральными мерами поддержки и национальными целями).

Можно предположить, что реализация этих изменений столкнётся с рядом барьеров, среди которых: институциональная инерция (привычка работать в рамках отраслевой логики), недостаток ресурсов (требуется привлечение дополнительного объема средств), а также несовершенство системы статистического наблюдения, не позволяющей в полной мере оценить вклад кластеров в создание принципиально новых технологий. Тем не менее, альтернативой является сохранение тупиковой модели «догоняющей модернизации», которая в условиях санкционных ограничений и курса на технологический суверенитет становится бесперспективной.

Проведённое исследование подтверждает необходимость глубокой актуализации кластерной политики Ярославской области. Широкий перечень из 13 направлений – ценная исходная база, но в условиях реализации Указа N 309 требуется трансформация ее устаревшей Концепции по пути создания четырех технологических платформ – «Новая

энергетика», «Новые материалы», «Интеллектуальные системы мобильности», «Биоэкономика». Предложенный комплекс поправок (закрепление принципа формирования кластеров как технологических платформ, введение софинансирования НИОКР бизнесом, замена количественных показателей на индикаторы технологической глубины, синхронизация с федеральными мерами поддержки, расширение понятия кластерной инфраструктуры до инновационной экосистемы) позволяет превратить промышленное наследие региона из фактора инерции в ресурс для генерации прорывных решений, обеспечив переход от модели «догоняющей модернизации» к модели устойчивого инновационного роста, интегрированной в национальную систему обеспечения технологического суверенитета России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (дата обращения: 26.02.2026).
- 2) Круглов, К.А. Индустриализация СССР и неоиндустриализация России: что общего? / К.А. Круглов // Теоретические и практические аспекты цифровизации российской экономики: сборник трудов VII Междунар. науч.-практ. конф. (28-29 ноября 2024 г., Ярославль) / под общ. ред. к.э.н. С.В. Шкиотова, д.э.н. В.А. Гордеева. – Ярославль: ЯГТУ, 2024. – С. 336-341.
- 3) Атлас промышленности (ГИСП). – URL: <https://gisp.gov.ru/gisp/> (дата обращения: 15.02.2026).
- 4) Ярославская область 2025: статистический сборник-ежегодник. – Ярославль: Ярославльстат, 2025. – 383 с.
- 5) Kruglov, K.A. Import substitution strategy in the economic policy of Russian regions: historical modern approach / K.A. Kruglov, F.A. Belyaev, A.V. Raikhlina // Journal of Regional and International Competitiveness. – 2025. – Vol. 6, No. 1. – P. 99-106. – DOI: 10.52957/2782-1927-2025-6-1-99-106.
- 6) Круглов, К.А. Инновационное развитие Ярославской области: анализ динамики и кластерный потенциал / К.А. Круглов // Коммуникация – Общество – Человек: сборник научных трудов IV Национальной научно-практической конференции. – Ярославль, 2025. – С. 431–434.
- 7) Постановление Правительства Ярославской области от 30.06.2009 № 650 п «Об утверждении Концепции кластерной политики Правительства области». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/934025149> (дата обращения: 25.02.2026).
- 8) Райхлина, А.В. Модернизация региональных институтов развития: экосистемный подход / А.В. Райхлина, Е.Г. Патрушева // ЭКО. – 2024. – №2 (596). – С. 201-215. – DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2024-2-201-215.

УПРАВЛЕНИЕ ЗАКУПОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ

М.Д. Лебедева, М.Б. Абрамова

Научный руководитель – **М.Б. Абрамова**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Раскрываются теоретические основы управления закупочной деятельностью и её роль в обеспечении конкурентоспособности и устойчивости организации. Рассмотрена эволюция подходов к закупкам, определены ключевые элементы системы закупок и их влияние. На примере российских машиностроительных предприятий показано значение закупочной деятельности в формировании конкурентных преимуществ.

Ключевые слова: закупочная деятельность, конкурентоспособность, устойчивость, стратегическое управление, машиностроение, предприятие

PROCUREMENT MANAGEMENT IN THE SYSTEM OF ENSURING THE COMPETITIVENESS AND SUSTAINABILITY OF AN ORGANIZATION

M.D. Lebedeva, M.B. Abramova

Scientific Supervisor – **M.B. Abramova**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper outlines the theoretical foundations of procurement management and its role in ensuring organizational competitiveness and sustainability. The evolution of procurement approaches is considered, and key elements of the procurement system and their impact are identified. Based on examples from Russian mechanical engineering enterprises, the importance of procurement management in creating competitive advantages is demonstrated.

Keywords: procurement management, competitiveness, sustainability, strategic management, mechanical engineering, enterprise

В современных условиях хозяйствования закупочная деятельность приобретает ключевое значение в системе управления предприятием, выступая не только как обеспечивающая функция, но и как стратегический фактор формирования конкурентных преимуществ и устойчивого развития организации. Усиление глобальной конкуренции, нестабильность внешней среды и усложнение цепей поставок обусловили преобразование подходов к управлению закупками, что требует их рассмотрения с позиций современной экономической теории и логистики.

С экономической точки зрения закупочная деятельность представляет собой совокупность процессов, направленных на обеспечение предприятия необходимыми материальными ресурсами, услугами и комплектующими в требуемом объёме, качестве, ассортименте и в установленные сроки с минимальными совокупными затратами [1]. В классическом понимании закупки рассматривались как элемент снабженческой функции, основной задачей которой являлось обеспечение бесперебойного производственного процесса при минимизации закупочных цен и издержек обращения [2].

Однако в рамках современных научных подходов происходит расширение трактовки закупочной деятельности. Так, в концепции цепочки создания ценности, предложенной М. Портером, закупки рассматриваются как один из ключевых видов поддерживающей деятельности, влияющих на конечную стоимость продукта и формирование конкурентных преимуществ [3]. В этой связи закупочная деятельность выходит за рамки вспомогательной функции и становится интегрированной частью общей бизнес-стратегии предприятия.

Сравнительный анализ подходов позволяет выделить две основные трактовки закупочной деятельности. Первая – функциональная, в рамках которой закупки рассматриваются как элемент системы снабжения, ориентированный на решение текущих задач обеспечения производства. Вторая – процессно-ориентированная, согласно которой

закупочная деятельность является важным элементом цепи поставок, обеспечивающим создание добавленной стоимости и координацию взаимодействия с внешними контрагентами [3].

Эволюция подходов к управлению закупочной деятельностью тесно связана с развитием логистики и концепций управления цепями поставок. На ранних этапах (до 1980-х гг.) закупки носили преимущественно тактический характер и сводились к поиску поставщиков с наименьшей ценой и обеспечению своевременных поставок. Основной акцент делался на снижении прямых затрат, при этом стратегические аспекты практически не учитывались [4].

С развитием логистических концепций в 1980–1990-х гг. произошло смещение акцента с локальной оптимизации закупок на управление материальными потоками в рамках предприятия. Закупочная деятельность стала рассматриваться как часть интегрированной логистической системы, обеспечивающей синхронизацию процессов снабжения, производства и распределения [5].

Современный этап развития (с конца 1990-х гг. по настоящее время) характеризуется формированием стратегического подхода к управлению закупками, основанного на концепции управления цепями поставок (Supply Chain Management, SCM). В рамках концепции закупочная деятельность интегрируется с другими бизнес-процессами и ориентируется на создание долгосрочной ценности, снижение совокупных затрат и повышение устойчивости цепей поставок [6].

Особое значение приобретает концепция управления взаимоотношениями с поставщиками (Supplier Relationship Management, SRM), предполагающая переход от транзакционного взаимодействия к стратегическому партнёрству. В рамках концепции поставщики рассматриваются как ключевые участники создания ценности, а эффективное управление отношениями с ними способствует повышению инновационного потенциала, снижению рисков и обеспечению устойчивости организации [5].

Сравнительный анализ подходов к управлению закупочной деятельностью представлен в табл. 1.

Таблица 1. Сравнительный анализ подходов к управлению закупочной деятельностью

Подход	Представители	Сущностная характеристика	Роль закупок в организации	Основные цели
Функциональный (снабженческий)	А.М. Гаджинский, В.И. Сергеев	Закупки рассматриваются как часть снабженческой функции, обеспечивающей производство материальными ресурсами	Вспомогательная, обслуживающая функция	Обеспечение бесперебойности поставок, минимизация закупочных цен
Затратно-ориентированный	Роберт М. Монцка	Акцент на управлении затратами закупок и оптимизации условий поставок	Операционная функция с элементами анализа затрат	Снижение совокупных затрат
Процессный (логистический)	Д. Бауэрсокс, Д. Клосс	Закупки как часть интегрированного логистического процесса управления материальными потоками	Интегрированный элемент логистической системы	Синхронизация потоков, снижение логистических издержек
Цепочка создания ценности	М. Портер	Закупки как поддерживающая деятельность, влияющая на формирование добавленной стоимости	Стратегически значимая функция	Формирование конкурентных преимуществ через управление издержками и качеством

Окончание таблицы 1

Подход	Представители	Сущностная характеристика	Роль закупок в организации	Основные цели
Концепция управления цепями поставок	С. Чопра, П. Майндл, Дж. Ментцер	Интеграция закупок в единую цепь поставок с координацией всех участников	Ключевой элемент межорганизационного взаимодействия	Оптимизация всей цепи поставок, повышение устойчивости и гибкости
Концепция управления взаимоотношениями и с поставщиками	Д. Ламберт, А. ван Вееле	Закупки как система стратегического управления отношениями с поставщиками	Партнёрская, стратегическая функция	Развитие долгосрочного сотрудничества, снижение рисков, повышение инновационности

Представленный сравнительный анализ демонстрирует, что эволюция подходов к управлению закупочной деятельностью характеризуется переходом от узкофункционального и затратного понимания к стратегическому и интеграционному подходу. Если на ранних этапах закупки выполняли преимущественно обеспечивающую роль, то в современных условиях они становятся важнейшим инструментом формирования конкурентных преимуществ организации.

Особое значение приобретает переход к концепциям управления цепями поставок и управления взаимоотношениями с поставщиками, в рамках которых закупочная деятельность рассматривается как элемент создания ценности и управления межорганизационными связями. Это позволяет не только оптимизировать затраты, но и обеспечить устойчивость бизнеса за счёт повышения надёжности поставок, развития партнёрских отношений и адаптивности к изменениям внешней среды.

Целесообразно рассмотреть практическую реализацию различных подходов к управлению закупками на примере ведущих российских машиностроительных предприятий. Практические модели закупочной деятельности российских машиностроительных предприятий представлены в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительный анализ моделей закупочной деятельности российских машиностроительных предприятий

Предприятие	Характер системы закупок	Преобладающий подход	Уровень зрелости
ПАО «КАМАЗ»	Интегрированная система с категорийным управлением и цифровизацией	Концепция управления цепями поставок + концепция управления взаимоотношениями с поставщиками	Высокий (стратегический уровень)
ООО «УК «Группа ГАЗ»	Комбинированная модель (затраты + логистика)	Процессный + затратно-ориентированный	Средний (переходный уровень)
ООО НПО «Урал»	Традиционная система снабжения	Функциональный	Базовый (операционный уровень)

Анализ показывает, что российские машиностроительные предприятия находятся на разных стадиях эволюции закупочной деятельности:

- лидеры отрасли (КАМАЗ) переходят к стратегическим моделям управления цепями поставок, что соответствует современным научным концепциям управления цепями поставок и управления взаимоотношениями с поставщиками [8];
- предприятия среднего уровня (ГАЗ) реализуют гибридные модели, сочетающие элементы логистики и традиционного снабжения [9];
- консервативные структуры (УРАЛ) сохраняют функциональный подход, ориентированный на обеспечение производства [10].

Таким образом, практика подтверждает теоретический вывод о том, что развитие закупочной деятельности напрямую связано с уровнем зрелости управления и степенью

интеграции предприятия в цепи поставок, что в конечном итоге определяет его конкурентоспособность и устойчивость.

С учётом современных подходов система управления закупочной деятельностью включает ряд взаимосвязанных элементов. Прежде всего, это планирование потребностей, которое основывается на прогнозировании спроса и определении необходимого объёма ресурсов. Данный этап обеспечивает согласование закупочной деятельности с производственными и сбытовыми планами предприятия.

Важным элементом является выбор и оценка поставщиков, включающая анализ их надёжности, качества продукции, ценовой политики, логистических возможностей и финансовой устойчивости. Современные методы предполагают использование многофакторных моделей оценки и развитие долгосрочного сотрудничества с ключевыми поставщиками.

Операционная логистика закупок охватывает процессы размещения заказов, организации поставок, контроля сроков и качества исполнения контрактов. Эффективное управление на данном этапе позволяет минимизировать логистические издержки и снизить вероятность сбоев в поставках [11].

Неотъемлемой частью системы управления закупками является управление запасами, направленное на оптимизацию их уровня с учётом баланса между затратами на хранение и рисками дефицита. Использование современных методов, например, «Точно в срок» (Just in Time, JIT) способствует снижению издержек и повышению оборачиваемости ресурсов [11].

Завершающим элементом выступает оценка эффективности закупочной деятельности, включающая анализ затрат, уровня сервиса, надёжности поставок и вклада закупок в формирование конкурентных преимуществ предприятия. Применение системы ключевых показателей эффективности позволяет обеспечить контроль и непрерывное совершенствование закупочной функции [12].

Таким образом, закупочная деятельность в современных условиях трансформируется из вспомогательной функции в стратегически значимый элемент управления организацией. Её эффективная организация и интеграция в систему управления цепями поставок обеспечивают не только снижение издержек, но и повышение конкурентоспособности и устойчивости предприятия в долгосрочной перспективе.

Конкурентоспособность и устойчивость организации выступают ключевыми ориентирами стратегического управления, определяющими долгосрочную эффективность функционирования предприятия. Усиление нестабильности внешней среды, рост неопределённости и усложнение межфирменных взаимодействий обуславливают необходимость комплексного рассмотрения данных категорий в контексте современных экономических теорий.

Конкурентоспособность предприятия в научной литературе трактуется как способность организации формировать и удерживать устойчивые позиции на рынке за счёт эффективного использования ресурсов, создания ценности для потребителя и адаптации к изменяющимся условиям внешней среды [13]. При этом в экономической теории сформировалось несколько ключевых подходов к её определению.

В рамках ресурсной теории (Resource-Based View, RBV) конкурентоспособность рассматривается как результат обладания уникальными ресурсами и способностями, которые являются ценными, редкими, трудно имитируемыми и незаменимыми [14]. Данный подход акцентирует внимание на внутреннем потенциале организации, включая материальные, финансовые, технологические и человеческие ресурсы.

Развитием ресурсного подхода является концепция ключевых компетенций, предложенная Г. Хамелом и К. Прахаладом. Согласно данной концепции, устойчивое конкурентное преимущество формируется за счёт способности компании эффективно комбинировать и использовать свои знания, технологии и управленческие навыки. Ключевые компетенции позволяют организации создавать уникальные продукты и обеспечивать дифференциацию на рынке [14].

Ценностно-ориентированный подход основывается на представлении о том, что конкурентоспособность определяется способностью компании создавать добавленную

ценность для потребителей и других заинтересованных сторон. В рамках данного подхода особое внимание уделяется управлению цепочками создания ценности, снижению совокупных затрат и повышению качества продукции [15].

Представим в виде табл. 3 систематизированный сравнительный анализ теоретических подходов к определению конкурентоспособности предприятия.

Таблица 3. Сравнительный анализ к определению конкурентоспособности предприятия

Подход	Представители	Сущностная характеристика	Ключевые факторы конкурентоспособности	Ограничения подхода
Ресурсный	Дж. Барни	Конкурентоспособность определяется наличием уникальных ресурсов	Редкость ресурсов, труднокопируемость, внутренняя эффективность	Недостаточно учитывает влияние внешней среды
Концепция ключевых компетенций	К. Прахалад, Г. Хамел	Основа – способность компании эффективно использовать знания и технологии	Инновации, управленческие навыки, технологические компетенции	Сложность идентификации компетенций
Ценностно-ориентированный (value-based)	М. Портер	Конкурентоспособность через создание добавленной ценности	Цепочка ценности, снижение издержек, дифференциация	Требует высокой интеграции процессов
Рыночный (позиционный)	М. Портер	Положение компании в отрасли определяет конкурентоспособность	Доля рынка, конкурентная стратегия, барьеры входа	Недооценивает внутренние ресурсы
Динамических способностей	Д. Тис	Способность адаптироваться к изменениям среды	Гибкость, инновации, скорость реакции	Сложность количественной оценки
Интеграционный (концепция управления цепями поставок)	С. Чопра, Дж. Ментцер	Конкурентоспособность через эффективность цепей поставок	Интеграция, координация, устойчивость цепи поставок	Зависимость от внешних партнёров

Таким образом, современные подходы к определению конкурентоспособности дополняют друг друга, формируя комплексное представление о факторах успеха предприятия: от эффективного использования ресурсов до создания ценности и развития стратегических компетенций.

Наряду с конкурентоспособностью важнейшим ориентиром стратегического управления является экономическая устойчивость организации. Под устойчивостью понимается способность предприятия сохранять стабильность функционирования и достигать поставленных целей в условиях воздействия внешних и внутренних факторов [13].

В научной литературе выделяют несколько видов устойчивости. Финансовая устойчивость характеризует способность организации поддерживать платёжеспособность и финансовое равновесие, эффективно управляя источниками финансирования и денежными потоками [13]. Операционная устойчивость связана с обеспечением стабильности производственных и логистических процессов, минимизацией сбоев и повышением эффективности использования ресурсов. Рыночная устойчивость отражает способность предприятия удерживать позиции на рынке, адаптироваться к изменениям спроса и конкурентной среды.

Особое значение приобретает взаимосвязь устойчивости с адаптивностью организации. В условиях высокой неопределённости способность к быстрой адаптации становится ключевым фактором выживания и развития предприятия. Адаптивность проявляется в гибкости бизнес-процессов, способности к инновациям и эффективному управлению рисками.

В современных исследованиях устойчивость всё чаще рассматривается через призму управления цепями поставок. Нарушения поставок, колебания спроса и внешние шоки (в том

числе геополитические и экономические) требуют формирования устойчивых и гибких цепей поставок, способных быстро восстанавливаться после сбоев.

Оценка конкурентоспособности и устойчивости организации осуществляется с использованием системы количественных и качественных показателей. К числу ключевых метрик относятся эффективность, отражающая уровень использования ресурсов и соотношение результатов и затрат; гибкость, характеризующая способность предприятия адаптироваться к изменениям внешней среды; надёжность, определяющая стабильность выполнения обязательств и процессов; а также устойчивость цепей поставок, включающая оценку рисков, диверсификацию поставщиков и уровень защищённости от внешних воздействий [11].

В рамках риск-ориентированного подхода особое внимание уделяется идентификации, оценке и управлению рисками в цепях поставок. Использование инструментов риск-менеджмента позволяет минимизировать негативные последствия сбоев, повысить надёжность поставок и обеспечить устойчивость функционирования предприятия в долгосрочной перспективе [2].

Рассмотрим применение указанных подходов на примере российских машиностроительных предприятий.

ПАО «КАМАЗ» демонстрирует наиболее высокий уровень конкурентоспособности среди рассматриваемых компаний. Предприятие активно внедряет элементы цифровизации, развивает международное сотрудничество и интегрирует закупочную деятельность в стратегию управления цепями поставок. Это позволяет отнести его к ресурсному и интеграционному подходам, а также к концепции динамических способностей. Конкурентные преимущества формируются за счёт технологических компетенций, масштабов производства и развитой сети поставщиков [8].

ООО «УК «Группа ГАЗ» характеризуется средним уровнем конкурентоспособности. Основной акцент делается на оптимизации затрат, повышении операционной эффективности и адаптации к изменениям рынка. В деятельности компании прослеживаются элементы ценностно-ориентированного и процессного подходов. Однако ограниченная интеграция с поставщиками и меньший уровень инновационной активности по сравнению с лидерами отрасли сдерживают рост конкурентоспособности [9].

Автомобильный завод ООО НПО «Урал» занимает более консервативную позицию. Конкурентоспособность предприятия обеспечивается за счёт стабильности производства и ориентации на специфические сегменты рынка (в том числе государственные заказы). Преобладает функциональный и ресурсный подход с акцентом на использование существующих производственных мощностей. Однако ограниченная гибкость и низкий уровень интеграции в современные цепи поставок снижают потенциал долгосрочного развития [10].

Сравнительную оценку конкурентоспособности машиностроительных предприятий можно представить в виде табл. 4.

Проведённый анализ показывает, что уровень конкурентоспособности предприятий машиностроения напрямую зависит от степени использования современных управленческих подходов.

Компании, интегрирующие ресурсный, компетентностный и концепция управления цепями поставок (КАМАЗ), обладают наибольшей устойчивостью и рыночными преимуществами.

Предприятия с частичной трансформацией (ГАЗ) демонстрируют средний уровень конкурентоспособности.

Организации, сохраняющие традиционные модели (УРАЛ), уступают в гибкости и адаптивности.

Можно сделать вывод, что стратегическое развитие конкурентоспособности в машиностроении связано с переходом к интеграционным моделям управления, цифровизации и развитию цепей поставок, что полностью согласуется с современными научными концепциями.

Таблица 4. Сравнительная оценка конкурентоспособности предприятий

Предприятие	Преобладающие подходы	Ключевые преимущества	Ограничения	Уровень конкурентоспособности
ПАО «КАМАЗ»	Ресурсная теории, динамические способности, концепция управления цепями поставок	Масштаб, технологии, интеграция цепей поставок	Зависимость от внешних рынков	Высокий
ООО «УК «Группа ГАЗ»	Ценностный, процессный	Эффективность, оптимизация затрат	Ограниченная инновационность	Средний
ООО НПО «Урал»	Функциональный, ресурсный	Стабильность, нишевая специализация	Низкая гибкость	Умеренно-низкий

Таким образом, конкурентоспособность и устойчивость организации являются взаимосвязанными категориями, определяющими эффективность стратегического управления. Их обеспечение требует комплексного подхода, включающего развитие внутренних ресурсов и компетенций, создание ценности для потребителей, а также формирование гибких и устойчивых цепей поставок.

Эффективная закупочная политика позволяет снизить себестоимость продукции за счёт оптимизации затрат на сырьё, комплектующие и логистику. Например, ПАО «КАМАЗ» использует централизованную систему закупок, которая позволяет формировать экономию масштаба при закупке крупногабаритных компонентов и запасных частей. В 2025 году интеграция закупочной стратегии с планированием производства позволила снизить средние закупочные издержки на 5-7% по ключевым номенклатурным позициям [7].

Качество продукции напрямую зависит от надёжности поставщиков и уровня контроля закупаемых компонентов. В Группе ГАЗ внедрена система управления взаимоотношениями с поставщиками, предусматривающая совместный аудит поставщиков и оценку соответствия стандартам ISO [8]. Такой подход позволяет минимизировать брак и снижает затраты на гарантийное обслуживание, повышая доверие потребителей и долговременную конкурентоспособность.

Современные подходы к закупочной деятельности расширяют её функциональные возможности. Помимо обеспечения ресурсной базы, закупки становятся источником инноваций и повышения операционной эффективности. Механизмы включают:

1. Партнёрство с поставщиками: совместная разработка новых технологий и компонентов; пример: КАМАЗ и поставщики электроники создают совместные прототипы автомобилей, сокращая цикл разработки.

2. Краудсорсинг идей: привлечение внешних экспертов и инженеров для поиска решений по оптимизации процессов; пример: ГАЗ привлекает стартапы для разработки модульных платформ для коммерческого транспорта.

3. Технологические альянсы: долгосрочные соглашения с ведущими технологическими компаниями для совместного внедрения инноваций; пример: УРАЛ заключает партнёрства с машиностроительными научными центрами для внедрения новых материалов и спецтехники.

Разные модели управления закупками имеют различный вклад в конкурентоспособность и устойчивость бизнеса. Ниже, в табл. 5, представлен сравнительный анализ традиционной, аутсорсинговой и цифровой платформенной моделей.

Цифровые платформы демонстрируют наибольшую эффективность для предприятий, ориентированных на стратегическое развитие и инновации, тогда как традиционные модели подходят для стабильного, нишевого производства с ограниченными ресурсами.

КАМАЗ: активно использует цифровую платформы, интегрируя поставщиков в процесс разработки и логистики. Это позволяет одновременно снижать себестоимость, повышать качество и внедрять инновации (электромобили, цифровизация цепей поставок).

ГАЗ: применяет смешанную модель: аутсорсинг отдельных закупочных функций (комплектующие для автобусов и лёгких коммерческих автомобилей), сохраняя внутренние процессы закупок. Это обеспечивает оптимизацию затрат и повышение гибкости без потери контроля качества.

УРАЛ: преимущественно традиционная модель закупок, с акцентом на стабильность производства и выполнение государственных контрактов. Модель обеспечивает операционную устойчивость, но ограничивает возможность снижения себестоимости и внедрения инноваций.

Таблица 5. Сравнительный анализ традиционной, аутсорсинговой и цифровой платформенной моделей

Модель закупок	Характеристика	Влияние на конкурентоспособность	Влияние на устойчивость	Практические примеры
Традиционная	Закупки выполняются собственными силами предприятия, минимальная интеграция с поставщиками	Ограниченное снижение себестоимости, средний контроль качества	Средняя устойчивость, риск перебоев	УРАЛ – функциональная закупка, базовая стабильность производства
Аутсорсинговая	Передача части закупочной функции внешним подрядчикам	Снижение затрат на закупки, доступ к внешним компетенциям	Повышение гибкости и адаптивности	ГАЗ – привлечение внешних компаний для закупки комплектующих и автобусов
Цифровая платформа (концепция управления цепями поставок / концепция управления взаимоотношениями и с поставщиками)	Использование платформ для интеграции с поставщиками и аналитики	Максимальное снижение стоимости владения (ТСО), повышение качества, инновации	Высокая устойчивость, управление рисками в цепях поставок	КАМАЗ – цифровые платформы для управления цепью поставок, совместная разработка компонентов и прогнозирование спроса

Сравнительный анализ моделей закупок машиностроительных предприятий можно представлен в табл. 6.

Таблица 6. Сравнительный анализ моделей закупок машиностроительных предприятий

Модель закупок	Экономические преимущества	Влияние на конкурентоспособность	Влияние на устойчивость	Практический пример
Традиционная	Минимизация административных затрат	Среднее снижение себестоимости	Ограниченная гибкость	УРАЛ – стабильность, но низкая инновационность
Аутсорсинговая	Доступ к внешним компетенциям и масштабам	Снижение закупочных затрат, рост качества	Гибкость при изменении спроса	ГАЗ – аутсорсинг закупки комплектующих
Цифровая платформа	Интеграция данных, прогнозирование спроса, совместное планирование	Оптимизация стоимости владения (ТСО), высокое качество, инновации	Высокая устойчивость, снижение рисков	КАМАЗ – цифровые платформы для управления цепями поставок

Экономически обоснованно, что инвестиции в цифровизацию и интеграцию поставщиков дают мультипликативный эффект: снижение себестоимости + повышение качества + формирование инновационных преимуществ, что напрямую влияет на долговременную устойчивость бизнеса.

Закупочная деятельность является стратегическим инструментом формирования конкурентных преимуществ и обеспечения устойчивости бизнеса. Влияние проявляется через: снижение себестоимости и повышение качества продукции, развитие инновационного потенциала через партнёрство, формирование гибких, адаптивных цепей поставок с минимизацией рисков, выбор модели закупок в зависимости от стратегии предприятия: цифровые платформы обеспечивают наибольшую конкурентоспособность и устойчивость.

Эффективность управления закупками становится ключевым фактором долгосрочного развития предприятий любого профиля.

В результате проведённого исследования установлено, что закупочная деятельность в современных условиях трансформируется в стратегически значимый элемент управления организацией, обеспечивающий формирование её конкурентоспособности и устойчивости. Обосновано, что переход от функционального к интеграционному подходу, основанному на концепциях управления цепями поставок и взаимоотношениями с поставщиками, способствует снижению совокупных затрат, повышению качества продукции и устойчивости бизнес-процессов.

Выявлено, что уровень развития закупочной деятельности напрямую коррелирует с конкурентоспособностью предприятия: наибольшую эффективность демонстрируют организации, интегрирующие современные управленческие подходы, цифровые технологии и партнёрские модели взаимодействия с поставщиками.

Практический анализ показал, что использование стратегических моделей закупок обеспечивает повышение адаптивности, инновационного потенциала и устойчивости предприятий в условиях нестабильной внешней среды.

Таким образом, управление закупочной деятельностью является ключевым фактором долгосрочного развития организации, а его совершенствование – приоритетным направлением повышения эффективности функционирования предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кристофер, М. Логистика и управление цепочками. – СПб.: Питер, 2015. – 315 с.
- 2) Дыбская, В.В. Логистика: учебник для вузов / В. . Дыбская, В.И. Сергеев; под общей редакцией В. И. Сергеева. – М.: Юрайт, 2025. – 657 с.
- 3) Портер, М. Конкурентное преимущество: как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость / перевод с английского Е. Калинина. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – 942 с.
- 4) Бауэрсокс Д. Управление логистикой цепочки поставок / Д. Бауэрсокс, Д. Клосс, М. Купер. – McGraw–Hill, 2019. – 656 с.
- 5) Ментцер, Дж.Т. Управление цепочками поставок. – ПубликацииSage, 2018. – 512 с.
- 6) Ламберт, Д.М. Управление цепочками поставок: процессы, партнерство, эффективность. – SCMI, 2021. – 431 с.
- 7) Политика ПАО «КАМАЗ» в области закупок. – URL: <https://kamaz.ru/about/policy/procurement-policy/> (дата обращения: 28.03.2026).
- 8) Закупки ООО «УК «Группа Газ». – URL: <https://zakupki.kontur.ru/customers/7730522644> (дата обращения: 28.03.2026).
- 9) ООО "НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ "УРАЛ": бухгалтерская отчетность и финансовый анализ. – URL: <https://npoural.ru/> (дата обращения: 28.03.2026).
- 10) Гаджинский, А.М. Логистика: учебник / А.М. Гаджинский. – 21-е изд. М.: Дашков и К, 2017. – 420 с.
- 11) Воронова, Д.Ю. Логистика закупок: учеб. пособие / Д.Ю. Воронова, А.Г. Николаева, Л.Ю. Бережная. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2021. – 271 с.
- 12) Савицкая, Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: учебник / Г.В. Савицкая. – 6-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА–М, 2024. – 378 с.
- 13) Прахалад, К.К. Основная компетенция Корпорации. –1990.
- 14) Барни, Дж. Ресурсы фирмы и устойчивое конкурентное преимущество // Журнал менеджмента. – 1991. – № 17 (1). – С. 120.

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИН-ОФИС: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ПРОСТОЕВ

Д.М. Лисин, М.А. Угрюмова

Ярославский государственный технический университет

В статье представлены результаты структурно-функционального анализа процесса поверки средств измерений в ООО «МЦПУ». На основе декомпозиции процесса и применения инструментария бережливого офиса (Lean Office) выявлены ключевые проблемные зоны, генерирующие непроизводительные временные потери.

Ключевые слова: бережливое производство, офис, оптимизация офисных процессов, поверка СИ, картирование потока ценностей, автоматизация документооборота

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF THE MEASURING INSTRUMENTS VERIFICATION PROCESS BASED ON LEAN OFFICE: PROBLEMS AND WAYS TO REDUCE DOWNTIME

D.M. Lisin, M.A. Ugryumova

Yaroslavl State Technical University

This article presents the results of a structural and functional analysis of the measuring instrument verification process at MCPU LLC. Based on process decomposition and the application of Lean Office tools, key problem areas generating unproductive time losses have been identified.

Keywords: lean manufacturing, office, office process optimization, measuring instrument verification (MI verification), value stream mapping, document workflow automation

Процедура поверки средств измерений (СИ) представляет собой строго регламентированную последовательность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия прибора установленным метрологическим требованиям. В условиях растущей конкуренции на рынке метрологических услуг критическое значение приобретает не только техническая точность измерений, но и временные параметры выполнения заказа – от момента приема заявки до выдачи поверенного прибора клиенту. Задержки, возникающие на стыке административных, логистических и учетных процедур, снижают пропускную способность лабораторий, ухудшают клиентский опыт и негативно сказываются на деловой репутации организации.

Традиционные подходы к оптимизации, ориентированные преимущественно на модернизацию измерительного оборудования и автоматизацию метрологических расчетов, часто оставляют без внимания значительный резерв повышения эффективности, скрытый в офисных и вспомогательных процессах. Концепция бережливого производства (Lean Manufacturing), адаптированная к условиям административной и сервисной деятельности в виде Lean Office, предлагает системный инструментарий для выявления и устранения потерь, характерных для информационных потоков и организационных взаимодействий.

Объектом исследования выступает процесс поверки средств измерений в ООО «МЦПУ», декомпозированный на тринадцать последовательных этапов – от приема заявки от клиента до выдачи поверенного СИ с полным комплектом документации (рис. 1). Информационной базой послужили данные хронометражных наблюдений, анализ регламентирующей документации, интервью с сотрудниками подразделений приемки, лабораторий и склада, а также статистика по количеству обрабатываемых заявок в сутки (от 20 до 40 единиц).

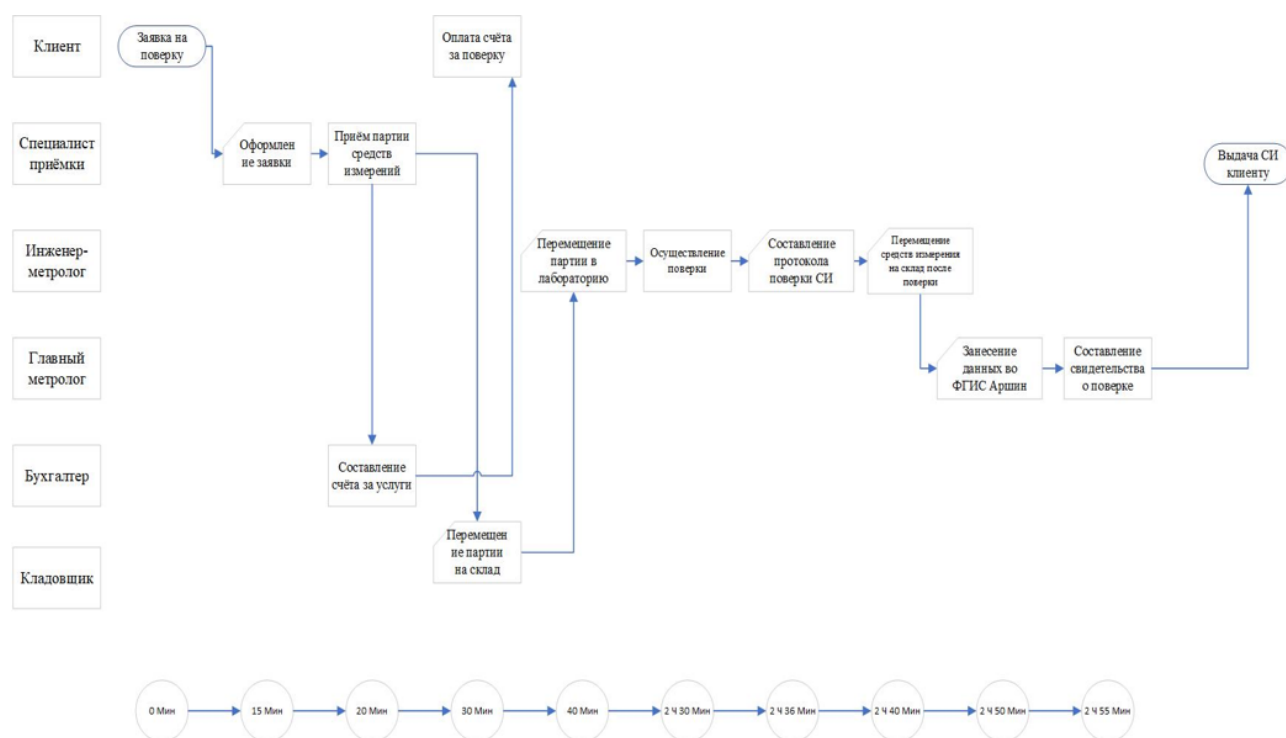


Рис. 1. Карта процесса поверки средств измерений в ООО «МЦПУ» (на 1 прибор)

Методологическая база исследования опирается на три научных подхода:

- системного, позволяющего рассматривать офисные и производственные процессы как взаимосвязанные элементы единой бизнес-системы;
- процессного, обеспечивающего цикличность анализа: от картирования текущего состояния (Value Stream Mapping);
- ситуационного, гарантирующего гибкость предлагаемых решений с учетом специфики российской корпоративной среды и текущего уровня зрелости процессов организации.

В качестве базовой концепции оптимизации использована методология Lean Manufacturing, адаптированная к особенностям офисной среды и метрологической деятельности.

Анализ процесса поверки средств измерений и составление карты потока ценностей, представленный на рис. 1, позволил выделить пять ключевых этапов, которые сильнее всего влияют на общую длительность производственного цикла. Примечательно, что эти этапы связаны не с технической стороной поверки, а с административными, логистическими и учётными операциями – именно в них чаще всего возникают типичные офисные потери.

Применение принципов бережливого офиса помогло повысить операционную эффективность организации. Системное внедрение мер затронуло ключевые участки, где возникали простои, – в результате удалось существенно сократить непроизводительные потери времени (рис. 2).

В рамках оптимизации процессов поверки средств измерений был реализован комплекс мероприятий, позволивший существенно сократить временные затраты и повысить эффективность работы организации.

Прежде оформление заявки специалистом отдела приёма в присутствии клиента занимало 10-15 минут. Для решения этой проблемы на корпоративном сайте развёрнут интерактивный модуль «Личный кабинет», интегрированный с внутренней CRM-системой. Теперь заявитель самостоятельно заполняет электронную форму, указывает технические параметры средств измерений (СИ) и прикрепляет сканы необходимых документов. В результате трудозатраты специалиста приёма на оформление заявки полностью исключены, а точность данных повысилась за счёт устранения двойного ручного ввода.

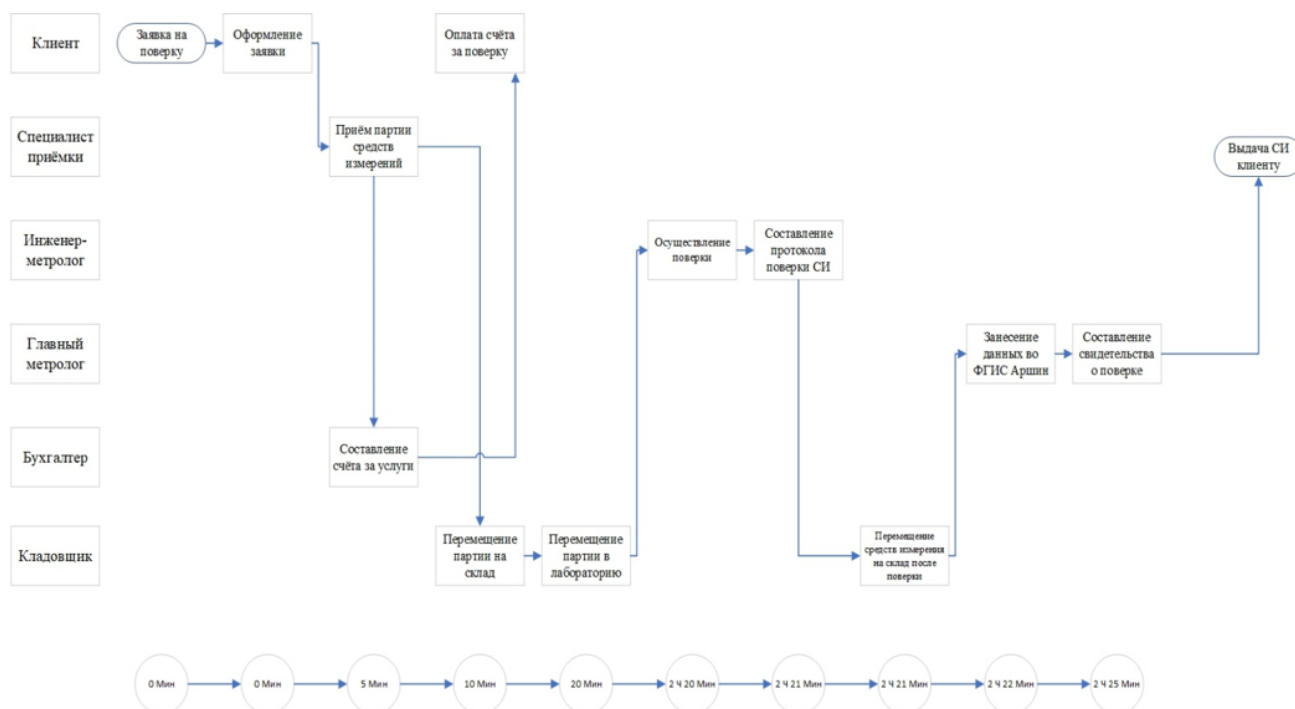


Рис. 2. Карта процесса поверки средств измерений в ООО «МЦПУ» после оптимизации (на 1 прибор)

Значительные временные потери ранее были связаны с поиском партий СИ на складе и их транспортировкой силами инженеров-метрологов. Внедрение системы адресного хранения со штриховым кодированием позволило присвоить уникальные идентификаторы единицам хранения (стеллажам, ячейкам) и партиям приборов. Функции перемещения партий между складом и лабораториями переданы выделенному логистическому персоналу, использующему передвижные стеллажи-тележки, а также введён регламентированный почасовой график доставки и вывоза партий. Благодаря этим мерам высококвалифицированные специалисты освобождены от выполнения непрофильных логистических операций.

Кроме того, оптимизирован процесс документооборота за счёт внедрения специализированного программного обеспечения с библиотекой шаблонов протоколов и модулем пакетной отправки данных во ФГИС «Аршин». Ранее высокие временные затраты были обусловлены ручным заполнением протоколов поверки и поштучной регистрацией результатов в государственной информационной системе. В обновлённом процессе инженер-метролог вносит в электронную форму только результаты измерений и решение о пригодности, после чего итоговый документ формируется автоматически. Главный метролог получил возможность регистрировать неограниченное количество единиц приборов одним действием. Итогом данной модернизации стало кратное сокращение временных издержек на документирование.

Сравнительный анализ трудозатрат на выполнение операций процесса поверки СИ до и после внедрения инструментов Lean Office приведён в табл. 1.

Как следует из данных таблицы, реализованный комплекс мер обеспечил суммарное высвобождение порядка 25 человеко-часов за обработку партии приборов в количестве 100 штук. Достигнутое сокращение длительности производственного цикла составило около 35 %, что полностью соответствует прогнозным оценкам, сформулированным на этапе проектирования преобразований. Высвобожденный временной ресурс перераспределён на увеличение пропускной способности лабораторий и повышение качества клиентского сервиса.

Таблица 1. Сравнительный анализ трудозатрат на выполнение операций процесса поверки СИ до и после внедрения инструментов Лин-офис (5 специалистов)

Этап процесса / Операция	Ед. измерения	Значение		Экономия
		до внедрения	после внедрения	
1. Оформление заявки на поверку				
Время на 1 заявку (специалист приёмки)	мин	12,5	0,0	12,5
Количество заявок в день	шт.	30	30	-
Суммарные трудозатраты	час	6,25	0,0	6,25
2. Логистика и складской учёт				
Время на поиск/транспортировку одним поверителем в день	час	1,25	0,0	1,25
Количество поверителей в смену	чел.	5	5	-
Суммарная экономия времени поверителей	час	-	-	6,25
3. Документирование и регистрация				
Заполнение протокола (инженер-метролог)	мин	6,0	1,0	5,0
Регистрация во ФГИС «Аршин» (гл. метролог)	мин	2,5	0,15	2,35
Количество СИ в день	шт.	100	100	-
Трудозатраты инженера в день	час	10,0	1,67	8,33
Трудозатраты гл. метролога	час	4,17	0,25	3,92
4. Итоги				
Суммарная экономия рабочего времени (на 100 приборов)	час/%	-	-	≈ 24,8/35

Оптимизация процесса поверки средств измерений, проведённая в ООО «МЦПУ» на основе концепции Lean Office, продемонстрировала высокую эффективность применения инструментов бережливого производства в административно-сервисной среде метрологической организации. Переход от разрозненных ручных операций к автоматизированному, визуализированному и стандартизированному рабочему потоку позволил устранить ключевые временные потери, повысить прозрачность учёта и укрепить конкурентные позиции предприятия. Полученные результаты подтверждают, что системное внедрение принципов бережливого офиса способно трансформировать вспомогательные процессы из центров затрат в драйверы устойчивого роста операционной эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Вумек, Дж. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Дж. Вумек, Д. Джонс. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – URL: <https://djvu.online/file/ad38062wktKFg?ysclid=mns6b55ktk834811594>
- 2) Лайкер, Дж. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира. – М.: Альпина Паблишер, 2020. – URL: <https://pqm-online.com/assets/files/lib/books/likel1.pdf>
- 3) Ротер, М. Учитесь видеть бизнес-процессы: Практика построения карт потоков создания ценности / М. Ротер, Дж. Шук – М.: Альпина Паблишер, 2019. – URL: <https://books.yandex.ru/books/efwRGbFn>
- 4) ГОСТ Р 56020-2020. Бережливое производство. Основные положения и словарь. – М.: Стандартинформ, 2020. – URL: <https://beltop.ru/uploads/2021/bk/12.pdf>
- 5) Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=376362>

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОГО УЩЕРБА ОТ КИБЕРАТАК

Д.М. Малинова, В.В. Иванова

Научный руководитель – В.А. Неклюдов, канд. экон. наук, доцент

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ярославский филиал

В условиях цифровой трансформации экономики киберугрозы перестали быть исключительно технологической проблемой IT-отделов, превратившись в один из ключевых факторов, влияющих на финансовую устойчивость организаций и национальных экономик. Анализ периода 2024–2025 годов позволяет проследить динамику как количественных, так и качественных показателей киберпреступности, что дает возможность оценить не только масштаб угроз, но и их структурные изменения.

Ключевые слова: кибератака, финансовый ущерб, оценка ущерба, кибербезопасность

ASSESSMENT OF FINANCIAL DAMAGE FROM CYBER ATTACKS

D.M. Malinova, V.V. Ivanova

Scientific Supervisor – V.A. Neklyudov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Financial University under the Government of the Russian Federation, Yaroslavl branch

In the context of the digital transformation of the economy, cyber threats have ceased to be solely a technological problem for IT departments, becoming one of the key factors affecting the financial stability of organizations and national economies. An analysis of the period 2024–2025 allows us to trace the dynamics of both quantitative and qualitative indicators of cybercrime, providing an opportunity to assess not only the scale of threats but also their structural changes.

Keywords: cyberattack, financial damage, damage assessment, cybersecurity.

Стремительная цифровизация экономических процессов, наблюдаемая на протяжении последнего десятилетия, привела к возникновению нового класса системных рисков, среди которых киберугрозы занимают особое место. Если еще несколько лет назад кибератаки воспринимались преимущественно как технологические инциденты, затрагивающие исключительно IT-инфраструктуру отдельных организаций, то к середине 2020-х годов они окончательно трансформировались в фактор макроэкономической нестабильности. Масштабы ущерба от киберпреступности достигли величин, сопоставимых с валовым внутренним продуктом крупнейших стран мира, что делает проблему оценки и прогнозирования финансовых последствий кибератак одной из наиболее актуальных в сфере экономической безопасности. Особый интерес представляет анализ динамики показателей в период 2024–2025 годов, поскольку именно эти годы стали переломными с точки зрения как количественных характеристик киберугроз, так и качественных изменений в методах их реализации и структуре причиняемого ущерба. Данное исследование направлено на систематизацию данных о финансовых потерях от кибератак, выявление ключевых трендов и обоснование необходимости совершенствования методологических подходов к оценке ущерба.

Анализ периода 2024–2025 годов позволяет проследить устойчивую динамику роста количественных и качественных показателей киберпреступности (табл. 1). Согласно данным аналитического обзора компании КТ Team, глобальный ущерб от кибератак увеличился с 9,5 трлн долларов в 2024 году до 10,5 трлн долларов в 2025 году [3]. В Российской Федерации, по оценкам Сбербанка, совокупный ущерб экономике вырос с 0,2 трлн рублей до 1,5 трлн рублей [8]. Динамика ключевых показателей представлена в табл. 1.

Сопоставление данных за 2024 и 2025 годы демонстрирует ускорение и масштабирование кибератак. В обзоре Банка России «Attack_2025» отмечается, что количество значительных инцидентов в финансовом секторе увеличилось на 23%, а

сложность применяемых схем возросла многократно [1]. На платформе Nabr подчеркивается, что ежемесячный объем похищаемых данных в 2025 году сравнялся с годовым объемом утечек 2023 года [2]. Критически значимой является динамика времени прорыва: если в 2024 году средний показатель составлял 48 минут, то в 2025 году снизился до 18 минут. Такое ускорение делает традиционные системы мониторинга, ориентированные на реакцию после факта взлома, все менее эффективными.

Таблица 1. Динамика ключевых показателей киберугроз в 2024–2025 гг.

Показатель	2024 год	2025 год	Абсолютное изменение	Темп прироста, %
Глобальный ущерб от кибератак, трлн долл.	9,5	10,5	1	10,5
Ущерб экономике РФ, трлн руб.	0,2	1,5	1,3	650,00
Среднее время прорыва, мин	48	18	-30	-62,5
Количество кибератак на российские компании, тыс.	15,5	22	6,5	41,9
Доля успешных атак на российские компании, %	31	47	16	51,6
Доля репутационных потерь в структуре ущерба, %	36,5	41	4,5	12,3

Кроме того, наблюдается ухудшение ситуации с кибербезопасностью для российского бизнеса в 2024–2025 годах. Количество зарегистрированных кибератак на российские компании выросло на 42%: с 15,5 тыс. в 2024 году до 22 тыс. в 2025 году [7]. Однако более негативная тенденция касается не просто роста числа атак, а значительного повышения их эффективности, так доля успешных атак выросла с 31% до 47% [7]. Это всё говорит не только о количественном росте угроз, но и о том, что атаки становятся более целенаправленными, технически сложными и адаптированными под специфику защищаемых систем. Рост эффективности атак может быть связан с дефицитом квалифицированных кадров в сфере кибербезопасности, устареванием защитных решений или недостаточным уровнем зрелости процессов управления инцидентами в организациях.

Помимо этого, анализ отраслевой структуры атак за вторую половину 2024 года и первые три квартала 2025 года, отражённой на рис. 1, позволил выявить, что наибольшее количество кибератак пришлось на промышленные организации (17%), государственный сектор (11%), IT-компании (9%) и телекоммуникации (7%) [6].

Структура финансового ущерба в рассматриваемый период претерпела существенные изменения. Если в 2024 году основную долю потерь составляли прямые затраты – выплаты выкупа, расходы на восстановление и юридическое сопровождение, то в 2025 году на первый план вышли косвенные и долгосрочные последствия. Доля репутационных потерь возросла в среднем с 36,5% до 41%, что подтверждается исследованиями IBM, согласно которым на потерю доверия клиентов приходится до 40% совокупной стоимости ущерба от утечки данных [3]. В отчете Лаборатории Касперского «Cyber Pulse Finance Research 2025» отмечается, что финансовая отчетность компаний редко содержит отдельную строку, отражающую ущерб от кибератак, что приводит к недооценке рисков со стороны инвесторов и кредиторов [5].

Период 2024–2025 годов стал временем пересмотра подходов к управлению киберрисками. Если в 2024 году кибербезопасность воспринималась преимущественно как техническая функция, то в 2025 году она стала регулярно обсуждаться на заседаниях советов директоров наравне с финансовыми показателями. Затраты на защиту информации получили статус инвестиций в снижение волатильности денежных потоков и защиту стоимости бизнеса. Массовое внедрение архитектуры Zero Trust, микросегментация сетей и

многофакторная аутентификация стали стандартом для крупных организаций. В публикации компании «Актив» отмечается трансформация подходов к обучению персонала: ежегодные формальные инструктажи уступили место регулярным программам повышения осведомленности с элементами симуляции фишинговых атак [4].

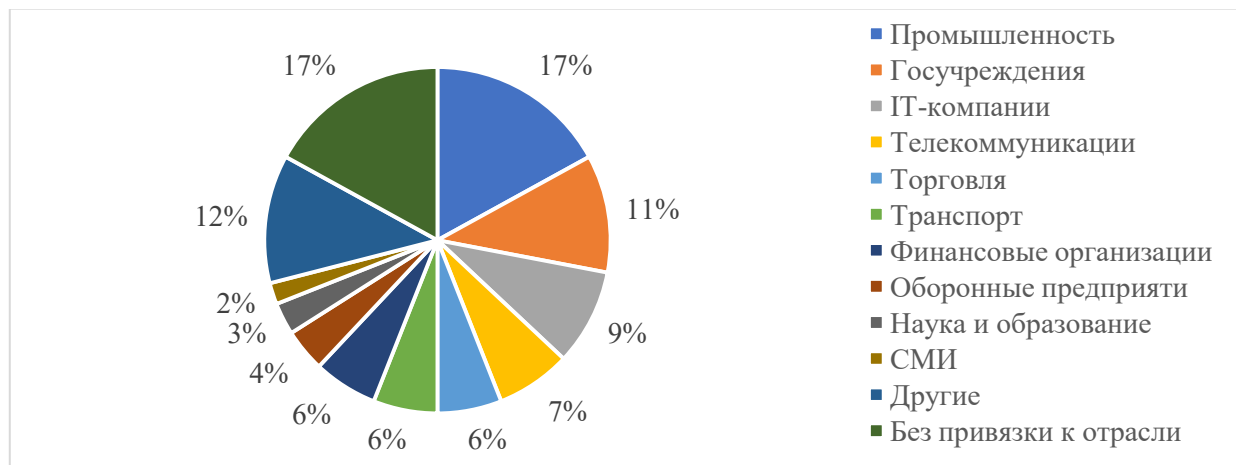


Рис. 1. Категории жертв кибератак среди российских организаций 2024-2025 гг.

Проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, количественные параметры киберугроз демонстрируют устойчивый рост: глобальный ущерб увеличился на 10,5%, а в Российской Федерации – на 650%. Во-вторых, качественные характеристики атак претерпели существенные изменения: сокращение среднего времени прорыва до 18 минут, переход к компрометации цепочек поставок, лавинообразный рост объемов похищаемых данных. В-третьих, структура ущерба сместилась в сторону косвенных и долгосрочных последствий: репутационные потери и снижение рыночной капитализации стали играть доминирующую роль. В-четвертых, методология оценки ущерба эволюционировала от учета прямых затрат к комплексным подходам, учитывающим альтернативные издержки и долгосрочные стратегические эффекты. Дальнейшие исследования должны быть направлены на стандартизацию отчетности о киберинцидентах и создание единых реестров ущерба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Отчет «Attack_2025» (Обзор кибератак на финансовый сектор) // Банк России: [сайт]. – URL: https://cbr.ru/Collection/Collection/File/59655/Attack_2025.pdf (дата обращения: 29.03.2026).
- 2) Кибербезопасность 2025-2026. Год в киберштурме – настанет ли затишье? – URL: <https://habr.com/ru/companies/pt/articles/975040/> (дата обращения: 27.03.2026).
- 3) Киберпреступность 2025: 10 направлений кибербезопасности, рекордные потери и новые бизнес-риски. – URL: <https://www.kt-team.ru/blog/cybercrime-2025-cybersecurity-trends-risks> (дата обращения: 27.03.2026).
- 4) Как оценить финансовый ущерб от инцидента ИБ // Компания «Актив»: [сайт]. – URL: <https://www.aktiv-company.ru/press-center/publication/2025-07-01.html> (дата обращения: 29.03.2026).
- 5) CyberPulse: FinanceResearch 2025. – URL: <https://content.kaspersky-labs.com/se/media/ru/business-security/enterprise/cyberpulse-finance-research-2025-full.pdf> (дата обращения: 29.03.2026).
- 6) Ландшафт киберугроз в России 2026 // Positive Technologies: официальный сайт. – 2026. – Разд. 20. – URL: <https://ptsecurity.com/research/analytics/russia-cyberthreat-landscape-2026/#id20> (дата обращения: 27.03.2026).
- 7) Почти половина кибератак в России в 2025 году пришлось на госорганизации // CNews: информационное агентство. – 2026. – 23 января. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/2026-01-23_pochti_polovina_kiberatak (дата обращения: 29.03.2026).
- 8) Сколько потеряла экономика РФ от кибератак: оценка ущерба, комментарий зампреда правления Сбера. – URL: <https://finance.mail.ru/article/sber-ocenil-vozmozhnyj-usherb-ot-kiberatak-v-2025-godu-okolo-15-trln-rublej-67740768/> (дата обращения: 28.03.2026).

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОГО МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В 2026 ГОДУ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

П.Д. Медведева, А.А. Киселев

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются проблемы развития российского малого предпринимательства в 2026 году, которое характеризуется комплексными изменениями, связанными с налоговой реформой, мерами государственной поддержки, структурными сдвигами в экономике и адаптацией малого предпринимательства к новым условиям. Цель статьи – показать проблемы российского малого предпринимательства в 2026 году и перспективы его перспективного развития.

Ключевые слова: малое предпринимательство, налогообложение, развитие предпринимательства, государственная поддержка, проблемы развития предпринимательства

DEVELOPMENT OF RUSSIAN SMALL BUSINESS IN 2026: PROBLEMS AND SOLUTIONS

P.D. Medvedeva, A.A. Kiselev

Yaroslavl State Technical University

This article examines the challenges facing Russian small business development in 2026, a period characterized by complex changes related to tax reform, government support measures, structural shifts in the economy, and small business adaptation to new conditions. The article aims to highlight the challenges facing Russian small business in 2026 and the prospects for its future development.

Keywords: small business, taxation, entrepreneurship development, government support, challenges to entrepreneurship development

Малое предпринимательство во многих странах является важной составляющей экономики страны. В большинстве стран мира под определение малого предпринимательства попадают организации, где работают не больше 50 человек. Вследствие этого государство стремится его поддерживать. Так, например, в США только от малого предпринимательства рыночная экономика получает в целом около 35%, а государство вводит дополнительные льготы и финансирование для его поддержки [12]. В Сингапуре в первые три года существования малого предпринимательства можно претендовать на налоговый вычет, когда государство готово списать 75% налога с первых 100 тыс. долларов дохода и еще 50% налога со следующих 100 тыс. долларов [6]. При этом, как показывает опыт стран с развитой рыночной экономикой, малому предпринимательству без поддержки государства будет не выжить. Вследствие этого, к примеру, в Новой Зеландии существует даже отдельное министерство бизнеса, инноваций и занятости. Согласно данным этого ведомства, 97% всех существующих в стране компаний относятся к малому бизнесу и вместе они обеспечивают четверть новозеландского ВВП [6].

Россия тоже стремилась обозначить поддержку малому предпринимательству. Нужно подчеркнуть, что на долю малых и средних российских предприятия приходится более 20% ВВП и около 40% всех рабочих мест [4].

Государственная поддержка малого предпринимательства проявлялась в льготном налогообложении, в расширении доступных программ финансирования, гарантий и консультационной поддержки, чтобы повысить конкурентоспособность и качество роста сектора и др. Например, через цифровую платформу организации малого предпринимательства смогли получать доступ к более чем 1000 федеральных и региональных мер поддержки, включая субсидии, гранты, сервисы для бизнеса (регистрация, консультации, образовательные курсы и др.). Продолжает действовать программа «1764»,

позволяя организациям малого предпринимательства в таких приоритетных отраслях, как розничная и оптовая торговля, сельское хозяйство, внутренний туризм, наука и техника, обрабатывающая промышленность, ресторанный бизнес, бытовые услуги получать кредиты. Для малых технологических организаций по программе «Высокотех» увеличен объём льготного финансирования до 20 млрд руб., а кредиты выдаются по формуле «ключевая ставка минус 7%».

Однако изучение ситуации с развитием малого предпринимательства в России показывает, что оно пока еще не получило желаемого развития. Так, по итогам 2025 года ликвидаций организаций малого бизнеса оказалось на 26% больше, чем открытий. А всего за прошедший год прекратили работу 233 тыс. организаций малого предпринимательства, что на 15% больше, чем в 2024 году. При этом обороты малого предпринимательства в 2025 году выросли лишь на 8%, что было ниже инфляции. Для сравнения: в 2024 году рост составлял 18%, в 2023 г. – 23%. Эксперты называют среди причин такой ситуации в малом предпринимательстве падение покупательной способности, высокую ключевую ставку, рост налоговой нагрузки и издержек [9]. Согласно опросу «Опоры России», подавляющее большинство предпринимателей (94,7%) заявили, что ситуация в их бизнесе ухудшилась, 70% зафиксировали падение выручки. При этом исследователями отмечается, что треть малых предпринимателей на грани катастрофы, связанной с изменениями в налоговой сфере, структурными сдвигами в экономике и адаптацией бизнеса к новым условиям [5]. Так, до 2026 года регионы могли самостоятельно снижать ставки по упрощенной системе налогообложения (УСН). Например, они могли устанавливать 1% по объекту «Доходы» или 5% по «Доходам минус расходы». С 2026года такой возможности больше не будет.

Это свидетельствует о том, что в 2026 году российское малое предпринимательство уже столкнулось с новыми проблемами, которые могут оказывать негативное влияние на развитие малого предпринимательства.

Во-первых, необходимо отметить, что развитие малого предпринимательства в России в 2026 году будет осуществляться по новым правилам, установленным новым законом № 425-ФЗ, в соответствии с которым увеличится ставка налога на добавленную стоимость (НДС) с 20% до 22%; отменяются пониженные страховые взносы для малого предпринимательства при одновременном снижении лимита дохода для упрощённой системы налогообложения до 10млн руб. в год с переходным периодом: в 2026 году – 20 млн руб., в 2027 году – 15 млн руб., в 2028 году – 10 млн руб. Вследствие этого малый бизнес, который раньше работал на УСН с оборотом в 20-30миллионов, теперь будет обязан платить НДС. Это становится дополнительной финансовой нагрузкой на предпринимателей и привело к ведению более сложного бухучёта и отчётности.

Несомненно, что государство за счет снижения лимита дохода для упрощённой системы налогообложения планировало пополнять свой бюджет, так как малое предпринимательство и самозанятые – это почти 28 млн занятых людей. Однако нужно понимать, что в соответствии с новыми правилами для маленьких организаций, таких, как кофейни, салоны красоты, ателье и другие организации малого предпринимательства снижение порога годового дохода по патентной системе налогообложения (ПСН) – это существенный удар для их развития, так как на практике им придётся приостанавливать развитие бизнеса и ограничивать свой доход, чтобы не превысить 20млн руб. в год и оставаться на ПСН. При этом в таких условиях некоторая часть малого предпринимательства может под влиянием налоговых новаций уйти в неформальную экономику, откуда его уже когда-то выводили, в первую очередь, при помощи специальных налоговых режимов. Вследствие этого аналитики уже предупреждают о возможном спаде инвестиционной активности малого предпринимательства, росте популярности схем дробления бизнеса для сохранения льгот, а также о частичном уходе предпринимателей в теневой сектор, так как по-другому им не выжить без должной государственной поддержки.

Во-вторых, утверждая высокую значимость малого предпринимательства для развития российской экономики, нужно сказать, что доля российского малого предпринимательства в

экономике в два с лишним раза отстает не только от стран с развитой рыночной экономикой, но и значительно меньше, чем в развивающихся странах, где доля малого бизнеса колеблется в диапазоне от 40% до 70%. При этом, по мнению эксперта-экономиста А. Чепуренко несмотря на то, что государство декларирует меры по поддержке российского малого предпринимательства, реально масштабы его финансирования сокращаются. Так, за первые шесть месяцев 2025 года объем поддержки составил всего 165 млрд руб., то есть на 39% меньше показателей первого полугодия 2024 года. А на 2026-2028 годы на поддержку малого и среднего бизнеса планируется выделить всего около 40 млрд руб. [1]. Это создает определенные проблемы для перспективы развития экономики страны в целом.

Во-вторых, отдельный блок налоговой реформы 2026 года касается страховых взносов. До 2026 года организации малого бизнеса платили страховые взносы по льготным ставкам: в пределах 1,5 МРОТ – 30%; с выплат свыше 1,5 МРОТ – 15%. Однако с 2026 года начали действовать следующие изменения: предельная база по страховым взносам составляет 2979 тыс. руб., а базовая ставка составит 30%. Учитывая обозначенные проблемы, можно утверждать, что 2026 год для малого предпринимательства в России станет временем жесткого естественного отбора и ухода с рынка организаций малого предпринимательства, которые не смогут адаптироваться к новым налоговым реалиям. И вот появились данные проведенного в марте 2026 года опроса общественной организацией малого и среднего предпринимательства «Опора России», в котором участвовали почти 3400 малых и средних организаций из разных отраслей и регионов о том, что 42% организаций уже констатируют частичный или полный уход бизнеса в тень. Причем не только собственного, но и конкурентов, коллег по отрасли [2]. Это говорит о том, что к внедрению изменений в деятельности малого предпринимательства нужно подходить очень осторожно и найти решения по создавшейся ситуации, выработав четкую и понятную всем стратегию развития российского малого предпринимательства.

В-третьих, в настоящее время уже многие малые организации уже вынуждены закрываться. Этот процесс начался еще во второй половине 2025 года в сфере общепита. Так, например, по данным экспертов только в январе в Москве прекратили работу 45 заведений общественного питания. По их мнению, речь идет не о единичных случаях, а о системном процессе, который начался еще во второй половине прошлого года. При этом глава департамента торговой недвижимости З. Шиляева заявила, что в 2026 году в столице могут закрыться не менее 465 баров и ресторанов [2]. Это касается и регионов. Так, к примеру, в регионах организации малого предпринимательства, производящие хлебобулочные изделия, активно стремится взять под свой контроль торговая сеть «Пятерочка». Практически, это идет атака на малое предпринимательство сетевых структур, чтобы быть монополистами на рынках, где недостаточно много населения, в первую очередь, молодежи. Особенно это плохо для таких регионов, как, например, Архангельская область, откуда активно уезжает молодежь. Так, Е.А. Михайлова, анализируя эту проблему в 2019 году, отмечала, что по официальным данным регионального управления федеральной службы государственной статистики в 2018 году многие выпускники школ Архангельской области покупали железнодорожные и авиабилеты в один конец. Только в июле 2018 года Архангельскую область без НАО (где наблюдается миграционный прирост) покинули 310 человек, а в 2017 году регион оставили 7841 человек. И это не учитывает тех молодых людей, которые живут и работают вне региона, но имеют в паспорте старую прописку [10]. И такая тенденция сохраняется и сегодня. Вследствие этого это тоже подрывает желание заниматься малым предпринимательством в таких регионах. Подобные проблемы малого предпринимательства характерны и в других отраслях экономики различных регионов.

В-четвертых, малые предприятия в 2026 году получают дополнительные преграды для своего развития. Так, например, в 2026 году начал действовать закон о локализации такси. В соответствии с ним для работы в такси могут использоваться только автомобили, которые включены в региональный реестр такси и должны соответствовать одному из двух

требований: произведены в рамках специального инвестиционного контракта, заключенного с 1 марта 2022 года по 1 марта 2025 года или набрали нужное число баллов по локализации, которые присваиваются за использование отечественных комплектующих и сырья, производство и сборку на российских заводах и т.д. Однако те организации малого предпринимательства, которые закроются, будут вынуждены сократить своих работников, что повышает напряженность людей, особенно в регионах, когда сложно найти работу при отсутствии большого количества крупных организаций. А это будет влиять на повышение уровня и на повышение

Таким образом, можно считать, что у малого предпринимательства пока есть только три пути решения новых проблем, возникших в 2026 году: повышение цен, то есть за новые налоги нужно будет платить конечным потребителям, для которых, соответственно, булка хлеба, чашка кофе и поездка в маршрутке подорожает; снижение качества, так как предприниматели вынуждены будут использовать для производства своей продукции более дешевое сырье, например, вместо масла – маргарин, вместо кожи – дерматин, продавать суррогат и др.; ну и последний вариант – это закрываться. Так, например, эксперты «Деловой России» озвучили пугающий прогноз: в 2026 году наша страна может потерять от 250 до 300 тысяч предприятий малого бизнеса. Речь идет не о гигантах индустрии, а о тех самых «микро» – пекарнях, маленьких перевозчиках, швейных цехах и семейных кафе [9]. Результат такой ситуации показывает, что экономический, социальный и нравственный ущерб от такой ситуации с малым предпринимательством в 2026 году будет достаточно значимым. Все три варианта развития малого предпринимательства будут негативно отражаться на потребителях, так как они не смогут получать уже привычные им услуги, в том числе, по доступным ценам и с нужным качеством, особенно при снижении своей покупательской способности.

Таким образом, можно сделать следующий вывод, что 2026 год для малого предпринимательства в России характеризуется сочетанием мер государственной поддержки и значительных изменений в налоговой системе, что требует от бизнеса гибкости и адаптации к новым условиям [6]. Во-первых, в настоящее время малому предпринимательству в России предстоит тяжелый выбор: как выжить в новых условиях или уйти с рынка без поддержки государства. Во-вторых, в короткий срок меняются «правила игры» для малого предпринимательства, которые формировались последние 20 лет. В-третьих, просматривается новый подход к «реорганизации» малого предпринимательства в России. Пока еще сложно говорить о том, какая форма малого предпринимательства начинает формироваться в России, но видна тенденция к укрупнению организаций, то есть к развитию среднего и крупного бизнеса. И можно утверждать, что в настоящее время нужна «прозрачная» государственная стратегическая программа развития малого предпринимательства в России, в которой будут прописаны те виды малого предпринимательства, которые важны и нужны российской экономике и которые государство будет финансово поддерживать в долгосрочной перспективе, определяя четкие и понятные правила налогообложения, способствующие его развитию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Активность малого и среднего бизнеса впервые за долгое время показала спад. – URL: https://rg.ru/2025/12/28/malyj-snizil-aktivnost.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения: 3.04.2026)
- 2) Более 40% малых и средних предприятий уже частично или полностью ушли в тень после налоговой реформы 2026. – URL: <https://zen.ru/a/acoVR4jgd0V2QOld> (дата обращения: 3.04.2026)
- 3) В Москве массово закрываются рестораны, бары и кафе. Такого не было со времен пандемии. – URL: <https://lenta.ru/news/2026/01/21/v-moskve-massovo-zakryvayutsya-restorany-bary-i-kafe-takogo-ne-bylo-so-vremen-pandemii/> (дата обращения: 3.04.2026)

- 4) Государственная поддержка МСП. – URL: <https://developers.sber.ru/help/business-development/government-support> (дата обращения: 3.04.2026)
- 5) Как малому бизнесу выжить в 2026 году: советы экспертов. – URL: <https://www.klerk.ru/user/2198679/686156/> (дата обращения: 3.04.2026)
- 6) Как поддерживают малый бизнес в разных странах и в России. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/innovation/642421919a7947da946ee874> (дата обращения: 3.04.2026)
- 7) Киселев, А.А. Современные тенденции обеспечения конкурентоспособности российской экономики в условиях новых экономических и политических санкций против нее // Прогрессивная экономика.– 2025. – № 1. – С. 73-89.
- 8) Киселев, А.А. Стратегическое планирование в системе управления предприятием (организацией): проблемы и пути их решения: монография. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, – 2012. 180 с.
- 9) Малый бизнес в 2025 году закрывался чаще, чем открывался. – URL: <https://news.mail.ru/economics/69779250/> (дата обращения: 3.04.2026)
- 10) «Минус 300 тысяч»: Россию ждет массовое закрытие малого бизнеса в 2026 году. Кто не выживет?[Электронный ресурс]. – URL: <https://dzen.ru/a/aZ1P3nvuQ0wnmA3b> (дата обращения: 3.04.2026)
- 11) Михайлова, Е.А. Миграционная активность молодежи Архангельской области // Молодой ученый. – 2019. – №2 (240). – С.139-141.
- 12) Черкасов, Д.О. Роль малого предпринимательства в экономике России // Молодой ученый. – 2016. – № 2 (106). – С. 626-629.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРИЗИСА НА РЫНКАХ НЕДВИЖИМОСТИ РОССИИ И КИТАЯ В 2025-2026 ГГ.

Н.М. Метальников

Научный руководитель – **С.В. Шкиотов**, канд. экон. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе проводится сравнительный анализ кризисных процессов на рынках жилой недвижимости России и Китая в 2025-2026 гг. Рассматриваются ключевые макроэкономические и институциональные факторы, влияющие на динамику спроса, предложения и цен. На основе эмпирических данных выявляются сходства и различия в природе кризисов, их глубине и последствиях для национальных экономик. Особое внимание уделяется роли государственного регулирования, монетарной политики и структурных особенностей рынков. Делается вывод о принципиально различной природе текущих кризисов: дефляционного в Китае и стагнационного в России.

Ключевые слова: рынок недвижимости, кризис, Китай, Россия, девелопмент, ипотека, макроэкономика, цены на жилье

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE REAL ESTATE MARKET CRISIS IN RUSSIA AND CHINA IN 2025-2026

N.M. Metalnikov

Scientific Supervisor – **S.V. Shkiotov**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This paper presents a comparative analysis of crisis processes in the residential real estate markets of Russia and China in 2025-2026. It examines the key macroeconomic and institutional factors influencing the dynamics of demand, supply, and prices. Based on empirical data, the study identifies similarities and differences in the nature of the crises, their depth, and their consequences for national economies. Special attention is paid to the role of government regulation, monetary policy, and structural characteristics of the markets. The conclusion highlights the fundamentally different nature of the current crises: deflationary in China and stagflationary in Russia.

Keywords: real estate market, crisis, China, Russia, development, mortgage, macroeconomics, housing prices

Кризисные процессы на рынках жилой недвижимости России и Китая в 2025-2026 гг. представляют собой важный объект сравнительного анализа, поскольку данные рынки играют системообразующую роль в национальных экономиках и оказывают значительное влияние на инвестиционную активность, финансовую устойчивость и уровень благосостояния населения. Несмотря на внешнее сходство динамики, выражающееся в снижении объемов продаж в этих экономиках, глубинные причины, механизмы протекания и макроэкономические последствия кризисов в России и Китае существенно различаются.

Так, в Китае текущая ситуация на рынке недвижимости формировалась в течение длительного периода, характеризующегося экстенсивным ростом строительного сектора, активным привлечением заемных средств девелоперами и значительной ролью недвижимости как инвестиционного актива. Как отмечают эксперты ВЭБа: «.. продолжался спад показателя площадей начала нового строительства в Китае. В январе-феврале он уменьшился на 23,1% (за весь 2025 г. – минус 20,4%), в том числе площади нового строительства жилой недвижимости сократились на 23,3%, офисной недвижимости – на 22,7%, недвижимости для коммерческого использования – на 29%. В январе-феврале 2026 г. спад на рынке недвижимости Китая продолжал углубляться. Объёмы продаж недвижимости по площади (92,93 млн кв м) сократились на 13,5% (за 2025 г. – минус 8,7%)» [1].

Такая модель привела к накоплению избыточного предложения, выражающегося в значительных объемах нереализованного жилья. В результате рынок столкнулся с классическим кризисом перепроизводства, сопровождающимся снижением цен и сокращением инвестиционной активности: объём нереализованной недвижимости (около 800 млн кв м) к концу февраля 2026 г. остался примерно на уровне того же периода прошлого года. Нереализованные запасы жилой недвижимости (437,52 млн кв м) увеличились на 1,3%, офисной недвижимости (53,51 млн кв м) увеличились на 1,5% [1].

Таким образом, согласно имеющимся данным, падение продаж жилой недвижимости в Китае носит масштабный характер: сокращение объемов в натуральном выражении достигает 15,9%, тогда как в стоимостном выражении снижение составляет 21,8%, что свидетельствует о существенном снижении цен и общей капитализации рынка (рис. 1). Данный разрыв между динамикой физических и стоимостных показателей является индикатором дефляционных процессов, охватывающих сектор недвижимости.

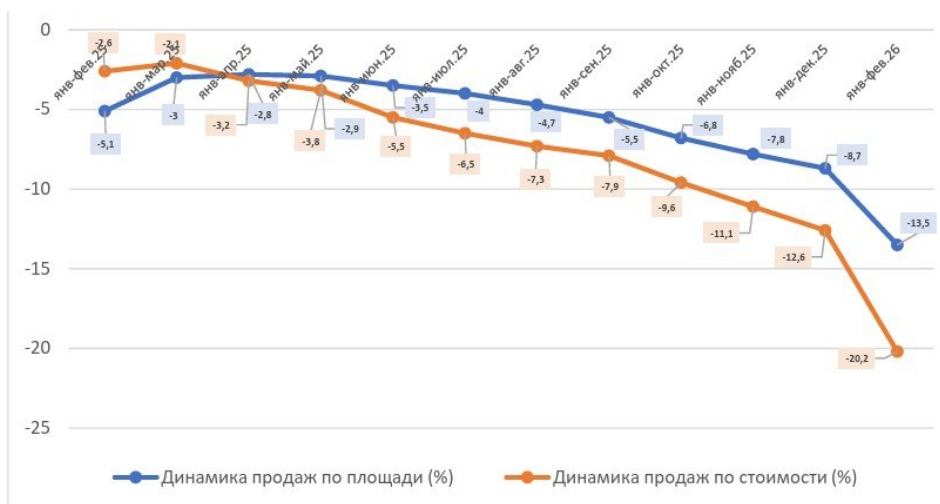


Рис. 1. Динамика рынка недвижимости в Китае, 2025-26 гг. [1]

Дополнительным подтверждением дефляционного характера кризиса в Китае выступает динамика цен на вторичном рынке жилья, где зафиксировано снижение на уровне 8,3% за 2025 год [1]. Снижение цен оказывает мультипликативное воздействие на финансовую систему, поскольку ухудшает баланс девелоперских компаний и повышает риски невозврата кредитов. Учитывая значительную долю недвижимости в структуре активов домохозяйств и региональных бюджетов в Китае, кризис приобретает системный характер и оказывает давление на экономический рост в целом.

В России кризисные явления на рынке недвижимости имеют иную природу и обусловлены преимущественно макроэкономической политикой Правительства (поддержка ипотечных программ) и Банка России (величина ключевой ставки). В отличие от Китая, российский рынок не сталкивается с масштабным перепроизводством (рис. 2), однако испытывает значительное давление со стороны ограничений спроса.

Ключевым фактором выступает ужесточение денежно-кредитной политики, выразившееся в повышении ключевой ставки и сокращении программ льготного ипотечного кредитования. Это привело к существенному снижению доступности жилья для населения и, как следствие, к сокращению объемов продаж, прежде всего в сегменте новостроек.

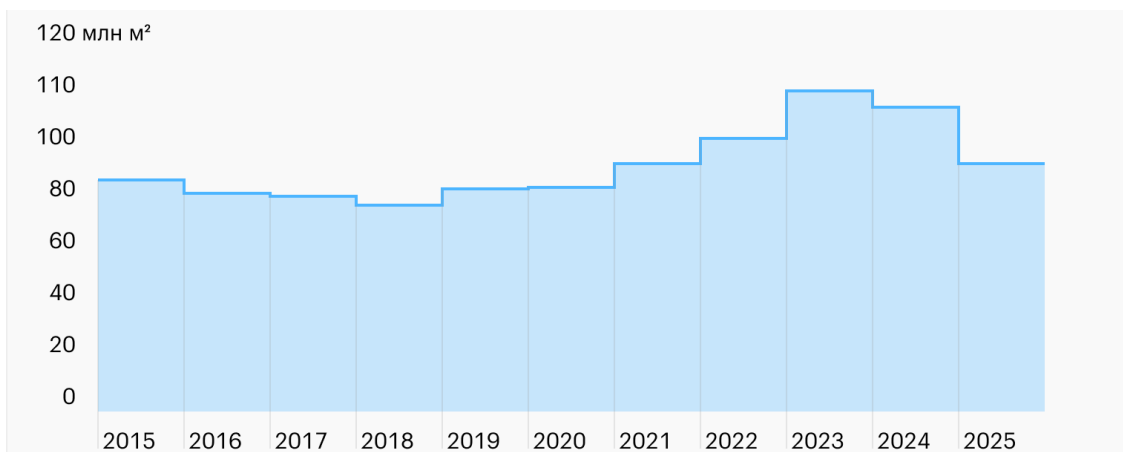


Рис. 2. Ввод жилья в России за последние 10 лет [2]

Тем не менее, несмотря на снижение спроса, ценовая динамика в России остается относительно устойчивой. В отличие от китайского рынка, где наблюдается снижение цен, в России сохраняется номинальный рост стоимости жилья, который, однако, в ряде случаев отстает от инфляции (рис. 3). Таким образом, в реальном выражении цены демонстрируют стагнацию или незначительное снижение.

Подобная ситуация обусловлена институциональными особенностями рынка, включая механизм проектного финансирования и зависимость девелоперов от банковского кредитования, что ограничивает их возможности по снижению цен.

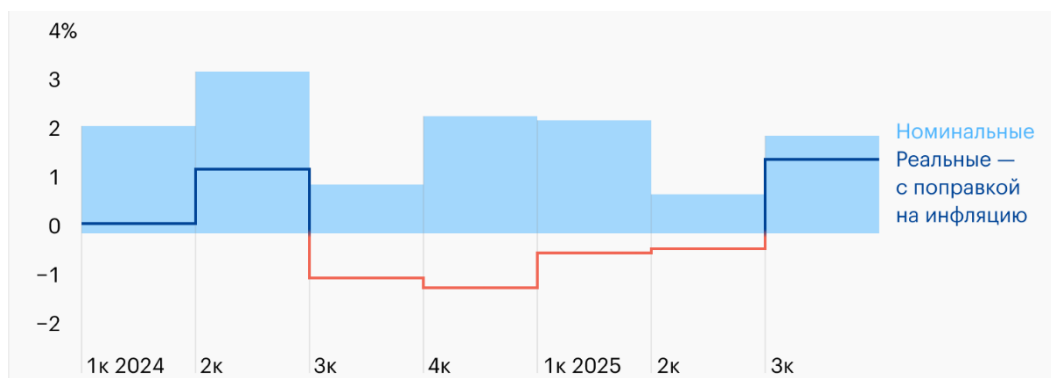


Рис. 3. Цена на новостройки и инфляция в России, 2024-25 гг. [2]

Существенным проявлением адаптационных процессов на российском рынке является изменение структуры спроса. В условиях ограниченной платежеспособности населения наблюдается тенденция к сокращению средней площади приобретаемого жилья, которая снизилась до 44,5 кв. м, что на 3,4% ниже уровня предыдущего года [2]. Это свидетельствует о том, что потребители стремятся компенсировать рост стоимости квадратного метра за счет уменьшения общего объема приобретаемой недвижимости. Одновременно фиксируется рост интереса к вторичному жилью, которое выступает более доступной альтернативой новостройкам.

Несмотря на различия в природе кризисов в Китае и России, можно выделить ряд сходных характеристик:

1. В обеих странах наблюдается снижение объемов продаж, что отражает структурные изменения в спросе и ухудшение экономических ожиданий.
2. В обоих случаях происходит сокращение инвестиционной активности в секторе недвижимости, что негативно сказывается на динамике строительства и смежных отраслей.

3. Усиливается роль государства в регулировании рынка, хотя формы и цели такого вмешательства различаются.

Вместе с тем различия между рынками носят принципиальный характер. Прежде всего, они проявляются в природе кризисных процессов.

Китайский рынок переживает дефляционный кризис, связанный с переоценкой активов и сокращением цен, тогда как российский рынок находится в состоянии стагнации, при которой цены остаются относительно стабильными, а основное давление приходится на объемы продаж.

Второе различие связано с ролью финансового сектора: в Китае кризис недвижимости представляет угрозу для банковской системы из-за высокой долговой нагрузки девелоперов, тогда как в России банковская система выполняет стабилизирующую функцию, поддерживая ликвидность застройщиков.

Третье различие заключается в механизмах адаптации: китайский рынок реагирует снижением цен и сокращением строительства, тогда как российский рынок адаптируется через изменение структуры спроса и сохранение ценового уровня.

Таким образом, сравнительный анализ показывает, что кризисы на рынках недвижимости России и Китая, несмотря на внешнее сходство отдельных показателей, имеют различную природу и требуют различных подходов к регулированию. Китайский рынок проходит через болезненный, но закономерный этап коррекции после периода перегрева, тогда как российский рынок находится в состоянии структурной адаптации к новым макроэкономическим условиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Мониторинг китайской экономики. Институт ВЭБ, март 2026. – URL: <https://cc400684.tw1.ru/china/china230326.pdf> (дата обращения: 04.04.2026).

2) Ключевые события рынка жилищного строительства в III квартале 2025 года – URL: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/upload/iblock/6a6/upq09eb6jzchsm25pjmidp7wsyj6v6sj.pdf> (дата обращения: 04.04.2026).

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БИЗНЕСА И ВЛАСТИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ТКО: РЕГИОНАЛЬНЫЙ ОПЫТ

Н.А. Милкина

Научный руководитель – **А.Н. Савичева**, канд. экон. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения экономической эффективности системы обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО) в контексте реализации реформы отрасли и достижения национальных целей развития Российской Федерации до 2030 года в сфере экологического благополучия. Практическая значимость исследования заключается в разработке методики оценки эффективности взаимодействия оператора ТКО с органами власти, адаптированной к современным вызовам экономики замкнутого цикла и специфике российского рынка обращения с отходами, а также в формулировании пяти приоритетных рекомендаций для профессионального сообщества региональных операторов.

Ключевые слова: обращение с ТКО, региональный оператор, государственное регулирование, тариф, инвестиционная программа, экономика замкнутого цикла, Ярославская область

ECONOMIC EFFECTS OF BUSINESS-GOVERNMENT INTERACTION IN THE FIELD OF MSW MANAGEMENT: REGIONAL EXPERIENCE

N.A. Milkina

Scientific Supervisor – **A.N. Savicheva**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The relevance of the study is driven by the need to improve the economic efficiency of the municipal solid waste (MSW) management system in the context of implementing industry reform and achieving the national development goals of the Russian Federation until 2030 in the field of environmental well-being. The practical significance of the study lies in the development of a methodology for assessing the effectiveness of interaction between an MSW operator and public authorities, adapted to the current challenges of the circular economy and the specifics of the Russian waste management market, as well as in the formulation of five priority recommendations for the professional community of regional operators.

Keywords: municipal solid waste (MSW), regional operator, government regulation, tariff, investment program, circular economy, Yaroslavl region

С 2019 года в Российской Федерации реализуется реформа обращения с твердыми коммунальными отходами (ТКО), в рамках которой на территориях субъектов РФ созданы региональные операторы – юридические лица, наделенные статусом естественного монополиста [1]. Указанная реформа является частью национального проекта «Экологическое благополучие» (ранее – «Экология») и направлена на достижение целевых показателей по обработке и утилизации отходов, а также на снижение негативного воздействия на окружающую среду [2].

Специфика деятельности региональных операторов заключается в том, что их бизнес-модель функционирует в условиях жесткого государственного регулирования. Ключевые параметры – тариф на услугу, объемы принимаемых отходов, инвестиционные обязательства, требования к качеству и экологической безопасности – определяются не рыночными механизмами, а органами исполнительной власти и контрольно-надзорными структурами (ФАС России, Росприроднадзор, региональные министерства) [3, 4]. Такая конфигурация создает для операторов двойственную ситуацию: с одной стороны, долгосрочные договоры и гарантированный спрос обеспечивают предсказуемость денежного потока; с другой –

тарифные ограничения и высокая комплаенс-нагрузка сдерживают рентабельность и инвестиционную активность [5].

Несмотря на значительное число публикаций, посвященных реформе ТКО [6, 7], системный экономический анализ форм и инструментов взаимодействия региональных операторов с органами власти остается недостаточно разработанным. Большинство исследований фокусируются либо на технических аспектах обращения с отходами, либо на правовых вопросах регулирования [8, 9]. При этом отсутствуют количественные оценки влияния конкретных инструментов (тарифного регулирования, инвестиционных программ, цифровизации, государственной поддержки) на финансовые показатели бизнеса. Особенно актуален этот пробел для регионального уровня, где специфика местных условий (инфраструктура, тарифная политика, структура отходов) существенно модифицирует общероссийские закономерности.

Ярославская область представляет собой показательный кейс для такого анализа. Регион входит в ТОП-5 субъектов РФ по внедрению раздельного сбора отходов (охват населения – более 60%), здесь накоплен значительный опыт взаимодействия операторов с органами власти, включая реализацию инвестиционных программ и привлечение мер государственной поддержки [10, 11]. В то же время в области сохраняются типичные для отрасли проблемы: дебиторская задолженность потребителей (8–10% выручки), тарифные ограничения рентабельности (5–7%) и высокие издержки соблюдения лицензионных требований [12].

Цель настоящей работы – провести системный экономический анализ форм и инструментов взаимодействия операторов по обращению с ТКО с органами исполнительной власти и оценить их влияние на финансовую устойчивость бизнеса на примере Ярославской области.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Выделить и охарактеризовать основные организационные формы взаимодействия операторов ТКО с органами власти.
2. Систематизировать экономические инструменты, с помощью которых эти формы реализуются.
3. Провести количественную оценку экономического эффекта от ключевых инструментов (тарифное регулирование, инвестиционные программы, цифровизация, государственная поддержка).
4. Выявить основные финансовые риски для бизнеса, возникающие в рамках сложившейся системы взаимодействия.
5. Сформулировать практические рекомендации для профессионального сообщества региональных операторов.

Теоретическую базу исследования составили работы российских и зарубежных авторов в области экономики замкнутого цикла, регулирования естественных монополий и государственно-частного взаимодействия [5, 7, 13]. Эмпирическую базу – нормативно-правовые акты Российской Федерации и Ярославской области [1, 3, 4], отчетные данные региональных операторов, аналитические материалы ППК «Российский экологический оператор» [10], доклады Министерства регулирования тарифов Ярославской области [11], а также территориальная схема обращения с отходами региона [12].

Методологический аппарат включает методы сравнительного анализа (сопоставление пяти форм взаимодействия), статистического наблюдения (анализ тарифов, объемов отходов, дебиторской задолженности), экономико-математического моделирования (расчет эффективности инвестиционных программ и цифровых инструментов) и экспертных оценок (интерпретация нормативно-правовых актов и отчетных данных).

1. Формы и инструменты взаимодействия: системная модель

На основе анализа региональной практики Ярославской области выделены пять организационных форм взаимодействия [12]: Представлены они в табл. 1.

Таблица 1. Организационные формы взаимодействия

Форма	Содержание
1. Договорные отношения	Соглашения: «власть – региональный оператор», «оператор – потребитель», «оператор – операторы инфраструктуры»
2. Корпоративное участие	Управление АО с госучастием (назначение гендиректора, утверждение отчетности, распределение прибыли)
3. Территориальная схема	Участие в стратегическом документе, определяющем развитие инфраструктуры отрасли
4. Государственные программы	Участие в нацпроекте «Экологическое благополучие» и региональных программах
5. Контрольно-надзорные отношения	Проверки, мониторинг, административные расследования

Каждая форма реализуется через конкретные экономические инструменты.

В Ярославской области применяются шесть инструментов [4, 11]:

1. Тарифное регулирование(метод экономически обоснованных затрат, горизонт до 10 лет)
2. Лицензирование(допуск к деятельности, контроль Росприроднадзора)
3. Инвестиционные программы(планирование развития инфраструктуры с возвратом через тариф)
4. Цифровые инструменты(ФГИС УТКО, электронные реестры, онлайн-отчетность)
5. Государственная поддержка(субсидии, льготное кредитование, налоговые льготы)
6. Контрольные мероприятия(плановые/внеплановые проверки).

Взаимосвязь форм и инструментов представлена в табл. 2 [5, 10].

Таблица 2. Матрица «форма – инструмент – экономический результат»

Форма взаимодействия	Реализующие инструменты	Экономический результат для оператора
Договорные отношения	Тарифное регулирование, контрольные мероприятия, ФГИС УТКО	Стабильный денежный поток, предсказуемость на 5–10 лет
Корпоративное участие	Инструменты корпоративного управления, утверждение инвестпрограмм	Согласование интересов собственника и регулятора
Территориальная схема	ФГИС УТКО, господдержка объектов, включенных в схему	Стратегическая монополия, гарантия загрузки
Государственные программы	Инвестиционные программы, льготное кредитование, субсидии	Привлечение внешнего финансирования на льготных условиях
Контрольно-надзорные отношения	Лицензирование, проверки, расследования	Соблюдение требований (комплаенс), риск штрафов

2. Экономическая оценка ключевых инструментов

2.1. Тарифное регулирование

В Ярославской области тарифы на услуги регионального оператора устанавливаются министерством регулирования тарифов Ярославской области методом индексации экономически обоснованных затрат [11].

Формула расчета [4]:

$$T=(З_{тек}+А+И+П_{норм})/Q_{план},$$

где показатели представлены в табл. 3.

Таблица 3. Расшифровка показателей для расчета тарифов на услуги регионального оператора

Показатель	Полное наименование	Единица измерения	Экономический смысл	Как определяется
Т	Тариф на услугу регионального оператора	руб./куб. м (или руб./тонна)	Цена, которую платит потребитель (население или юрлицо) за вывоз и обработку 1 куб. м (или 1 тонны) ТКО	Расчётная величина, утверждаемая регулятором
Зтек	Текущие (операционные) затраты	руб./год	Расходы оператора на осуществление основной деятельности без учёта капитальных вложений	Включает: оплату труда, ГСМ, ремонт, электроэнергию, аренду, связь, транспорт, страхование и др. (согласно отраслевым нормативам)
А	Амортизационные отчисления	руб./год	Стоимость износа основных средств (оборудования, полигонов, мусоровозов, зданий), переносимая на тариф	Рассчитывается по нормам амортизации, утверждённым учётной политикой предприятия и налоговым законодательством
И	Инвестиционная составляющая	руб./год	Часть тарифа, предназначенная для возврата капитальных вложений (строительство, модернизация, закупка техники)	Включается только при наличии утверждённой инвестиционной программы. Размер определяется графиком возврата вложенных средств
Пнорм	Нормативная прибыль	руб./год	Гарантированная прибыль оператора, закладываемая в тариф	Устанавливается регулятором в процентах от суммы затрат (обычно 5–7%). Стимулирует эффективность, но не даёт сверхдоходов
Qплан	Планируемый годовой объём отходов	куб. м/год (или тонн/год)	Количество ТКО, которое оператор планирует принять, обработать и разместить в течение года	Определяется на основе статистики предыдущих периодов, территориальной схемы и нормативов накопления

Параметры для Ярославской области (оценка 2024 г.) [11]:

- Нормативная прибыль (Пнорм) – 5–7% от затрат.
- Горизонт тарифного регулирования – до 10 лет.
- Инвестиционная составляющая (И) – включается при утвержденной инвестпрограмме.

инвестпрограмме.

Экономический эффект для бизнеса: долгосрочный тариф позволяет планировать капитальные вложения и обслуживание долга (табл. 4). Однако ограничение рентабельности на уровне 5–7% ниже среднерыночной доходности (12–15% по отрасли утилизации отходов в странах организации экономического сотрудничества и развития) [13].

2.2. Инвестиционные программы

Инвестиционная программа – единственный инструмент, позволяющий оператору легально увеличить прибыль за счет включения в тариф инвестиционной составляющей [1, 10].

Таблица 4. Типовой расчет эффективности (объект стоимостью 100 млн руб.)

Показатель	Без инвестпрограммы (рыночное финансирование)	С инвестпрограммой (возврат через тариф)
Ставка финансирования	18–20% (рыночный кредит)	5–7% (льготный / возврат через тариф)
Срок окупаемости	10–12 лет	5–7 лет
ROI (рентабельность инвестиций)	4–6%	8–12%
Гарантия возврата	Нет	Есть (включение в тариф)

Вывод: для профессионального оператора участие в инвестиционной программе является приоритетным направлением [7].

2.3. Цифровые инструменты (ФГИС УТКО)

ФГИС УТКО (Федеральная государственная информационная система учета твердых коммунальных отходов)— это единая цифровая платформа, созданная для обеспечения прозрачности и прослеживаемости всей цепочки обращения с ТКО на территории Российской Федерации [10]. Оператором системы выступает ППК «Российский экологический оператор» (РЭО). Система введена в эксплуатацию с 1 декабря 2023 года в соответствии с требованиями Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [1, 10].

Основные функции ФГИС УТКО:

- Учет и аналитика— анализ объемов отходов, собранных по всей территории государства; ведение электронных реестров договоров в сфере обращения с ТКО; мониторинг тарифов, установленных в разных регионах; учет нормативов накопления ТКО [10].
- Интерактивная карта— содержит информацию об источниках образования отходов, о местах (контейнерных площадках) ТКО и объемах их накопления, о действующих и планируемых объектах обращения с ТКО, а также о схеме потоков ТКО [10].
- Мониторинг инвестиционных проектов— с 2025 года во ФГИС УТКО внедрен инструментарий для мониторинга источников финансирования инвестиционных проектов, позволяющий вносить данные о финансировании перспективных проектов, отражать источники финансирования (собственные средства, меры поддержки РЭО, вклады в уставный капитал), отслеживать сумму расходов по сводному сметному расчету, а также контролировать процесс подготовки и подписания концессионных соглашений [10].
- Контроль за контейнерными площадками с помощью ИИ— в 2025 году в систему внедрен модуль искусственного интеллекта для анализа состояния контейнерных площадок. На данный момент во ФГИС УТКО зарегистрировано более 1,1 млн контейнерных площадок. ИИ распознает следующие нарушения: неполное опустошение контейнеров мусоровозом; наличие навалов мусора рядом с контейнерной площадкой; наличие на площадке мусора, не относящегося к ТКО (шины, бытовая техника, ветки деревьев); перекрытие доступа к контейнерной площадке автомобилем [10].

Экономический эффект от внедрения ФГИС УТКО:

По данным ППК «РЭО» и отчетности региональных операторов, внедрение ФГИС УТКО дает следующие измеримые эффекты [10]:

- Снижение неучтенных отходов— на 15–20% (прямое увеличение выручки)
- Сокращение трудозатрат на отчетность— на 30%
- Повышение собираемости платежей— на 5–7% (прозрачность договоров)
- Упрощение контроля за исполнением инвестпрограмм— снижение административных издержек

Расчет для Ярославской области [10, 11]:

При годовом обороте регионального оператора порядка 1,5 млрд руб. экономический эффект от цифровизации оценивается в 100–150 млн руб. в год. Затраты на внедрение (интеграция, обучение, оборудование) окупаются за 1,5–2 года.

2.4. Государственная поддержка

В 2023–2024 гг. операторы ТКО Ярославской области привлекли около 200 млн руб. в виде [10, 11]:

- субсидий из областного бюджета (вывоз с труднодоступных территорий, раздельный сбор);
 - льготных кредитов через механизмы РЭО и федеральных институтов развития.
- Экономический эффект: снижение долговой нагрузки на 15–20% по сравнению с рыночным финансированием, улучшение кредитного рейтинга предприятия [5].

3. Основные риски для бизнеса

На основе анализа выделены три ключевые зоны финансовых рисков [5, 6, 12] (табл. 5).

Таблица 5. Ключевые зоны финансовых рисков при государственной поддержке

Риск	Характеристика	Типичные последствия
Тарифный риск	Регулятор занижает затраты или инвестиционную составляющую	Снижение рентабельности ниже 3%, невозврат инвестиций
Дебиторская задолженность	Неплатежи населения и юрлиц (8–10% выручки)	Кассовый разрыв, необходимость кредитования
Комплаенс-риск	Предписания надзорных органов (Росприроднадзор, прокуратура)	Штрафы (от 200 тыс. до нескольких млн руб.), приостановка деятельности

Профессиональная рекомендация: оператору необходимо создавать финансовый резерв (3–6 месяцев операционных расходов) для покрытия кассовых разрывов и непредвиденных штрафов [7].

4. Рекомендации для профессионального сообщества

На основе проведенного анализа сформулированы следующие рекомендации для региональных операторов ТКО [5, 7, 10]:

1. Приоритет 1 – участие в инвестиционных программах. Это единственный инструмент, обеспечивающий рентабельность выше 5–7% за счет возврата капитала через тариф.

2. Приоритет 2 – цифровизация учета (ФГИС УТКО и внутренние системы). Быстрая окупаемость (1,5–2 года), снижение потерь от неучтенных отходов на 15–20%.

3. Приоритет 3 – активная работа с господдержкой. Каждый рубль субсидии снижает потребность в дорогом заемном финансировании.

4. Приоритет 4 – управление дебиторской задолженностью. Рекомендуется внедрение автоматизированного претензионно-искового процесса и работа с коллекторскими агентствами (договорная модель).

5. Приоритет 5 – выстраивание предсказуемых отношений с регулятором. Прозрачная тарифная заявка, своевременная отчетность, участие в публичных слушаниях снижают комплаенс-риски.

Выводы

1. Взаимодействие регионального оператора ТКО с органами исполнительной власти в Ярославской области представляет собой многоуровневую систему из пяти форм и шести экономических инструментов [1, 12].

2. Ключевым инструментом, обеспечивающим финансовую устойчивость бизнеса, является долгосрочное тарифное регулирование (горизонт до 10 лет) с возможностью включения инвестиционной составляющей [4, 11].

3. Цифровизация отрасли (ФГИС УТКО) дает измеримый экономический эффект: снижение неучтенных отходов на 15–20%, окупаемость затрат за 1,5–2 года [10].

4. Основные финансовые риски оператора – тарифные ограничения (рентабельность 5–7%), дебиторская задолженность (8–10% выручки) и комплаенс-издержки [5, 6].

5. Рекомендации, выработанные по результатам исследования, могут быть масштабированы на другие субъекты РФ, проходящие аналогичный этап реформы обращения с ТКО [7, 13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/
- 2) Паспорт национального проекта «Экологическое благополучие» (утв. Президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2024 № 16). – М., 2024. – 42 с.
- 3) Постановление Правительства РФ от 07.03.2025 № 293 «О порядке обращения с твердыми коммунальными отходами». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_500887/
- 4) Приказ ФАС России от 29.12.2023 № 1117/23 «Об утверждении методических указаний по расчету регулируемых тарифов в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами». – URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=420684&ysclid=mqr99o4uxc374037344>
- 5) ППК «Российский экологический оператор». Итоги реализации реформы обращения с твердыми коммунальными отходами в Российской Федерации за 2024 год: аналитический доклад. – М., 2025. – 95 с.
- 6) Обзор судебной практики по делам, связанным с обращением с твердыми коммунальными отходами: утвержден Президиумом Верховного Суда РФ 13.12.2023. – М., 2023. – 35 с.
- 7) Письмо ФАС России от 11.08.2021 № ВК/61716/21 «По вопросу применения статьи 10 Федерального закона от 26.07.2006 № 135-ФЗ (в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами)». – М., 2021. – 12 с.
- 8) Информация ФАС России «Наиболее частые вопросы по ТКО»: разъяснения по применению законодательства в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами. – М., 2022. – 8 с. – URL: https://fas.gov.ru/questions/question_categories/5
- 9) Постановление Правительства РФ от 18.03.2021 № 414 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в сфере обращения с твердыми коммунальными отходами» // Собрание законодательства РФ. – 2021. – № 13. – Ст. 2234.
- 10) ППК «Российский экологический оператор». Итоги реализации реформы ТКО в субъектах РФ за 2024 год. – М., 2025. – 84 с.
- 11) Министерство регулирования тарифов Ярославской области. Доклад о состоянии и развитии тарифной политики в сфере обращения с ТКО за 2023–2024 гг. – Ярославль, 2024. – 47 с.
- 12) Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, Ярославской области: утверждена приказом департамента охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области от 26.05.2022 № 7-н «Об утверждении территориальной схемы обращения с отходами Ярославской области и о признании утратившими силу отдельных приказов департамента охраны окружающей среды и природопользования Ярославской области». – Ярославль, 2022.
- 13) Improving Markets for Recycled Plastics: Trends, Prospects and Policy Responses. – Paris: OECD Publishing, 2024. – 112 p.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННОГО И ЦИФРОВОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Д.М. Мурашкина

Научный руководитель – **Т.Н. Несиоловская**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье проведён сравнительный анализ традиционного и цифрового образования по ключевым характеристикам, достоинствам и недостаткам. Традиционное образование основано на личном взаимодействии, даёт структурированные программы и развивает социальные навыки, но ограничено в гибкости и доступе к ресурсам. Цифровое образование обеспечивает гибкость, доступность информации и развивает цифровую грамотность, но требует технических ресурсов, а отсутствие личного контакта может затруднять социальную адаптацию. Целесообразно интегрировать элементы обеих моделей.

Ключевые слова: традиционное образование, цифровое образование, образовательные ресурсы, формат обучения

COMPARATIVE ANALYSIS OF TRADITIONAL AND DIGITAL EDUCATION

D.M. Murashkina

Scientific Supervisor – **T.N. Nesiolovskaya**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article provides a comparative analysis of traditional and digital education in terms of key characteristics, advantages and disadvantages. Traditional education is based on personal interaction, offers structured programs and develops social skills, but is limited in flexibility and access to resources. Digital education provides flexibility, information accessibility and develops digital literacy, but requires technical resources, and the lack of personal contact may hinder social adaptation. It is advisable to integrate elements of both models.

Keywords: traditional education, digital education, educational resources, learning format

Современный этап развития общества характеризуется глубокой трансформацией всех социальных институтов под влиянием цифровых технологий. Система образования, являющаяся фундаментом воспроизводства интеллектуального капитала и культурного кода нации, также оказалась в эпицентре этих изменений. На смену многовековой парадигме традиционного обучения, основанной на принципах линейности и синхронности, приходит современная модель обучения – цифровое образование.

Пандемия COVID-19 стала катализатором этого процесса, обнажив как колоссальный потенциал цифровых инструментов, так и ряд проблем, связанных с их интеграцией в образовательный процесс. Сегодня перед педагогическим сообществом, исследователями и разработчиками образовательных программ стоит важная задача: не просто механически перенести традиционные методики в онлайн, а провести глубокий сравнительный анализ двух парадигм.

Цель данной статьи – провести комплексный анализ ключевых характеристик традиционного и цифрового образования.

Образование – единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции, определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов [1].

Традиционное обучение представляет собой модель, при которой педагог транслирует учащимся готовую информацию, предназначенную для репродуктивного усвоения. Ключевая роль в этом процессе отводится преподавателю как основному источнику знаний и субъекту управления учебной деятельностью. Наиболее распространённой формой реализации данного подхода выступает классно-урочная система, основы которой были заложены Я.А. Коменским в XVII веке. Несмотря на многовековую историю, данная модель сохраняет свою актуальность и продолжает применяться в современных школах [3] (табл. 1).

К характерным особенностям традиционной классно-урочной системы относятся следующие положения:

- формирование классов из учащихся одной возрастной категории с примерно равным уровнем подготовки, при этом состав группы остается неизменным на протяжении всего периода обучения;
- функционирование класса на основе единого годового плана и учебных программ, строго регламентированных расписанием, что предопределяет синхронное начало учебного года и единый режим занятий;
- организация учебного процесса осуществляется через основную единицу – урок;
- каждый урок, как правило, ограничен рамками одного предмета и конкретной темы, что обеспечивает одновременную работу всех учащихся над одинаковым учебным материалом;
- ведущая роль в управлении познавательной деятельностью на уроке принадлежит учителю: он контролирует результаты, оценивает успеваемость каждого ученика и по итогам года принимает решение о переводе в следующий класс;
- основным источником информации для самостоятельной работы служат учебники, предназначенные преимущественно для выполнения домашних заданий [2].

Таблица 1. Преимущества и недостатки традиционного образования

Преимущества	Недостатки
1. Личное взаимодействие создает мощное образовательное сообщество	1. Ограниченный доступ к образовательным ресурсам из-за физических территориальных ограничений
2. Структурированные программы помогают поддерживать дисциплину и организованность	2. Зависимость от темы и уровня преподавания, что может влиять на качество получаемых знаний
3. Обратная связь осуществляется в реальном времени, что может повысить понимание предмета	3. Неподходящее для индивидуальных стилей обучения – многие студенты могут чувствовать себя некомфортно в традиционной обстановке

Цифровое образование – это процесс интеграции цифровых технологий в учебный процесс. Оно включает использование различных инструментов и платформ для улучшения качества обучения и доступности образовательных ресурсов. Цифровое образование позволяет студентам и преподавателям взаимодействовать более эффективно, независимо от их географического положения (табл. 2). Это особенно важно в условиях глобализации и ускоренного ритма жизни, когда доступ к знаниям должен быть максимально оперативным и удобным [4].

В современной образовательной практике принято выделять четыре основных формата реализации цифрового обучения:

1. Дистанционный формат (полностью автономный). Учебный курс организован таким образом, что прямое взаимодействие между преподавателем и обучающимся отсутствует полностью; ученик осваивает материал самостоятельно.
2. Асинхронный формат. Предполагает наличие обратной связи между педагогом и студентом, однако коммуникация происходит с временной задержкой, а не в режиме реального времени.
3. Синхронный (удаленный) формат. Участники образовательного процесса встречаются в виртуальном пространстве в заранее установленное время по предоставленной ссылке для проведения занятий по конкретному предмету в режиме реального времени.

4. Формат с интеграцией цифровых инструментов (смешанный). Обучение проходит в традиционном классе с физическим присутствием учеников, но преподаватель активно использует цифровое оборудование (например, демонстрирует материалы урока на интерактивной панели).

Отличительными признаками цифрового образования являются:

- а) возможность получать знания из любой точки мира, где есть доступ к интернету;
- б) широкий спектр форматов контента, включая видеолекции, интерактивные задания, подкасты, виртуальные симуляции и электронные книги;
- в) цифровые учебные материалы и курсы могут быть доступны в любое время, что позволяет студентам и ученикам самостоятельно планировать свое время и обучаться в удобном для них темпе;
- г) современные технологии, такие как платформы для онлайн-обучения, мобильные приложения, виртуальная и дополненная реальность;
- д) цифровое образование легче адаптируется к внезапным изменениям (например, пандемиям);
- е) цифровые ресурсы могут быть быстро адаптированы и обновлены на новые открытия и изменения в области знаний.

Таблица 2. Преимущества и недостатки цифрового образования

Преимущества	Недостатки
1. Неограниченный доступ к образовательным материалам и курсам из любой точки мира	1. Отсутствие личного контакта
2. Индивидуализированный подход к обучению, позволяющий студентов учиться в своем ритме	2. Проблемы с самоорганизацией
3. Развитие цифровых навыков, которые становятся все более важными в современном мире труда	3. Для успешного обучения требуется доступ к компьютерам и стабильному Интернет-соединению

Подробные характеристики традиционного и цифрового образования представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сравнительный анализ традиционного и цифрового образования

Характеристика	Традиционное образование	Цифровое образование
Формат обучения	Лекции, учебники, классные работы, домашние задания	Онлайн-курсы, интерактивные технические материалы
Место обучения	Школа, университет	В любом удобном месте с доступом к интернету
Роль учителя	Лектор, источник знаний, контролер	Наставник, помощник в обучении, куратор онлайн-платформы
Роль ученика	Пассивный получатель информации	Активный участник, исследователь
Скорость обучения	Зависит от темпа обучения группы	Индивидуальный темп обучения
Доступность	Необходимо физическое присутствие в учебном заведении в определенное время	Доступно 7×24, с любого устройства, подключенного к Интернету
Взаимодействие	Прямое взаимодействие с преподавателями для получения обратной связи и разъяснений	Использование форумов, чатов и видеозвонков для общения и совместной работы
Стоимость	Дополнительные расходы на транспорт и учебные материалы	Наличие бесплатных или недорогих онлайн-курсов и материалов.
Адаптивность	Курсы и расписания обычно фиксированы.	Возможность изменять и адаптировать учебные планы в зависимости от успеваемости

Каждая из форм обучения обладает уникальными преимуществами и недостатками, поэтому универсального ответа на вопрос о выборе формата не существует.

Очный формат является предпочтительным в следующих случаях:

- отсутствует необходимость совмещать учебу с трудовой деятельностью;
- присутствует потребность в социальной интеграции: желание обзавестись новыми знакомствами и стать частью студенческого сообщества;
- имеется финансовая возможность оплачивать обучение (в случае коммерческого вуза);
- есть достаточный временной ресурс для регулярного посещения занятий, подготовки к семинарам и сдачи экзаменов.

Дистанционный формат, в свою очередь, оптимален, если:

- требуется совмещать работу с получением образования;
- социализация в студенческой среде не является приоритетной задачей;
- абитуриент обладает высоким уровнем самоорганизации, ответственности и устойчивой внутренней мотивацией;
- отсутствует подходящий вуз в городе проживания или желаемая специальность доступна только в другом регионе;
- существует потребность в более экономичном варианте обучения.

Таким образом, как традиционное, так и цифровое образование имеют свои преимущества и недостатки. Традиционное образование ценится за личное взаимодействие и структурированный подход, тогда как цифровое образование предлагает гибкость, доступность и индивидуализацию, развивает навыки критического мышления и цифровой грамотности. Наиболее эффективным подходом может стать интеграция элементов обеих моделей, что обеспечит максимальную отдачу от образовательного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/

2) Красикова, А.Е. Принципы обучения. Характеристика традиционного и развивающего обучения / А.Е. Красикова, Л.А. Савельева. – URL: <https://urok.1sept.ru/articles/678021> (дата обращения: 01.03.2026).

3) Николаева, Е.К. Проблема традиционного обучения в современной школе. // Скиф. Вопросы студенческой науки. – 2021. – № 2 (54). – С.175-179.

4) Что такое цифровое образование и трансформация? // Sky.pro: [сайт]. – URL: <https://sky.pro/wiki/lifestyle/chto-takoe-cifrovoye-obrazovanie-i-transformaciya/> (дата обращения: 01.03.2026).

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ В 2026 ГОДУ НА ОСНОВЕ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

С.Е. Неволлина, А.А. Киселев

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается перспективное направление развития российской экономики в 2026 году на основе внедрения искусственного интеллекта в цифровую трансформацию менеджмента и маркетинга на фоне энергетического кризиса в Западной Европе из-за войны в Иране и ослабления экономических санкций против продаж российской нефти и газа в 2026 году. Цель статьи – показать перспективы развития российской экономики, как цифровой экономики на основе цифровой трансформации технологий искусственного интеллекта во всех сферах.

Ключевые слова: технология искусственного интеллекта, цифровая трансформация, цифровая экономика, развитие российской экономики

PROSPECTS AND CHALLENGES OF DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN ECONOMY IN 2026 BASED ON THE IMPLEMENTATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

S.E. Nevolina, A.A. Kiselev

Yaroslavl State Technical University

This article examines the prospects for the development of the Russian economy in 2026 based on the implementation of artificial intelligence in the digital transformation of management and marketing, against the backdrop of the energy crisis in Western Europe due to the war in Iran and the easing of economic sanctions against Russian oil and gas sales in 2026. The purpose of this article is to demonstrate the prospects for the development of the Russian economy as a digital economy based on the digital transformation of artificial intelligence technologies across all sectors.

Keywords: artificial intelligence technology, digital transformation, digital economy, development of the Russian economy

В настоящее время технологии искусственного интеллекта (ИИ) активно внедряются во все сферы мировой экономики, внося современные изменения в разные ее отрасли. Многие страны интенсивно начинают бороться за лидерство в мировой гонке в сфере ИИ, возлагая на них новые и перспективные ожидания. Это относится и к России. Так, например, Президент РФ В.В. Путин, выступая в ноябре 2025 года на пленарном заседании конференции «Сбера» AI Journey 2025 по искусственному интеллекту, поручил широко использовать технологии ИИ по всей России. При этом он подчеркнул, что «наша страна должна обладать целым комплексом собственных технологий и продуктов в области генеративного ИИ» и они должны полностью контролироваться российскими специалистами, причем на всех этапах [4].

Внедрение искусственного интеллекта во все сферы российской экономики, как цифровой экономики в 2026 году выступает в качестве важнейшего фактора ее перспективного развития [6]. Нужно отметить, что понимая важность развития технологий ИИ в развитии экономики, в России 27 февраля 2026 года начала свою работу комиссия по развитию ИИ. А в марте 2026 года Министерство цифрового развития, связи и коммуникаций РФ представило законопроект о регулировании ИИ, правила отказа от ИИ и даже запрет на манипуляции потребителями. Вследствие этого отечественные исследователи приходят к выводу о том, что «если 2025 год стал годом, когда ИИ закрепился в роли ежедневного помощника разработчиков, то 2026 год – это год, когда он стал полноценным соавтором.

Сегодня 67% разработчиков по всему миру применяют их в своих рабочих процессах. Мы перешли порог от экспериментов к инфраструктуре». Другими словами, исследователи полагают, что 2026 год – это год перехода от «разговорного ИИ» к «системам, которые не ждут запросов, а самостоятельно формируют и выполняют многошаговые планы» [7].

Статистика свидетельствует о том, что в последние несколько лет государства и корпорации активно инвестируют и будут инвестировать в технологии ИИ. По данным Statista в 2025г. размер рынка ИИ составил рекордные 254,5 млрд долларов. А в ближайшие семь лет он будет ежегодно расти в среднем на 37% в год [2]. Так, например, по данным McKinsey&Company уже к концу 2026 года 88 % иностранных компаний по всему миру будут использовать в своей деятельности технологий ИИ, по крайней мере, в какой-либо одной бизнес-функции, а более половины – сразу в нескольких сферах экономики [9]. И Россия в этой гонке за технологическое лидерство стремится занять свою нишу рынка. Как отметил сооснователь ИИ-интегратора Metalab С. Батулин в январском интервью «Телеспутнику», «потенциал технологии только начинает раскрываться. Мы наблюдаем первые по-настоящему прибыльные интеграции ИИ... Это уже не просто эксперименты, а работающие решения, приносящие доход» [8]. При этом по данным Statista, рынок ИИ в России в 2025 году достиг примерно 5,04 млрд долларов и по прогнозам специалистов будет расти более чем на 26% в год с 2026 по 2031 год, что указывает на значительный потенциал этого сегмента [10]. Одновременно альтернативные источники указывают, что российский рынок ИИ в 2026 году возрастет на 2,3 млрд долларов, что на 45% выше по сравнению с 2025 годом [5]. Это свидетельствует о заинтересованности российской экономики в технологиях ИИ.

Но, к сожалению, можно констатировать, что это пока еще в любом варианте несколько ниже, чем у иностранных компаний. Проведенный анализ научной литературы по проблемам использования технологий ИИ показывает, что по данным McKinsey&Company, уже более двух третей иностранных компаний используют ИИ в нескольких бизнес-функциях, а около половины – в трех и более областях своей деятельности [9]. Например, США за последние пять лет вложили в эту сферу 328,55 млрд долларов, КНР – 132,67 млрд долларов. Затем с большим отрывом идут Великобритания с объемом финансирования в 25,54 млрд долларов, Индия – 16,15 млрд долларов и Германия – 14,3 млрд долларов [2]. Однако есть проблемы, связанные с внедрением технологий ИИ в экономику, так как на глобальном рынке генеративного ИИ наблюдается классический дисбаланс. Исследователи Высшей школы экономики и отраслевые аналитики прямо говорят, что доходы от программных продуктов пока не компенсируют масштабные вложения в аппаратную инфраструктуру. По их мнению, заметный бизнес-эффект от внедрения генеративного ИИ наступит только через 5-10 лет [8]. Вследствие этого бизнес ждет от государства налоговых льгот и субсидий на использование технологий ИИ. Как отметил первый заместитель председателя Сбербанка РФ А. Ведяхин: «Государство и бизнес подходят к ИИ с разных сторон: для государства – это суверенитет и безопасность, для нас – долгосрочная прибыль и новые продукты» [8]. Такие меры, по его словам, могут сократить срок окупаемости и высвободить десятки млрд руб. на реинвестиции.

С этим нужно считаться. И в реализации стратегии развития информационного общества в России на 2017-2030 годы, и в стратегии обеспечения технологического лидерства РФ в 2026 году нужно вносить коррективы, обращая больше внимания на следующие приоритеты в сфере развития и внедрения в российскую экономику технологий ИИ: создание инфраструктуры ИИ, продвижение локальных отечественных платформ, обучение персонала использованию технологий ИИ и инвестирование в создание и внедрение самых современных технологий ИИ, в первую очередь в важнейшие сферы деятельности российской экономики.

Вследствие этого можно выделить ряд задач в сфере внедрения в российскую экономику технологий ИИ, требующих своего решения в 2026 году.

Во-первых, это задача цифровой трансформации менеджмента и маркетинга крупных российских организаций с использованием ИИ, решение которой дает возможность разрешения проблем быстрого анализа больших данных в реальном масштабе времени в интересах управления, а также для прогнозирования спроса; для автоматизации маркетинговых коммуникаций и персонализации предложений, позволяющих сокращать затраты на выполнение этих работ; для оптимизации операционных процессов в интересах повышения эффективности деятельности организаций. Нужно отметить, что организации-лидеры в использовании технологий ИИ, такие, как финтех, ритейл и телеком, где большие данные уже есть и процессы отлажены, уже получают отдачу от их использования. И в целом, по данным «Яков и Партнёры» и «Яндекса» за декабрь 2025 года, более 70% крупных компаний уже используют генеративный ИИ хотя бы в одной из своих бизнес-функций. Но вот, к примеру, проведенные в феврале 2026 года исследования 100 российских отельеров в гостиничном бизнесе показали, что только чуть более половины из них в какой-то мере используют ИИ. Но регулярно используют их лишь 12% респондентов, а 40% применяют их лишь точечно или в тестовом режиме. При этом даже в этих условиях приоритет отдаётся маркетингу и коммуникациям с гостями, а операционные задачи пока затрагиваются очень редко [8]. Вследствие этого гостиничный сектор заметно отстаёт от общего уровня. Это касается и ряда других подобных секторов экономики. И эту задачу нужно решать уже на государственном уровне, понимая то, что ИИ – это уже не просто модный тренд, а важная инфраструктура будущего развития экономики и обеспечения ее конкурентоспособности.

Во-вторых, инвестирование в технологии ИИ сегодня требует государственной поддержки. Даже крупные организации в одиночку не в состоянии разрабатывать и внедрять технологии ИИ в деятельность организаций в том объеме, который необходим для обеспечения их конкурентоспособности. Можно отметить, что уже сейчас именно государственные инвестиции способствуют ускорению внедрения технологий ИИ в российский бизнес, в том числе поддерживают развитие Сбера, Яндекса и ВКонтакте, созданию инфраструктуры для хранения и анализа больших данных, а также продвижению образовательных программ для специалистов [1]. К примеру, в 2026 году Сбер будет заинтересован во внедрении технологий ИИ в кредитный скоринг, прогнозирование финансовых рисков, чат-боты и персонализированные рекомендации для клиентов; Яндекс – в персонализации поиска, рекомендациях Яндекса и оптимизации рекламных кампаний; ВКонтакте – в таргетинге рекламы, рекомендациях по контенту и автоматической модерации сообщений [1, 10]. Но, как показывает сегодняшняя практика, доходы от нейросетей пока не покрывают колоссальные вложения в «железо», дата-центры задыхаются от дефицита энергии, а большинство проектов всё ещё сидит на стадии пилотов [8]. Всем понятно, что инфраструктура применения технологий ИИ стоит очень дорого и, одновременно, несет много рисков. Но это сегодня необходимое условия перспективного развития экономики. Однако именно 2026 год, как подсказывает ситуация в области развития технологий ИИ, станет серьёзной проверкой на прочность российской экономики и определит дальнейшие тренды ее развития, как цифровой экономики.

В-третьих, в настоящее время существуют серьезные проблемы и ограничения внедрения технологий ИИ в российских организациях. Важными из них являются нехватка нужных кадров, особенно в условиях СВО, когда многие такие специалисты вынуждены находиться в зоне СВО. В этих условиях часто можно встретить ситуации сопротивления персонала организаций внедрению технологий ИИ, так как им сложно адаптироваться к новым условиям деятельности. Все это снижает эффективность интеграции технологий ИИ в стратегию развития организаций, а также преодоления проблем существующих нормативных и инфраструктурных барьеров, ограничивающих доступ к зарубежным решениям, обеспечения необходимого уровня кибербезопасности и соответствия национальным стандартам [5]. Например, для внедрения технологий ИИ Сберу потребовалось провести комплексную подготовку персонала, модернизацию ИТ-инфраструктуры и адаптацию бизнес-процессов, что заняло несколько лет упорной и целенаправленной работы в этой

сфере. Аналогичным образом, Яндекс и ВКонтакте постепенно интегрируют технологии ИИ, чтобы не перегружать свои системы и персонал. В-четвертых, перспективные направления развития отечественной экономики с использованием ИИ в России связаны с необходимостью срочного развития отечественных платформ ИИ, чтобы снижать, а лучше, исключать зависимость российских организаций от иностранного программного обеспечения, повышения цифровой компетенции сотрудников через использование корпоративных образовательных программ по аналитике данных, машинному обучению, управлению цифровыми инструментами и др. [5, 10]. Современный опыт крупных организаций, таких, как Сбер, Яндекс, ВКонтакте показывает, что успешная цифровая трансформация технологий ИИ возможна только при системном подходе: сочетании технологий, процессов, обучения персонала и стратегического планирования. Используя такой подход, к примеру, Сбер повысил точность кредитных рейтингов, Яндекс улучшил конверсию рекламных кампаний с помощью персонализированных алгоритмов, а ВКонтакте повысил вовлеченность пользователей с помощью рекомендаций контента на основе ИИ.

Необходимо отметить, что практический опыт, полученный Россией при использовании технологий ИИ в беспилотных системах (БПС) в зоне СВО, создает определенную технологическую и практическую основу быстрого внедрения уже опробованных технологических решений в сфере ИИ в различные сферы российской экономики. Несмотря на то, что развитие технологий БПС с ИИ в России в настоящее время сталкивается с противоречиями между военными и гражданскими задачами, как пишет The New York Times, Россия целиком и полностью превосходит, как страны НАТО, так и Украину в сфере производства и применения боевых БПЛА, «присвоив» ей титул «Империи дронов» [3]. А внедрение в российскую экономику БПС различного назначения рассматривается сегодня как перспективный фактор ее развития в сложных современных условиях, так как это поможет повысить эффективность различных производственных процессов, сократить затраты и минимизировать влияние человеческого фактора в решении сложных и опасных производственных задач.

Таким образом, в 2026 году развитие российской экономики с использованием технологий ИИ является ключевым фактором обеспечения ее конкурентоспособности и дальнейшего развития. Было установлено, что внедрение технологий ИИ будет способствовать развитию российской экономики, но потребует стратегически интегрировать технологии ИИ в бизнес-процессы; в первоочередном порядке развивать отечественные платформы ИИ; постоянно повышать цифровую компетентность сотрудников и формировать профессиональные компетенции, позволяющие эффективно использовать технологий ИИ; планировать государственную поддержку и соблюдение национальных стандартов при разработке и внедрении технологий ИИ в деятельность организаций; обеспечивать лидерство на мировом рынке в разработке и системном внедрении технологий ИИ в деятельность российских организаций. При этом в сфере использования технологий ИИ российской экономике важны не просто эксперименты, а работающие решения, приносящие доход. И только в этом случае внедрение технологий ИИ будет выступать ключевым фактором развития российской экономики в 2026 году и создаст базу ее дальнейшего перспективного роста. При этом благодаря государственной поддержке, национальным проектам и фокусу на технологическом суверенитете Россия способна стать одним из мировых лидеров в сфере использования технологий ИИ. И 2026 год станет серьезной проверкой российской экономики на прочность в новых реалиях развития мировой экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации». – 2019. – URL: <https://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201910100025> (дата обращения: 02.04.2026).
- 2) Как искусственный интеллект проникает в экономику. – 2025. – URL: https://www.vedomosti.ru/analytics/krupnyy_plan/articles/2025/11/25/1157711-kak-iskusstvennii-intellekt-pronikaet-v-ekonomiku (дата обращения: 02.04.2026).

- 3) Киселев, А.А. Комплексное применение технологий беспилотных систем и искусственного интеллекта как перспективный фактор развития российской экономики // Роль искусственного интеллекта и нейронных сетей в развитии современных технологий. Прикладные решения и практики применения: монография / под общ. ред. научного совета ГНИИ «Нацразвитие». – СПб.: ГНИИ «Нацразвитие», 2026. – С.20-31.
- 4) Путин поручил широко использовать технологии ИИ по всей России. – 2025. – URL: <https://ria.ru/20251119/putin-2056109778.html> (дата обращения: 02.04.2026).
- 5) Рынок ИИ в России в 2025–2026 году: 2,1–2,3 млрд долларов и рост 45 % // РБК Компании: [сайт]. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/247rlzqocb/ryinok-ii-v-rossii-2025-21-mlrd-i-rost-45-v-god/> (дата обращения: 25.02.2026).
- 6) Сазонов, А.И. Экономический и конкурентный потенциал комплексного использования беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта в российской экономике / А.И. Сазонов, А.А. Киселев // Прогрессивная экономика. – 2026. – № 2 (47).
- 7) Революция ИИ в 2026 году: ключевые тренды, которые должен знать каждый разработчик. – 2026. – URL: <https://habr.com/ru/articles/1014910/> (дата обращения: 02.04.2026).
- 8) Черные ИИ-лебеди и экономические пузыри на правовом болоте. – URL: <https://telesputnik.ru/materials/tech/mneniya/cyornye-ii-lebedi-i-ekonomiceskie-puzyri-na-pravovom-bolote> (дата обращения: 02.04.2026).
- 9) The State of AI in 2025: Global Survey // McKinsey & Company: [сайт]. – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (дата обращения: 02.04.2026).
- 10) Artificial Intelligence Market – Russia – 2026 forecast // Statista: [сайт]. – URL: <https://www.statista.com/outlook/tmo/artificial-intelligence/russia> (дата обращения: 02.04.2026)

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ЭМИССИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

Н.А. Романова

Научный руководитель – **Т.Л. Харионовская**, канд. экон. наук, доцент

Вологодский государственный университет

Обосновывается ключевая роль ПАО «Северсталь» для устойчивости экономики Вологодской области. Предлагаются мероприятия по совершенствованию эмиссионной деятельности, направленные на повышение ее финансовой гибкости и долгосрочной конкурентоспособности.

Ключевые слова: устойчивое развитие, эмиссионная деятельность, региональная экономика, ПАО «Северсталь»

EVENTS TO IMPROVE THE EMISSION ACTIVITIES OF SEVERSTAL

N.A. Romanova

Scientific Supervisor – **T.L. Khariovskaya**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Vologda State University

The key role of PAO Severstal in the economic stability of the Vologda Region is substantiated. Measures to improve its issuing activities aimed at increasing its financial flexibility and long-term competitiveness are proposed.

Keywords: sustainable development, issuing activities, regional economy, PAO Severstal

В условиях современной экономической турбулентности, характеризующейся санкционным давлением, волатильностью сырьевых рынков, проблема сочетания конкурентоспособности и устойчивого развития приобретает ключевое значение для национальных хозяйственных систем.

Для территорий, чья экономика базируется на ключевом секторе, данное утверждение приобретает особую значимость. В таких условиях финансовое и операционное состояние самого крупного предприятия оказывает существенное влияние на общие социально-экономические показатели всего региона.

Вологодская область является классическим примером такого региона. Ее экономическое благополучие и бюджетная устойчивость в значительной степени зависят от результатов работы ПАО «Северсталь» - одного из лидеров мировой черной металлургии.

Предприятие формирует весомую часть налоговых поступлений в консолидированный бюджет области, обеспечивает рабочими местами десятки тысяч жителей, а также финансирует ключевые социальные и инфраструктурные проекты региона.

Однако достижение долгосрочной устойчивости требует от компании не только операционной оптимизации, но и пересмотра подходов к корпоративным финансам.

Именно здесь возникает противоречие: с одной стороны, необходимы ресурсы для модернизации и повышения конкурентоспособности, с другой - существующая структура капитала может ограничивать инвестиционные возможности и рыночную гибкость.

В связи с этим в данной статье предлагаются мероприятия по совершенствованию эмиссионной деятельности ПАО «Северсталь».

По данным официального сайта, начало деятельности публичного акционерного общества «Северсталь» датируется 1955 годом, когда начал работу Череповецкий металлургический комбинат. ПАО «Северсталь» имеет вертикально-интегрированную бизнес-модель, благодаря чему контролирует все фазы производственного процесса - от добычи и переработки сырья до выпуска металлопродукции с высокой добавленной стоимостью.

ПАО "Северсталь" - одна из крупнейших металлургических компаний России. Ведущий производитель прокатного металла, металлоизделий и сталепродукции.

Уставный капитал ПАО на 31 декабря 2025 г. составлял 8377 тыс. руб. Он состоит из 837 718 660 обыкновенных акций. Объем активов на 31 декабря 2025 г. 846 546 120 тыс.руб.

В структуре капитала председатель совета директоров Северстали Алексей Мордашов контролирует 77,03% акций. Остальные 22,97% акций компании находятся в свободном обращении. ПАО «Северсталь» выпускает только обыкновенные акции. Все акции Общества являются именными и выпускаются в бездокументарной форме. Делаем вывод, что большинство акций компании сконцентрированы в руках одного человека, что делает эту часть акций неликвидными.

Уставный капитал Общества разделен на 837 718 660 обыкновенных именных акций номинальной стоимостью 0,01 рублей каждая. Следовательно, размер уставного капитала составляет 8 377 186,60 рублей (восемь миллионов триста семьдесят семь тысяч сто восемьдесят шесть рублей шестьдесят копеек).

По результатам доступной бухгалтерской отчетности можно проследить, что размер уставного капитала с 2017 по 2025 гг. не менялся.

По данным Росстата в 2017 г. процент инфляции был равен 2,5%, в 2023 г. 7,42%, в 2025 г. 5,59%, следовательно, инфляция постоянно обесценивает собственный капитал предприятия.

В результате у ПАО «Северсталь» выявлены проблемы в эффективности эмиссионной деятельности. К ним относятся:

1. Обесценивание собственного капитала предприятия из-за инфляции.

Это процесс снижения реальной стоимости активов компании из-за увеличения уровня цен на товары и услуги в экономике. Инфляция приводит к уменьшению покупательской способности денег, что снижает стоимость капитала предприятия.

Данное явление может искажать оценку платежеспособности, рентабельности и финансовой устойчивости предприятия.

2. Небольшая доля акций в свободном обращении.

Наличие свободно обращающихся акций является важным аспектом для компании, поскольку это определяет ее структуру собственности и влияние на рынке. Небольшая доля акций в свободном обращении может ограничить прозрачность и ликвидность рынка акций, что затрудняет привлечение новых инвесторов и сдерживает рост компании.

Таким образом, необходимо пересмотреть структуру капитала ПАО «Северсталь», грамотно определить количество увеличения акций в свободном обращении и определить путь, благодаря которому будет возможно увеличение количества акций в свободном обращении.

Развитие долгосрочной стратегии управления собственным капиталом, которая будет учитывать инфляцию и другие экономические и политические факторы также может оказать положительное влияние на эмиссионную деятельность компании.

С целью совершенствования эмиссионной деятельности предлагается осуществить следующие мероприятия (табл. 1):

Следовательно, на основании анализа эмиссионной деятельности выявлено, что у предприятия долгое время не проводилась переоценка собственного капитала, что в условиях динамично меняющегося рынка является неправильным. Также отмечено, что контрольный пакет акций принадлежит одному человеку, вследствие этого в свободном обращении находится малая доля акций.

Для решения вышеперечисленных проблем предложены такие мероприятия, как: дополнительная эмиссия акций; разработка долгосрочной стратегии финансирования и управления капиталом, учитывающую возможность инфляции; увеличение доли акций в свободном обращении возможно путем выкупа акций от крупных акционеров или участие в программе выкупа собственных акций.

**Таблица 1. Мероприятия по совершенствованию
эмиссионной деятельности ПАО «Северсталь»**

Суть проблемы	Мероприятие	Ожидаемый эффект
Предприятие минимум 8 лет не проводило пересмотр стоимости собственного капитала, хотя в условиях постоянно растущей инфляции это необходимо. Обесценивание собственного капитала предприятия из-за инфляции может привести к финансовой неустойчивости и неправильной оценке платежеспособности, рентабельности и финансовой устойчивости предприятия.	Для предотвращения проблемы рекомендуется дополнительная эмиссия акций. Также для профилактики проблемы следует выявить долгосрочную стратегию финансирования и управления капиталом, учитывающую возможность инфляции.	Дополнительная эмиссия позволяет сохранить реальную стоимость капитала в условиях роста цен путем его увеличения. При этом такой инструмент не увеличивает долговую нагрузку на предприятие. Наличие стратегии позволит предприятию более эффективно планировать и управлять финансовыми ресурсами в условиях изменчивой экономической среды.
Более 70% акций компании сосредоточены в руках одного человека, поэтому менее 30% акций остается для свободного обращения на фондовом рынке. Проблема заключается в небольшой доле акций в свободном обращении.	Увеличение доли акций в свободном обращении возможно путем выкупа акций у крупных акционеров или выкупа собственных акций. Также увеличение доли акций в свободном обращении может быть осуществлено через дополнительное размещение новых акций.	Мероприятие позволит увеличить долю акций в свободном обращении, в результате чего акции станут более ликвидными. Предприятие может провести дополнительное размещение акций на фондовом рынке для привлечения новых инвесторов и увеличения свободного оборота акций.

Таким образом, в процессе написания работы была достигнута главная цель – разработка мероприятий по совершенствованию эмиссионной деятельности для рассматриваемого предприятия ПАО «Северсталь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) ПАО «Северсталь»: официальный сайт. – URL: <https://severstal.com/rus/> (дата обращения: 02.04.2026).
- 2) Устав ПАО «Северсталь» от 06.06.2025 г. // ПАО «Северсталь»: официальный сайт. – URL: <https://clck.ru/TNhhJV> (дата обращения: 25.03.2026).
- 3) Харионовская, Т.Л. Развитие регионального фондового рынка как инструмент повышения инвестиционной активности населения Вологодской области / Т.Л. Харионовская, Н.А. Никитина // Проблемы развития территории. – 2020. – № 5 (109). – С. 67–82.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ НА УРОВНЕ РЕГИОНА

К.А. Рудинский

Научный руководитель – **Е.А. Страдина**, канд. полит. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Исследуется роль государственной поддержки в стимулировании инновационной активности регионов Российской Федерации. Анализируются ключевые инструменты региональной инновационной политики: грантовая поддержка, налоговые льготы, развитие технопарков и бизнес-инкубаторов, кластерная политика, программы кадрового обеспечения. Рассматриваются статистические данные, характеризующие инновационную активность региона за период 2021–2025 гг.

Ключевые слова: государственная поддержка, инновационная активность, региональная экономика, Ярославская область, технопарки, налоговые льготы, инновационные кластеры

STATE SUPPORT FOR INNOVATION ACTIVITY AT THE REGIONAL LEVEL

K.A. Rudinsky

Scientific Supervisor – **E.A. Stradina**, Candidate of Political Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article examines the role of state support in stimulating innovation activity in the regions of the Russian Federation. It analyzes key instruments of regional innovation policy: grant support, tax incentives, development of technoparks and business incubators, cluster policy, and personnel training programs. Statistical data characterizing the region's innovation activity for the period 2021–2025 are reviewed.

Keywords: state support, innovation activity, regional economy, Yaroslavl region, technoparks, tax incentives, innovation clusters

Инновационная активность в XXI веке является базовым фактором конкурентоспособности как национальной, так и региональных экономических систем. В условиях цифровой трансформации, импортозамещения и глобальных технологических сдвигов ключевым условием устойчивого роста становится формирование инновационной среды, в которой государство играет системообразующую роль. При этом именно региональный уровень государственной поддержки приобретает особое значение, поскольку здесь формируется конкретная институциональная среда, концентрируются образовательные и научные ресурсы, выявляются отраслевые приоритеты [8].

Рыночные механизмы сами по себе не обеспечивают достаточного уровня инновационной активности из-за высоких рисков, длительных сроков окупаемости и неопределенности коммерческого успеха инновационных проектов. Это обуславливает необходимость государственного вмешательства как на федеральном, так и на региональном уровнях [10].

Под государственной поддержкой инновационной активности понимается совокупность мер правового, финансового, организационного и информационного характера, направленных на создание благоприятных условий для генерации, распространения и коммерциализации нововведений. На региональном уровне такая поддержка приобретает конкретные формы, учитывающие отраслевую специализацию, научно-образовательный потенциал и бюджетные возможности территории [3].

В Ярославской области правовой основой инновационной деятельности является Закон Ярославской области от 05.12.2019 № 56-з «Об инновационной деятельности в Ярославской области» (в ред. от 15.03.2023) [3]. В соответствии с данным законом и государственной программой «Развитие промышленности и инновационной деятельности в Ярославской области» (Постановление Правительства Ярославской области от 28.01.2021 № 39-п) [2], основными инструментами поддержки выступают:

1. Финансовые инструменты: в регионе предоставляются гранты на проведение НИОКР (на конкурсной основе), субсидирование части затрат на инновационную деятельность, а

также осуществляется льготное кредитование инновационных проектов. Особое внимание уделяется софинансированию проектов с участием частного капитала [2, 5].

2.Налоговые инструменты: для инновационных предприятий Ярославской области предусмотрены пониженные ставки налога на прибыль в части, зачисляемой в областной бюджет, а также налоговые каникулы по налогу на имущество организаций. Инвестиционный налоговый кредит предоставляется предприятиям, осуществляющим НИОКР или техническое перевооружение производства [3, 5].

3.Инфраструктурные инструменты: в регионе действуют технопарки и бизнес-инкубаторы (предоставляющие площади и административную поддержку на льготных условиях), центры трансфера технологий (обеспечивающие передачу научных разработок из академического сектора в промышленность), а также центры коллективного пользования оборудованием, позволяющие малым предприятиям использовать дорогостоящее оборудование без его приобретения [5, 7].

4.Кластерная политика: поддерживаются территориально локализованные объединения предприятий, научных организаций и образовательных учреждений. Региональные власти софинансируют совместные проекты участников кластеров, способствуют созданию центров компетенций и организации сетевого взаимодействия [4, 9].

5. Кадровые инструменты: реализуются программы целевого обучения студентов по направлениям, востребованным инновационными предприятиями, организованы базовые кафедры на ведущих промышленных предприятиях, действуют программы повышения квалификации и профессиональной переподготовки [2, 12].

В табл. 1 представлены элементы инновационной инфраструктуры Ярославской области

Таблица 1. Элементы инновационной инфраструктуры Ярославской области [5, 7]

Элементы инновационной инфраструктуры	
Элемент	Функции инновационных фирм, предоставление площадей и оборудования
Технопарк	Поддержка инновационных фирм, предоставление площадей и оборудования
Инкубатор	Развитие стартапов на начальной стадии
Кластер	Кооперация участников, обмен знаниями и технологиями
Центр технологий	Передача разработок из науки в промышленность

Для оценки эффективности государственной поддержки необходимо рассмотреть количественные показатели инновационного развития региона.

Одним из ключевых индикаторов выступает уровень инновационной активности организаций (табл. 2), который рассчитывается как отношение числа организаций, осуществлявших инновационную деятельность, к общему числу обследованных организаций [6, 11].

Таблица 2. Уровень инновационной активности в Ярославской области в сопоставлении с другими регионами РФ (2025 г.) [6, 7, 11]

Регион	Уровень инновационной активности, %	Место в РФ
Республика Татарстан	35,2	1
Ростовская область	27,1	2
Самарская область	22,4	3
г. Санкт-Петербург	17,9	4
Астраханская область	17,5	5
г. Москва	16,1	6
Московская область	14,9	7
Новосибирская область	13,8	8
Ярославская область	12,9	9
Свердловская область	12,6	10
Среднее по РФ	12,7	-

Анализ табл. 2 показывает, что Ярославская область занимает 9-е место среди представленных регионов, демонстрируя показатель 12,9%, что незначительно превышает среднероссийское значение (12,7%). Это свидетельствует о достаточно устойчивом развитии инновационной среды региона, что связано с развитой промышленной базой, машиностроительным и химическим секторами, а также с активной инвестиционной политикой и реализуемыми региональными программами поддержки инновационного бизнеса [5, 13].

Динамика инновационного развития Ярославской области за период 2021–2025 гг. представлена в табл. 3.

Таблица 3. Динамика показателей инновационной активности Ярославской области (2021–2025 гг.) [5, 6, 7]

Показатель	2021 г.	2023 г.	2025 г.
Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, %	7,5	8,9	10,2
Объем инвестиций в НИОКР, млрд руб.	7,8	9,7	12,3
Количество поддержанных стартапов, ед.	42	61	84
Число патентов и заявок на изобретения, ед.	118	139	167

Данные табл. 3 свидетельствуют о наличии устойчивой положительной динамики. За пятилетний период доля инновационно-активных предприятий увеличилась с 7,5% до 10,2%, объем инвестиций в НИОКР вырос на 57,7%, а количество поддержанных стартапов увеличилось вдвое [5, 7].

Из диаграммы видно, что разрыв между лидерами и среднероссийским уровнем является значительным (рис. 1).

Это свидетельствует о том, что эффективность государственной поддержки существенно зависит от качества регионального управления.

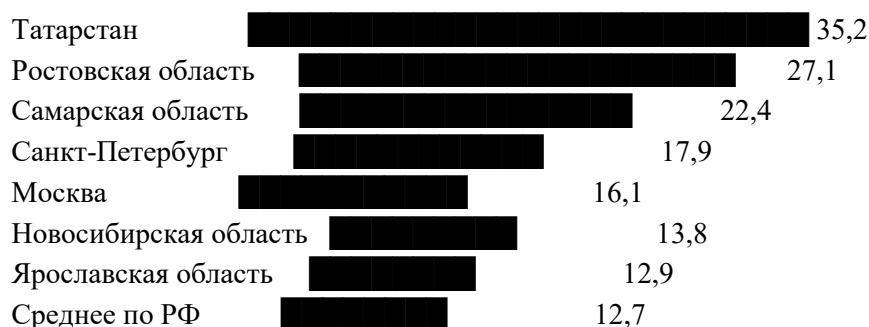


Рис. 1. Уровень инновационной активности регионов (2025г.) [7]

Темп роста ВРП увеличился с 2,8 % до 4,9 %, что свидетельствует о существенном положительном влиянии государственной поддержки на развитие региональной экономики (рис. 2).



Рис. 2. Влияние поддержки на ВРП [1, 2, 4]

Такой рост обусловлен несколькими ключевыми факторами.

Во-первых, государственная поддержка стимулирует внедрение инновационных технологий и модернизацию производства, что позволяет предприятиям увеличивать объем выпускаемой продукции и повышать ее конкурентоспособность.

Во-вторых, меры поддержки в виде субсидий, грантов, налоговых льгот и льготного кредитования способствуют снижению издержек предприятий, высвобождая финансовые ресурсы для дальнейших инвестиций в развитие.

В-третьих, развитие инновационной инфраструктуры, включая технопарки, бизнес-инкубаторы и промышленные кластеры, создает благоприятные условия для роста предпринимательской активности и привлечения инвестиций.

Рост ВРП после внедрения мер поддержки также отражает мультипликативный эффект инновационной деятельности, при котором увеличение производительности труда, рост занятости и расширение налоговой базы оказывают комплексное воздействие на экономику региона.

Таким образом, рисунок подтверждает, что государственная поддержка инновационной активности является важным инструментом повышения темпов экономического роста и укрепления финансовой устойчивости региона.

Для оценки эффективности поддержки необходимо проанализировать, как внедрение описанных мер отразилось на основных экономических показателях Ярославской области.

Данные табл. 4 показывают, что рост инновационной активности способствует увеличению ВРП (темп роста вырос с 2,8% до 4,9%), росту инвестиций в основной капитал (на 90 млрд руб.), повышению производительности труда (на 18%) и расширению числа инновационных предприятий (со 120 до 185) [4, 7]. Рост ВРП после внедрения мер поддержки отражает мультипликативный эффект инновационной деятельности, при котором увеличение производительности труда, рост занятости и расширение налоговой базы оказывают комплексное воздействие на экономику региона [8, 13].

Таблица 4. Влияние инновационной активности на экономику Ярославской области [4, 5, 7]

Показатель	2021 г. (до активного внедрения мер)	2025 г. (после внедрения мер)
Темп роста ВРП, %	2,8	4,9
Производительность труда, % (2021 г. = 100%)	100	118
Инвестиции в основной капитал, млрд руб.	250	340
Число инновационных предприятий, ед.	120	185

Несмотря на достигнутые положительные результаты, в Ярославской области сохраняются системные проблемы, сдерживающие дальнейшее наращивание инновационной активности [9, 11, 13]:

1. Фрагментарность и дублирование мер поддержки между региональными министерствами, фондами и корпорациями развития.

2. Низкая заполняемость созданной инфраструктуры (менее 50% в ряде технопарков) из-за несоответствия площадок реальным потребностям инноваторов и высокой арендной платы даже при «льготах».

3. Дефицит «посевого» финансирования для ранних стадий инновационного цикла (seed-stage).

4. Кадровый разрыв между академическим образованием и реальными потребностями инновационных компаний, а также недостаток компетенций в сфере управления инновациями у части чиновников и предпринимателей.

5. Отсутствие полноценной обратной связи и оценки долгосрочной эффективности выделяемых субсидий.

Исходя из выявленных проблем, можно предложить следующие направления повышения эффективности региональной инновационной политики [8, 10, 11]: переход от субсидирования предложения к стимулированию спроса на инновации (включая квотирование инновационной продукции в госзакупках); внедрение принципов «умной специализации» с концентрацией ресурсов на 2–3 технологических приоритетах региона; создание регионального «посевого» фонда с упрощенной процедурой предоставления микрогрантов; применение риск-ориентированной модели оценки проектов; цифровизация доступа к мерам поддержки через единый региональный портал.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что государственная поддержка инновационной активности в Ярославской области способствует росту инновационной активности. Об этом свидетельствуют следующие факты: доля инновационно-активных предприятий выросла с 7,5% до 10,2% за 2021–2025 гг. [5]; регион занимает девятое место в РФ по уровню инновационной активности (12,9%), превышая среднероссийский показатель (12,7%) [7]; темп роста ВРП увеличился с 2,8% до 4,9%, а производительность труда выросла на 18% [4]. Вместе с тем разрыв между Ярославской областью и регионами-лидерами (Республика Татарстан – 35,2%) сохраняется, что указывает на наличие нереализованных резервов.

Таким образом, государственная поддержка инновационной активности на уровне региона, осуществляемая на принципах системности, адаптивности и результативности, выступает не просто инструментом текущего стимулирования, а стратегическим фактором формирования инновационной экономики и устойчивого социально-экономического развития территории. Однако для дальнейшего повышения эффективности требуются устранение выявленных системных проблем и внедрение предложенных направлений совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Стратегия социально-экономического развития Ярославской области до 2030 года. – URL:<https://www.yarregion.ru/ru/gov/strateg/Pages/strategy2030.aspx> (дата обращения: 06.04.2026).
- 2) Правительство Ярославской области. Постановление от 28.01.2021 № 39-п «Об утверждении государственной программы «Развитие промышленности и инновационной деятельности в Ярославской области». – URL:<https://www.yarregion.ru/ru/pages/progind.aspx> (дата обращения: 06.04.2026).
- 3) Закон Ярославской области от 05.12.2019 № 56-з «Об инновационной деятельности в Ярославской области» (ред. от 15.03.2023). – URL:<https://www.yarregion.ru/> (дата обращения: 06.04.2026).
- 4) Федеральная служба государственной статистики. Регионы России. Социально-экономические показатели – 2024: статистический сборник. – М.: Росстат, 2024. – 987 с.
- 5) Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Ярославской области. Наука и инновации в Ярославской области в 2023 году: статистический бюллетень. – Ярославль: Ярославльстат, 2024. – 68 с.
- 6) Власова, В.В. Индикаторы инновационной деятельности: 2024: статистический сборник / В.В. Власова, Л.М. Гохберг, Г.А. Грачева и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 260 с.
- 7) Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 9 / под ред. Л.М. Гохберга, Е.С. Куценко; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 248 с. – URL:<https://www.hse.ru/primarydata/rir> (дата обращения: 06.04.2026).
- 8) Земцов, С.П. Смена парадигмы региональной инновационной политики в России / С.П. Земцов, В.А. Барина // Вопросы экономики. – 2022. – № 3. – С. 45–68. – DOI: 10.32609/0042-8736-2022-3-45-68.
- 9) Дорошенко, С.В. Институциональные эффекты и инновационное развитие регионов России / С.В. Дорошенко, И.С. Шорохова // Пространственная экономика. – 2023. – Т. 19, № 3. – С. 113–135. – DOI: 10.14530/se.2023.3.113-135.
- 10) Джалалов, Р.Г. Оценка инновационной деятельности регионов России: методы, проблемы и перспективы / Р.Г. Джалалов, Т.М. Бугаева, А. Сумликина // π-Economy. – 2025. – Т. 18, № 3. – С. 100–112. – DOI: 10.18721/πE.18306.
- 11) Долгих, Е.А. Оценка инновационного развития регионов России / Е.А. Долгих, Л.С. Паршинцева // Финансы и управление. – 2024. – № 3. – С. 37–56. – DOI: 10.25136/2409-7802.2024.3.71213.
- 12) Ольховая, Т.А. Университет как драйвер инновационного развития региона / Т.А. Ольховая, В.А. Садова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2024. – № 4 (244). – С. 73–82. – DOI: 10.25198/1814-6457-244-73.
- 13) Осипов, В.А. Основные результаты 20-летнего инновационного развития регионов России / В.А. Осипов // E-Management. – 2024. – Т. 6, № 4. – С. 41–52. – DOI: 10.26425/2658-3445-2023-6-4-41-52.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЙТИНГОВ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ

П.А. Семенова

Научный руководитель – **С.В. Шкиотов**, канд. экон. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе проведён сравнительный анализ методологических подходов к оценке инвестиционной привлекательности российских регионов на примере рейтингов, формируемых Агентством стратегических инициатив (АСИ), Национальным рейтинговым агентством (НРА) и Эксперт РА. Рассмотрены различия в трактовке инвестиционной привлекательности, источниках данных, структуре показателей и учёте рисков. На примере Ярославская область показано, что регион может занимать сопоставимые позиции в различных рейтингах при отсутствии ярко выраженных конкурентных преимуществ или критических ограничений. Результаты исследования могут быть использованы органами государственной власти, инвесторами и аналитиками при разработке стратегий регионального развития и принятии инвестиционных решений.

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность региона; рейтинг Агентства стратегических инициатив; рейтинг Национального рейтингового агентства; рейтинг Эксперт РА; инвестиционная привлекательность Ярославской области

COMPARATIVE ANALYSIS OF NATIONAL RANKINGS OF REGIONAL INVESTMENT ATTRACTIVENESS

P.A. Semenova

Scientific Supervisor – **S.V. Shkiotov**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper presents a comparative analysis of methodological approaches to assessing the investment attractiveness of Russian regions using the example of rankings compiled by the Agency for Strategic Initiatives (ASI), the National Rating Agency (NRA), and Expert RA. Differences in the interpretation of investment attractiveness, data sources, indicator structure, and risk assessment are examined. Using the Yaroslavl Region as a case study, it is shown that a region may occupy comparable positions in different rankings despite the absence of pronounced competitive advantages or critical constraints. The results of the study can be used by public authorities, investors, and analysts in developing regional development strategies and making investment decisions.

Keywords: regional investment attractiveness; Agency for Strategic Initiatives ranking; National Rating Agency ranking; Expert RA ranking; investment attractiveness of the Yaroslavl Region

В отечественной практике оценки инвестиционной привлекательности российских регионов ведущую роль играют рейтинги от трех агентств, которые предлагают разные методологические подходы к решению этой задачи. Интересно, что несмотря на внешнюю схожесть решаемой задачи – оценка инвестиционной привлекательности региона, различные рейтинги зачастую демонстрируют принципиально разные оценки в отношении одного и того же субъекта РФ.

Настоящее исследование направлено на систематизацию и сравнительный анализ трех ключевых рейтингов инвестиционной привлекательности регионов в России, формируемых Агентством стратегических инициатив (АСИ), Национальным рейтинговым агентством (НРА) и Эксперт РА.

Сравнительный анализ этих трех ведущих рейтингов и соответствующих методологических парадигм, находящихся в их основании, позволит более комплексно оценить категорию «инвестиционная привлекательность региона».

Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата, разработанный Агентством стратегических инициатив (АСИ), ориентирован главным образом на оценку институциональной среды и условий ведения бизнеса. Его ключевой особенностью является широкое использование опросных данных, формируемых на основе анкетирования предпринимателей. Именно поэтому этот рейтинг отражает субъективное восприятие бизнес-сообществом качества административных процедур, доступности инфраструктуры, эффективности взаимодействия с органами власти и уровня регуляторной нагрузки. В отличие от традиционных статистических подходов, методология АСИ позволяет

фиксировать изменения в деловой среде с высокой скоростью, что делает данный инструмент особенно востребованным в системе государственного управления. Вместе с тем, высокая доля субъективных оценок предопределяет и основные ограничения рейтинга, связанные с возможными искажениями восприятия, влиянием локальных факторов и эффектом «витрины» (формальные улучшения процедур и механизмов не сопровождаются реальным повышением экономической эффективности в регионе) [1].

Рейтинг инвестиционной привлекательности, формируемый Национальным рейтинговым агентством (НРА), базируется на иной методологической парадигме. В его основе лежит анализ объективных статистических показателей, характеризующих макроэкономическое состояние региона, устойчивость бюджетной системы, уровень долговой нагрузки, инвестиционную активность и динамику социально-экономического развития. В отличие от рейтинга АСИ, НРА практически не использует опросные данные, что обеспечивает более высокую степень формализованности и сопоставимости результатов. Существенным преимуществом данного подхода является возможность комплексной оценки финансовых рисков, что делает его востребованным со стороны банковского сектора и институциональных инвесторов. Однако игнорирование институциональных факторов и особенностей деловой среды приводит к тому, что рейтинг НРА может не отражать реальные барьеры, с которыми сталкиваются инвесторы при реализации проектов [2].

Методология рейтинга от Эксперт РА, основана на классической модели в координатах «инвестиционный потенциал – инвестиционный риск», которая широко используется в российской аналитической практике. Инвестиционный потенциал включает такие компоненты, как природно-ресурсный, трудовой, производственный, инфраструктурный, финансовый и потребительский потенциалы. Инвестиционные риски охватывают экономические, финансовые, социальные, экологические и управленческие факторы. Итоговая оценка формируется путем сопоставления уровня потенциала и риска, что позволяет определить интегральную инвестиционную привлекательность региона. Данный подход обеспечивает комплексный анализ, ориентированный на выявление как возможностей, так и ограничений для инвестирования. В то же время результаты рейтинга весьма чувствительны к системе весов и выбору показателей, что может влиять на сопоставимость оценок [3].

Сравнительный анализ трех рейтингов (табл. 1) позволяет выявить фундаментальные различия в трактовке самой категории инвестиционной привлекательности. Так, рейтинг от АСИ отвечает на вопрос о том, насколько удобно инвестору взаимодействовать с региональной административной системой, рейтинг от НРА фокусируется на оценке финансовой устойчивости и макроэкономической надежности региона, рейтинг от Эксперт РА ориентирован на оценку соотношения инвестиционного потенциала и рисков.

Таким образом, все три рассмотренных рейтинга по сути отвечают на разные вопросы, затрагивающие те или иные аспекты инвестиционной привлекательности региона:

АСИ – как работать в регионе (оценивает институциональную среду и удобство работы)?

НРА – насколько безопасно работать в регионе (оценивает финансовую устойчивость региона)?

Эксперт РА – стоит ли инвестировать в регион (оценивает баланс инвестиционного потенциала и рисков)?

В этом смысле расхождения в итоговых позициях конкретных регионов во всех трех рейтингах является закономерным следствием различий в объекте анализа и ответе на вопрос, на который они отвечают.

Вместе с тем, пример Ярославской области демонстрирует тот редкий случай, когда субъект РФ показывает средние позиции во всех трех рейтингах одновременно. С точки зрения инвестиционного климата (АСИ) регион характеризуется удовлетворительным уровнем развития институтов поддержки бизнеса и приемлемым качеством административных процедур. В рамках рейтинга НРА Ярославская область занимает позиции, соответствующие умеренному уровню финансовой устойчивости. В рейтинге Эксперт РА регион также

относится к группе со средним уровнем инвестиционной привлекательности, что обусловлено сочетанием развитой промышленной базы и выгодного географического положения, но с отсутствием ярко выраженных драйверов экономического роста.

Таблица 1. Сравнительный анализ российских рейтингов инвестиционной привлекательности региона

Критерий	АСИ	НРА	Эксперт РА
Объект оценки	Инвестиционный климат	Инвестиционная привлекательность	Инвестиционная привлекательность
Ключевой подход	Оценка условий ведения бизнеса	Оценка финансовой устойчивости	Оценка «потенциал + риск»
Источники данных	Опросы бизнеса + статистика	Официальная статистика	Статистика + аналитическая модель
Тип данных	Преимущественно субъективные	Объективные	Смешанные
Структура показателей	Регуляторная среда, институты, инфраструктура, поддержка МСП	Экономика, бюджет, инвестиции, риски	Инвестиционный потенциал и инвестиционные риски
Учет рисков	Практически отсутствует	Да	Ключевой элемент
Финансовые показатели	Ограниченно	Основной блок	Значимая роль
Административные барьеры	Основной фокус	Практически не учитываются	Косвенно
Тип результата	Рейтинг (места)	Рейтинговые классы	Категории (например, 1А, 2В и др.)
Скорость реакции	Высокая	Низкая	Средняя
Чувствительность к субъективности	Высокая	Низкая	Средняя
Чувствительность к макрорискам	Низкая	Высокая	Высокая
Методологическая прозрачность	Высокая	Средняя	Средняя
Основные пользователи	Органы власти, бизнес	Банки, аналитики	Инвесторы, стратегические аналитики

Обобщая проведенный анализ, можно сделать вывод о том, что инвестиционная привлекательность является многокомпонентной характеристикой, не поддающейся адекватной оценке в рамках одного рейтинга. Именно поэтому использование различных рейтингов позволяет выявить как институциональные, так и экономические аспекты регионального развития, а также оценить баланс между потенциальной доходностью инвестиций и сопутствующими рисками. В условиях формирования эффективной региональной инвестиционной политики учет результатов различных рейтингов становится важным инструментом принятия управленческих решений и разработки стратегий регионального социально-экономического развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Национальный рейтинг состояния инвестиционного климата в субъектах Российской Федерации // Агентство стратегических инициатив: [сайт]. – URL: <https://asi.ru> (дата обращения: 04.04.2026).
- 2) Рейтинг инвестиционной привлекательности регионов Российской Федерации // Национальное рейтинговое агентство: [сайт]. – URL: <https://www.ra-national.ru> (дата обращения: 04.04.2026).
- 3) Инвестиционная привлекательность регионов // Эксперт РА: [сайт]. – URL: <https://raexpert.ru/researches/regions> (дата обращения: 04.04.2026).

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В КОНТЕКСТЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОНОМИКИ

А.В. Сушинская

Научный руководитель – **В.С. Васильцов**, д-р экон. наук, профессор

Череповецкий государственный университет

В статье исследуются особенности инновационного развития металлургической промышленности Российской Федерации в условиях внешнеэкономических ограничений и структурных изменений экономики. Проведен анализ динамики производства стали и инновационной активности отрасли в 2020–2024 гг. Особое внимание уделено влиянию санкций и цифровизации на трансформацию отрасли. На примере ПАО «Северсталь» показана эффективность инвестиций в НИОКР и их вклад в формирование инновационного потенциала.

Ключевые слова: металлургическая промышленность, инновации, НИОКР, цифровизация, санкции, инновационная активность, промышленное развитие

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE METALLURGICAL INDUSTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE CONTEXT OF STRUCTURAL CHANGES IN THE ECONOMY

A.V. Sushinskaya

Scientific Supervisor – **V.S. Vasiltssov**, Doctor of Economics, Professor

Cherepovets State University

This article examines the innovative development of the Russian metallurgical industry in the context of external economic restrictions and structural economic changes. It analyzes steel production dynamics and the industry's innovation activity from 2020 to 2024. Particular attention is paid to the impact of sanctions and digitalization on the industry's transformation. Using PAO Severstal as an example, the effectiveness of R&D investments and their contribution to the development of innovative potential is demonstrated.

Keywords: metallurgical industry, innovation, R&D, digitalization, sanctions, innovation, industrial development

В современных условиях в Российской Федерации инновационная составляющая приобретает ключевое значение во всех сегментах промышленного производства. Под инновациями в данном контексте понимаются не только новые технологические решения, но и усовершенствованные производственные процессы, а также разработка и внедрение принципиально новых видов продукции. Металлургическая отрасль, являясь важнейшим элементом промышленного комплекса, демонстрирует высокую степень вовлеченности в инновационную деятельность и по праву может рассматриваться как один из лидеров в данной сфере [2].

Существенные трансформации, начавшиеся с 2019 года, оказали значительное влияние на функционирование и развитие металлургического сектора Российской Федерации. Указанный период целесообразно структурировать на четыре последовательных этапа [1].

- Первый этап (начало 2020 г. – конец 2020 г.) характеризуется негативными последствиями пандемии COVID-19, включая снижение мирового спроса на металлопродукцию, падение цен, нарушения логистических цепочек и временную приостановку ряда производственных процессов.

- Второй этап (начало 2021 г. – начало 2022 г.) связан с постепенным восстановлением экономической активности после снятия пандемийных ограничений. Это сопровождалось ростом промышленного производства и резким увеличением спроса на металлургическую продукцию, что, в свою очередь, обусловило существенное повышение цен.

- Третий этап (начало 2022 г. – середина 2022 г.) обусловлен введением масштабных ограничительных мер со стороны ряда зарубежных государств, что привело к сокращению экспортных поставок, волатильности валютных курсов и ограничению доступа к импортному оборудованию и технологиям. Особо значимым фактором стало прекращение поставок оборудования по ранее заключенным контрактам, что существенно замедлило реализацию инвестиционных и модернизационных проектов.

- Четвертый этап (с середины 2022 г. по настоящее время) характеризуется адаптацией отрасли к новым условиям. Восстановление экспортных потоков осуществляется за счет диверсификации рынков сбыта, одновременно наблюдается рост внутреннего спроса, обусловленный реализацией инфраструктурных проектов, а также увеличением потребностей машиностроительного и оборонно-промышленного комплексов. В этих условиях возобновляется реализация ранее приостановленных проектов модернизации и технического перевооружения, а также усиливается внедрение инновационных решений.

Металлургический комплекс Российской Федерации представляет собой сложную, многоуровневую систему, основанную на принципах вертикальной интеграции. Производственный цикл охватывает все стадии – от добычи и первичной обработки сырья до выпуска продукции с высокой добавленной стоимостью. Данная продукция востребована в ключевых отраслях экономики, включая строительство, машиностроение, а также нефтегазовый сектор.

В глобальном контексте металлургическая отрасль Российской Федерации занимает устойчивые позиции среди ведущих производителей стали. На протяжении последних лет доля страны в мировом производстве остается относительно стабильной и колеблется вблизи 4%, что позволяет России сохранять место в первой пятёрке крупнейших производителей [3].

Динамика производства стали в России в рассматриваемый период характеризуется определенной волатильностью (рис. 1), обусловленной как внешнеэкономическими, так и внутренними факторами.

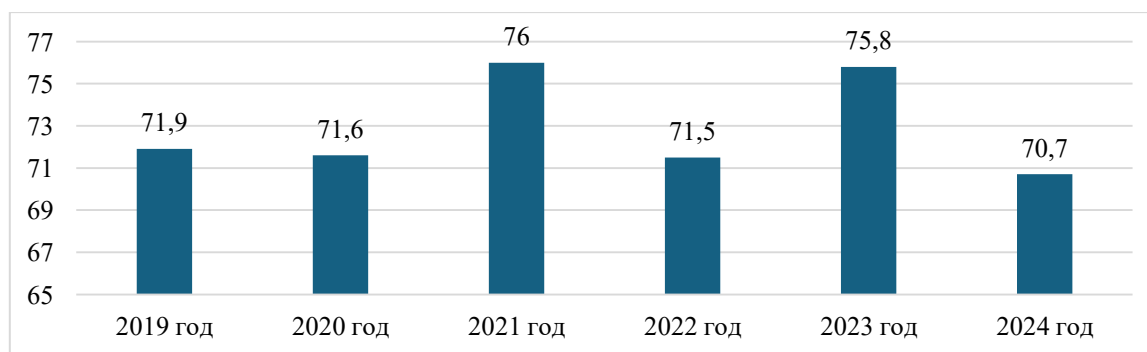


Рис. 1. Динамика производства стали в России за 2019-2024 гг. [5]

Так, в 2019-2020 году объем выплавки находился на уровне порядка 72 млн тонн. В 2021 году, на фоне постпандемийного восстановления мировой экономики, был достигнут максимальный показатель – около 76 млн тонн, что сопровождалось сохранением доли в мировом производстве на уровне около 4%.

В 2022 году, вследствие введения санкционных ограничений и ухудшения внешнеэкономической конъюнктуры, объем производства снизился до 71,5 млн тонн (сокращение примерно на 7–8%), что также отразилось на относительной доле России, хотя она осталась близкой к 4% за счет общего снижения мирового производства.

В 2023 году наблюдалось частичное восстановление отрасли: объем выплавки увеличился до 75,8 млн тонн, что было обеспечено преимущественно ростом внутреннего спроса. Доля России в мировом производстве при этом сохранилась на сопоставимом уровне – около 4%.

В последующий период (2024–2025 гг.) сохраняется тенденция к умеренным колебаниям объемов производства в диапазоне 70 млн тонн на фоне общей стагнации мирового рынка стали (порядка 1,8–1,9 млрд тонн в год), что также способствует удержанию доли России в пределах 3,8–4,2%.

Таким образом, несмотря на значительные внешние шоки и трансформацию логистических и производственных цепочек, металлургическая отрасль Российской Федерации демонстрирует относительную устойчивость, выражающуюся в сохранении стабильной доли на мировом рынке стали и поддержании значительных объемов производства.

В современных условиях инновационное развитие выступает ключевым фактором повышения конкурентоспособности промышленного комплекса Российской Федерации. Под инновациями в данном контексте понимаются новые технологические решения, модернизированные производственные процессы, а также создание и внедрение принципиально новых видов продукции. Металлургическая отрасль, являясь базовым элементом индустриальной системы, активно вовлечена в инновационные преобразования и традиционно характеризуется сравнительно высоким уровнем инновационной активности.

На рис. 2 представлена динамика инновационной активности в РФ и металлургии за 2020–2024 гг.

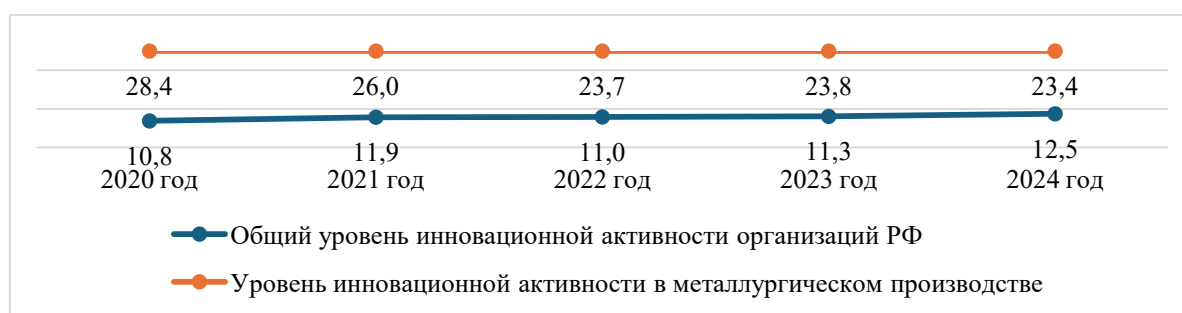


Рис. 2. Сравнение инновационной активности организаций в Российской Федерации и металлургии за 2020–2024 гг. [6]

В целом по экономике Российской Федерации в период 2020–2024 гг. наблюдается умеренный рост инновационной активности: показатель увеличился с 10,8% до 12,5%. Вместе с тем данная динамика носила неравномерный характер, что обусловлено влиянием внешнеэкономических ограничений и общей нестабильностью макроэкономической среды. В частности, спад инновационной активности в 2020–2022 гг. сменился восстановительным ростом в 2023–2024 гг. (с 11,3% до 12,5%), что свидетельствует об адаптации хозяйствующих субъектов к новым условиям функционирования, а также о результативности реализуемых мер государственной поддержки инновационной деятельности.

На фоне общеэкономических тенденций металлургическая отрасль демонстрирует специфическую траекторию развития инновационной активности. Несмотря на изначально высокий уровень показателя (28,4% в 2020 г.), к 2024 г. он снизился до 23,4%. Наиболее существенное сокращение пришлось на период 2020–2022 гг. (снижение на 4,7 процентных пункта), что связано с нарушением производственно-логистических цепочек, ограничением доступа к импортным технологиям и оборудованию, а также с общей неопределенностью инвестиционной среды. В 2023–2024 гг. наблюдается стабилизация показателя, однако отсутствие выраженного роста указывает на исчерпание потенциала экстенсивного развития и формирует объективную необходимость перехода к структурной модернизации отрасли.

Важным аспектом оценки инновационного развития металлургической отрасли является анализ эффективности инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), а также их влияния на формирование инновационного потенциала предприятий. Иллюстрацией значимости подобных вложений служит практика ПАО «Северсталь», являющегося одним из лидеров отрасли в области внедрения инновационных и цифровых технологий.

Компания последовательно реализует стратегию цифровой трансформации, наращивая инвестиции в такие направления, как промышленная аналитика, технологии искусственного интеллекта, цифровые двойники и роботизация производственных процессов. Данные направления формируют качественно новый уровень управления производством и способствуют повышению эффективности операционной деятельности (рис. 3).

Анализ динамики затрат на НИОКР и получаемого экономического эффекта показывает наличие устойчивой положительной зависимости. Так, объем инвестиций в НИОКР увеличился с 154 млн руб. в 2020 г. до 401 млн руб. в 2022 г., после чего наблюдалась определенная коррекция (224 млн руб. в 2023 г.) и последующий рост до 317 млн руб. в 2024 г. В свою очередь, экономический эффект от реализации инновационных проектов демонстрирует более выраженную положительную динамику: с 380 млн руб. в 2020 г. до 2000 млн руб. в 2022 г., с временным снижением в 2023 г. (636 млн руб.) и последующим восстановлением до 1700 млн руб. в 2024 г.

Примечательно, что темпы роста экономического эффекта существенно опережают динамику затрат на НИОКР, что свидетельствует о высокой результативности реализуемых инновационных и цифровых инициатив. Таким образом, можно констатировать наличие так называемого «инновационного рычага», при котором относительно ограниченные инвестиции обеспечивают значительный прирост экономических результатов.

Динамика затрат на НИОКР и соответствующего экономического эффекта представлена на рис. 3.

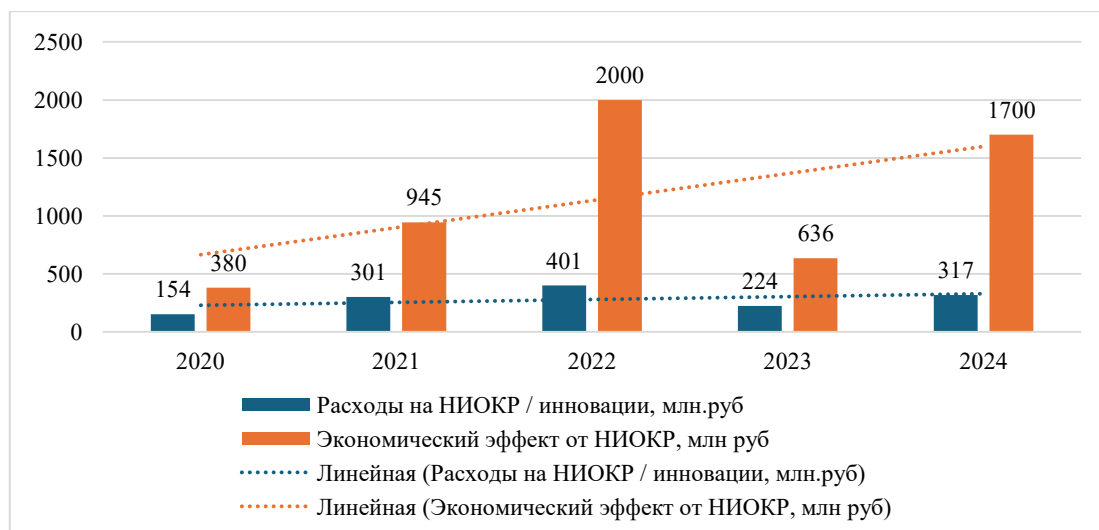


Рис. 3. Динамика затрат ПАО «Северсталь» на НИОКР и экономического эффекта от НИОКР за 2020-2024 гг. [4]

Цифровые инвестиции оказывают непосредственное влияние на инновационный потенциал предприятия, способствуя сокращению продолжительности инновационного цикла, повышению отдачи от НИОКР и усилению способности к генерации новых технологических решений. Проведенный анализ подтверждает, что эффект от внедрения цифровых технологий и реализации НИОКР носит нелинейный характер и возрастает опережающими темпами по сравнению с объемом вложенных ресурсов, что отражает переход к интенсивной модели инновационного развития.

Проведенное исследование показало, что металлургическая промышленность Российской Федерации сохраняет устойчивые позиции на мировом рынке, несмотря на значительные внешние вызовы. Доля страны в мировом производстве стали остается стабильной, а объемы выплавки демонстрируют способность к восстановлению после кризисных периодов. Установлено, что инновационная активность отрасли, несмотря на первоначально высокий уровень, в рассматриваемый период снизилась, что связано с ограничением доступа к технологиям и инвестиционными рисками.

Вместе с тем в последние годы наблюдается адаптация предприятий к новым условиям и постепенное восстановление инновационной деятельности.

Анализ практики ведущих металлургических компаний подтверждает высокую эффективность инвестиций в НИОКР и цифровые технологии, обеспечивающих значительный экономический эффект.

Это свидетельствует о формировании предпосылок для перехода к интенсивной модели развития отрасли, основанной на инновациях, технологической модернизации и цифровой трансформации.

В перспективе дальнейшее развитие металлургического комплекса Российской Федерации будет определяться степенью внедрения инновационных решений, расширением внутреннего спроса и укреплением технологического суверенитета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кобин, П.Н. Инновации в металлургическом кластере Российской Федерации и факторы инновационного развития / П.Н. Кобин // Первый экономический журнал. – 2024. – № 2 (344). – С. 37-44. – DOI: 10.58551/20728115_2024_2_37. – EDN XIBOMD.
- 2) Кузьмина, Е.Ю. Анализ инновационной деятельности предприятий металлургической отрасли / Е.Ю. Кузьмина, И.А. Петрова // Экономические системы. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 132-143. – DOI: 10.29030/2309-2076-2022-15-4-132-143. – EDN UJFCEB.
- 3) Доля металлургии в промышленном производстве России составляет 16% // Металлоснабжение и сбыт. – URL: <https://www.metalinfo.ru/ru/news/4486> (дата обращения: 10.04.2026).
- 4) ПАО «Северсталь»: официальный сайт. – URL: <https://severstal.com/>
- 5) Рынок стали // TAdviser: [сайт]. – URL: https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A0%D1%8B%D0%BD%D0%BE%D0%BA_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B8 (дата обращения: 10.04.2026).
- 6) Раздел «Эффективность экономики России» // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): официальный сайт. – М., 1999–2024. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11186> (дата обращения: 05.02.2026).

**САНКЦИОННЫЕ ВЫЗОВЫ И ИНТЕГРАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:
ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РФ
И СОТРУДНИЧЕСТВО В РАМКАХ ЕАЭС**

В.С. Чубис

Научный руководитель – **И.А. Шамардина**, канд. экон. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

В работе проанализирована структурная трансформация лесопромышленного комплекса РФ в 2020–2024 гг. под влиянием санкционных ограничений. Выявлено сокращение сырьевого экспорта при относительной устойчивости секторов глубокой переработки. Рассмотрены меры государственной поддержки и перспективы кооперации с государствами – членами ЕАЭС.

Ключевые слова: лесопромышленный комплекс России, санкционные ограничения, структурная трансформация экспорта, глубокая переработка древесины, Евразийский экономический союз (ЕАЭС)

**SANCTIONS CHALLENGES AND INTEGRATION OPPORTUNITIES:
TRANSFORMATION OF THE RUSSIAN FEDERATION'S FOREST INDUSTRY
COMPLEX AND COOPERATION WITHIN THE EAEU**

V.S. Chubis

Scientific Supervisor – **I.A. Shamardina**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Belarusian National Technical University

The paper analyzes the structural transformation of the Russian Federation's forest industry complex in 2020–2024 under the influence of sanctions restrictions. A reduction in raw material exports was identified, with relative stability in deep processing sectors. State support measures and prospects for cooperation with EAEU member states are considered.

Keywords: Russian forest industry complex, sanctions restrictions, structural transformation of exports, deep wood processing, Eurasian Economic Union (EAEU)

2022 год оказался экономически сложным для лесопромышленного комплекса Российской Федерации, что было обусловлено трансформацией внутривнутриполитической и внешнеполитической конъюнктуры. Разрыв устоявшихся торговых отношений с группой развитых стран, а также повышенная волатильность национальной валюты привели к усложнению условий международной конкуренции для отечественных лесопромышленных предприятий. Вместе с тем воздействие указанных факторов не является односторонним. Ряд из них, напротив, инициировал открытие новых траекторий развития. Введенные в отношении России санкционные ограничения объективно способствовали идентификации точек роста в лесной промышленности, вследствие чего на федеральном и региональном уровнях управления были разработаны и реализуются меры, направленные на поддержку отраслевого комплекса.

В 2022 году лесопромышленный комплекс РФ столкнулся с системными последствиями санкций ЕС, а именно: ростом цен на сырье и фурнитуру, прекращением транспортного сообщения с Европой, приостановкой деятельности европейских компаний в России и уходом с рынка ведущих производителей лесозаготовительной техники и деревообрабатывающего оборудования [3].

На основе данных Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAOSTAT) [5] по экспорту лесной продукции из Российской Федерации за 2020–2024 годы можно сделать вывод о глубокой структурной трансформации отрасли. Наиболее значительное падение объёмов экспорта по большинству позиций произошло в 2022 году, что, предположительно, связано с изменением логистических цепочек, введением экспортных ограничений и переориентацией рынков сбыта. К 2023–2024 годам по ряду категорий наметилась стабилизация на новых, значительно более низких уровнях, тогда как отдельные сегменты продолжили сокращаться вплоть до полного прекращения поставок.

Существенные изменения затронули сырьевые и топливные категории. Экспорт топливной древесины хвойных пород упал с 41 тысячи кубометров в 2020 году до нуля в 2023–2024 годах. Ещё более показателен пример делового круглого леса хвойных пород: после 6,9 миллиона кубометров в 2020 году фактический экспорт сократился до 22–25 кубометров в 2023–2024 годах, то есть практически прекратился. Аналогичная судьба постигла древесные отходы (с 688 тысяч кубометров до 1,4–2,1 тысячи), опилки (со 119 тысяч кубометров в 2022 году до 1 кубометра в 2024 году) и ряд специализированных видов бумажной продукции, например мелованную бумагу для печати и письма (с 12,8 тысячи тонн до 157 тонн) и бытовую гигиеническую бумагу (с 78 тысяч тонн до 5,2 тысячи тонн).

Другие категории продукции глубокой переработки, хотя и понесли серьёзные потери, сохранили ненулевой экспорт. Экспорт древесных пеллет сократился с 2,4 миллиона тонн в 2021 году до 0,61 миллиона тонн в 2024 году, то есть примерно на 75%. Древесные брикеты упали почти на 99% – с 248 тысяч тонн до 2,7 тысячи тонн. Из плитных материалов сильнее всего пострадали стружечные плиты (ДСП) – с 2,16 миллиона кубометров до 0,58 миллиона (–73%) и плиты OSB – с 686 тысяч кубометров до 141 тысячи (–79%). Газетная бумага продемонстрировала более плавное снижение – с 1,06 миллиона тонн до 0,73 миллиона тонн (–31%) [5].

В то же время некоторые позиции оказались заметно устойчивее или даже показали признаки восстановления. Пиломатериалы лиственных пород снизились с 2,0 миллиона кубометров в 2021 году до 1,12 миллиона в 2024 году, но падение не было столь резким, как у хвойных. Экспорт фанеры и LVL после спада с 3,15 миллиона кубометров до 1,47–1,63 миллиона в 2023–2024 годах в 2024 году вырос примерно на 10% относительно предыдущего года. Общий экспорт целлюлозы колебался в диапазоне 2,0–2,3 миллиона тонн без явного нисходящего тренда, а в 2024 году достиг 2,26 миллиона тонн, превысив уровень 2023 года. Особенно показательное поведение сульфатной беленой целлюлозы: в 2024 году экспорт вырос до 1,83 миллиона тонн, приблизившись к показателям 2022 года. Бумага для печати и письма без содержания древесной массы после падения до 147 тысяч тонн в 2022 году восстановилась до 228 тысяч тонн в 2023–2024 годах.

Важным признаком структурных сдвигов стало появление в официальной статистике с 2022–2023 годов новых для России продуктов, относящихся к технологичному деревянному домостроению. Экспорт перекрестно-клееных панелей (CLT) вырос с 24 кубометров в 2022 году до 2346 кубометров в 2024 году. Деревянные двутавровые балки (I-beams) увеличились с 7,8 тысячи тонн до 12,0 тысячи тонн за тот же период. Клееный брус (glulam), несмотря на снижение с 59,8 тысячи кубометров в 2022 году до 27,5 тысячи в 2024 году, остаётся заметной экспортной позицией [5].

Таким образом, главный вывод анализа состоит в том, что экспорт лесной продукции из России в 2020–2024 годах претерпел не просто количественное сжатие, а качественную перестройку. Полностью прекращён вывоз необработанного круглого леса и топливной древесины; многократно сократились поставки продукции (щепа, пеллеты, брикеты, ДСП, OSB). В то же время сектор глубокой переработки – пиломатериалы, целлюлоза, отдельные виды бумаги – продемонстрировал устойчивость, а в нише современных клеёных

деревянных конструкций даже появились новые экспортные позиции. Удар пришёлся прежде всего на сырьевые и полуфабрикатные товары, тогда как целлюлозно-бумажное производство и некоторые виды готовых изделий из древесины сохранили свой экспортный потенциал, пусть и на сниженной базе.

В ответ на санкционные ограничения, введенные европейскими странами, Правительством Российской Федерации был разработан комплекс мер, направленных на поддержку лесопромышленного комплекса, а именно: субсидирование и фондирование банков, осуществляющих кредитование лесного сектора экономики; увеличение срока предоставления льготных кредитов, выдаваемых Фондом развития промышленности, до пяти лет; введение запрета на повышение ставок платы за использование лесных ресурсов, а также на проведение плановых надзорных мероприятий; пролонгация сроков реализации проектов в области лесопользования; поддержка инвестиционных проектов, ориентированных на импортозамещение продукции; организация производства сопутствующих товаров для переработки древесины (химикатов, оборудования, запасных частей, мебельной фурнитуры и прочих); замещение импортных средств гигиены отечественными аналогами с учетом имеющегося у России потенциала для развития производства флафф-целлюлозы – сырья, пользующегося спросом у производителей средств гигиены.

В ответ на санкционные ограничения, введенные европейскими странами, Правительством Российской Федерации был разработан комплекс мер, направленных на поддержку лесопромышленного комплекса, а именно: субсидирование и фондирование банков, осуществляющих кредитование лесного сектора экономики; увеличение срока предоставления льготных кредитов, выдаваемых Фондом развития промышленности, до пяти лет; введение запрета на повышение ставок платы за использование лесных ресурсов, а также на проведение плановых надзорных мероприятий; пролонгация сроков реализации проектов в области лесопользования; поддержка инвестиционных проектов, ориентированных на импортозамещение продукции; организация производства сопутствующих товаров для переработки древесины (химикатов, оборудования, запасных частей, мебельной фурнитуры и прочих); замещение импортных средств гигиены отечественными аналогами с учетом имеющегося у России потенциала для развития производства флафф-целлюлозы – сырья, пользующегося спросом у производителей средств гигиены.

В качестве основных направлений развития лесопромышленного комплекса Российской Федерации может рассматриваться промышленное сотрудничество с государствами – членами Евразийского экономического союза (ЕАЭС), а именно: выработка механизмов расширения мер финансовой поддержки со стороны международных банков развития, обеспечения доступности финансовых услуг, а также мер нефинансовой поддержки, связанных с продвижением совместно произведенной продукции деревообрабатывающей отрасли; координация усилий в области поддержки и развития экспорта совместно произведенной продукции с высокой добавленной стоимостью во взаимодействии с институтами развития государств – членов ЕАЭС; проработка возможностей финансирования совместных проектов с привлечением средств Евразийского банка развития; рассмотрение вариантов кооперационного участия инвесторов из государств-членов в реализации инициатив по развитию производств в сфере деревянного домостроения; формирование и принятие технического регламента ЕАЭС, регламентирующего безопасность зданий и сооружений, а также разработка унифицированных отраслевых стандартов в рамках Союза [4].

Таким образом, лесопромышленный комплекс Российской Федерации в 2020–2024 годах претерпел глубокую структурную трансформацию, вызванную внешними санкционными ограничениями. Ключевыми последствиями стали разрыв традиционных торговых связей, сокращение сырьевого и низко переработанного экспорта (круглый лес,

топливная древесина, пеллеты, ДСП, OSB) при относительной устойчивости секторов глубокой переработки (целлюлоза, пиломатериалы, отдельные виды бумаги) и появлении новых экспортных ниш в области технологичного деревянного домостроения (CLT-панели, двутавровые балки). В ответ на вызовы на федеральном и региональном уровнях был разработан комплекс мер поддержки, включающий кредитные, инвестиционные, административные и производственные инструменты, а также определены перспективные направления интеграционного сотрудничества с государствами – членами ЕАЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Галиутинова, Е.И. Анализ состояния и тенденций инновационного развития лесной промышленности в РФ / Е.И. Галиутинова, Т.Л. Первушина // Глобальный научный потенциал. – 2024. – № 11-1(164). – С. 200-204.
- 2) Зинакова, М.М. Обеспечение экономической безопасности в лесной промышленности Российской Федерации / М.М. Зинакова // Проблемы развития национальной экономики в цифрах статистики : Материалы XII международной научно-практической конференции. В 3-х томах, Тамбов, 11 ноября 2025 года. – Тамбов: Издательский дом "Державинский", 2025. – С. 265-273.
- 3) Инновации в химико-лесном комплексе: тенденции и перспективы развития: сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. (6–7 июня 2022 г., Красноярск) / отв. ред. Ю.А. Безруких, Е.В. Мельникова. – Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2022. – 223 с.
- 4) О результатах анализа Деревообрабатывающей промышленности Евразийского экономического союза / Евразийская экономическая комиссия. – М., 2022. – 67 с.
- 5) FAOSTAT // Food and Agriculture Organization. – 2026. – URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> (Date of access: 10.03.26)
- 6) Шамардина, И.А. Производство и международная торговля лесными товарами в странах ЕАЭС: текущее состояние и перспективы / И.А. Шамардина, В.С. Чубис // Научные труды Республиканского института высшей школы. Серия: Философско-гуманитарные науки. – Минск, 2024. – Вып. 23, ч. 2. – С. 319–329.

Секция 2. Физическая культура как средство формирования духовно-нравственных ценностей

УДК 796.062.4

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОЙ ХОДЬБЫ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

С.Е. Белякова

Научный руководитель – А.В. Власова, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Статья посвящена перспективам внедрения северной ходьбы в высших учебных заведениях. Рассматриваются причины низкой физической активности студентов (высокая учебная нагрузка, гиподинамия, недостаток средств на фитнес). Описывается техника, история и доступность данного вида спорта. Анализируется влияние на физическое здоровье (укрепление мышц, снижение нагрузки на позвоночник, повышение выносливости) и психоэмоциональное состояние студентов (снижение стресса, улучшение сна, повышение умственной работоспособности). Предлагается модель организации секции в вузе, включая выбор места, расписание, и обучение преподавателей. Рассматриваются возможные сложности (психологические стереотипы, отсутствие инвентаря и инструкторов) и пути их решения. Делается вывод о целесообразности широкого внедрения северной ходьбы в систему физического воспитания вузов как экономически доступного и эффективного оздоровительного метода.

Ключевые слова: Северная ходьба, студенты, высшее учебное заведение, физическая активность, гиподинамия, оздоровление, профилактика стресса, организация секции, доступный спорт

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF NORTH WALKING IN HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTIONS

S.E. Belyakova

Scientific Supervisor – A.V. Vlasova, Senior Lecturer

Yaroslavl state technical university

The article is dedicated to the prospects of implementing Nordic walking in higher education institutions. It examines the reasons for low physical activity among students (high academic workload, sedentary lifestyle, lack of funds for fitness). The technique, history, and accessibility of this sport are described. The impact on students' physical health (muscle strengthening, reduced spinal load, increased endurance) and psycho-emotional state (stress reduction, improved sleep, enhanced cognitive performance) is analyzed. A model for organizing a Nordic walking club in a university is proposed, including site selection, scheduling, and instructor training. Potential challenges (psychological stereotypes, lack of equipment and instructors) and their solutions are considered. The conclusion is drawn about the expediency of widespread implementation of Nordic walking into the physical education system of universities as an economically accessible and effective health improvement method.

Keywords: Nordic walking, students, higher education institution, physical activity, sedentary lifestyle, health improvement, stress prevention, club organization, accessible sport

Северная ходьба – это вид физической активности, представляющий собой ходьбу со специальными палками, напоминающими лыжные, но меньшей длины. Техника движения основана на естественном биомеханическом цикле: одновременный вынос вперёд правой руки и левой ноги, затем левой руки и правой ноги. При этом палка ставится под углом, отталкивание происходит за счёт раскрытия кисти (палка отпускается, а затем снова захватывается – в отличие от лыжного хода, где крепление жёсткое).

Ключевые отличия северной ходьбы от обычной прогулки заключаются в нескольких параметрах. Во-первых, по задействованным мышечным группам: при обычной ходьбе

работают преимущественно ноги (мышцы голени, бедра, ягодицы), тогда как в северной ходьбе активно включаются также руки, плечевой пояс, мышцы спины и брюшного пресса – в общей сложности до 90 процентов всей мускулатуры. Во-вторых, по нагрузке на позвоночник и суставы: при обычной ходьбе суставы несут полную нагрузку, а в северной ходьбе часть нагрузки перераспределяется на палки, что снижает ударное воздействие. В-третьих, по энергозатратам: обычная ходьба в умеренном темпе сжигает около 200–300 килокалорий в час, тогда как северная ходьба за счёт работы рук и корпуса – уже 400–600 килокалорий в час. Наконец, по требованиям к покрытию: обычная ходьба возможна на любом покрытии, но северная ходьба наиболее эффективна на мягком грунте, где отталкивание палками даёт лучший результат, хотя возможна и на асфальте с использованием резиновых насадок.

Для занятий северной ходьбой необходим минимальный набор, основным элементом которого являются палки. По материалу изготовления палки делятся на три категории: алюминиевые (бюджетный вариант, но более тяжёлые), композитные (средний класс) и карбоновые (профессиональный вариант, очень лёгкие и хорошо гасят вибрации). По конструкции различают телескопические палки (с регулируемой длиной) и палки фиксированной длины (более лёгкие, но требующие индивидуального подбора).

Длина палки рассчитывается по формуле: рост, умноженный на 0,68 для начинающих, или рост, умноженный на 0,70 для подготовленных занимающихся. Например, при росте 170 сантиметров оптимальная длина палки составит 115–120 сантиметров. Обязательными элементами качественных палок являются удобный темляк (ремень, охватывающий кисть и позволяющий отпускать палку при отталкивании) и сменные наконечники (металлический шип для грунта или резиновый «сапожок» для асфальта).

Что касается обуви, подойдёт любая удобная обувь для активной ходьбы – кроссовки с амортизацией, треккинговые ботинки или даже плотные кеды. Желательна не слишком жёсткая подошва для естественного переката стопы. Одежда подбирается по погоде по принципу многослойности (термобельё, флис, ветровка), главное требование – свобода движений в плечевом поясе.

С организационной и индивидуальной точек зрения северная ходьба обладает рядом свойств, критически важных для молодёжи с ограниченным бюджетом и плотным графиком.

Первое свойство – всесезонность и всепогодность. Заниматься можно круглый год: летом – по грунтовым дорожкам, зимой – по утрамбованному снегу с использованием шипованного наконечника, в дождь – под навесом стадиона или в парке с асфальтовыми дорожками с резиновыми насадками.

Второе свойство – отсутствие привязки к залу. Не нужен абонемент, раздевалка, душ (хотя при возможности они желательны). Достаточно выйти из учебного корпуса в ближайший парк или на вузовский стадион.

Третье свойство – низкий порог входа. Не требуется специальной физической подготовки. Техника осваивается за 10–15 минут объяснения и одной-двух тренировок. Противопоказания минимальны: только острые состояния сердечно-сосудистой системы и обострения суставных заболеваний. В остальном северная ходьба разрешена практически всем.

Четвёртое свойство – сочетаемость с учебным расписанием. Занятие длительностью 40–60 минут можно встроить в «окно» между парами или организовать как третью пару (зачётное занятие по физической культуре). Не нужно никуда ехать – всё находится рядом с учебным корпусом.

Пятое свойство – экономическая доступность. Разовое вложение в палки (800–1500 рублей) заменяет месячный абонемент в фитнес-клуб. Палки служат годами.

Для успешного внедрения северной ходьбы в вузе важно развеять несколько стереотипов, которые часто мешают студентам попробовать этот вид активности.

Первое заблуждение: «Это только для пенсионеров». В действительности в Германии, Финляндии и Швеции Nordic Walking входит в программы подготовки студентов факультетов спорта и оздоровительной физкультуры. В России крупные молодёжные фестивали,

например «Северная ходьба – новый образ жизни», проводятся с 2018 года, и участники в возрасте 18–25 лет составляют до 30 процентов аудитории.

Второе заблуждение: «Ходьба с палками не даёт серьёзной нагрузки». По данным кардиомониторинга, при темпе 120–140 шагов в минуту пульс поднимается до 120–140 ударов в минуту, что соответствует зоне жиросжигания и аэробной тренировки. Это сопоставимо с бегом трусцой, но без ударной нагрузки на коленные суставы.

Третье заблуждение: «Техника слишком сложная». Базовое обучение занимает не более 10 минут. Достаточно освоить принцип «противоположная рука-нога», следить, чтобы палка не уходила далеко назад (угол вылета не более 45 градусов) и не ставить её вертикально.

Четвёртое заблуждение: «Нужны дорогие палки». Для оздоровительных целей подходят любые телескопические палки с удобным темляком. Профессиональные карбоновые палки стоимостью от 5000 рублей требуются только для соревнований или при объёме занятий более 10 часов в неделю.

Северная ходьба представляет собой методически проработанный, экономически доступный и физиологически щадящий вид физической активности, который по своим характеристикам – минимальным требованиям к месту, инвентарю и уровню подготовки – органично вписывается в условия высшего учебного заведения. Разрушение стереотипа о «пенсионном» характере данного вида спорта является ключевой коммуникационной задачей для его внедрения в студенческой среде.

Внедрение северной ходьбы в систему физического воспитания высших учебных заведений может принести значительную пользу как в сфере физического здоровья, так и в области психоэмоционального состояния студентов. Кроме того, данный вид активности обладает свойствами, делающими его доступным практически для всех категорий обучающихся, включая лиц с ограничениями по здоровью.

В отличие от обычной ходьбы или бега, где основная нагрузка приходится на нижние конечности, северная ходьба за счёт использования палок вовлекает в работу верхнюю часть тела. Активно задействуются мышцы рук (бицепсы, трицепсы, мышцы предплечий), плечевого пояса (дельтовидные мышцы), спины (широчайшие мышцы, трапециевидные мышцы, ромбовидные мышцы) и брюшного пресса. Мышцы кора (глубокие мышцы, стабилизирующие позвоночник) также получают нагрузку, поскольку удерживают корпус в правильном положении при попеременном отталкивании палками.

По данным спортивной физиологии, при правильной технике северной ходьбы в работе участвует до 90 процентов всей скелетной мускулатуры. Для сравнения: при обычной ходьбе этот показатель не превышает 40–50 процентов, а при беге – около 60–70 процентов. Таким образом, одно занятие северной ходьбой даёт комплексную нагрузку, сравнимую с комбинацией кардиотренировки и лёгкой силовой работы.

Снижение нагрузки на позвоночник и суставы – еще один из ключевых физиологических эффектов северной ходьбы, имеющий особое значение для студентов. Длительное сидение за партой или компьютером приводит к формированию так называемого «студенческого» типа осанки: сутулость, опущенные плечи, выдвинутая вперёд голова, напряжение в шейно-воротниковой зоне и пояснице. При обычной ходьбе или беге позвоночник продолжает испытывать вертикальную ударную нагрузку, что может усугублять уже имеющиеся проблемы.

При ходьбе с палками ситуация принципиально иная. В момент постановки палки и последующего отталкивания часть веса тела (по оценкам биомеханики, от 15 до 30 процентов в зависимости от интенсивности) передаётся через руки и плечевой пояс на палки и далее – на землю. Это приводит к разгрузке тазобедренных, коленных и голеностопных суставов, а также снижает компрессионную нагрузку на межпозвоночные диски. Многие студенты, жалующиеся на боли в спине после учебного дня, отмечают, что после 20–30 минут северной ходьбы напряжение в пояснице заметно уменьшается.

Кроме того, активная работа рук и плечевого пояса способствует раскрытию грудной клетки и выпрямлению грудного отдела позвоночника, что является профилактикой и мягкой коррекцией сутулости. Регулярные занятия (2–3 раза в неделю на протяжении одного-двух месяцев) приводят к заметному улучшению осанки и снижению дискомфорта в спине.

Северная ходьба относится к аэробным (кардио) нагрузкам, то есть таким видам активности, при которых энергия вырабатывается за счёт окисления глюкозы и жирных кислот в присутствии кислорода. Для студенческого организма, часто ведущего малоподвижный образ жизни, регулярная аэробная тренировка является наиболее безопасным и эффективным способом укрепления сердца и лёгких.

Физиологический механизм следующий. При ходьбе в темпе 120–140 шагов в минуту частота сердечных сокращений повышается до 120–150 ударов в минуту (в зависимости от возраста и уровня подготовки). В этом диапазоне происходит тренировка сердечной мышцы: увеличивается ударный объём сердца (количество крови, выбрасываемое за одно сокращение), снижается частота пульса в покое, улучшается эластичность сосудов. Параллельно увеличивается жизненная ёмкость лёгких и улучшается газообмен – кислород эффективнее поступает в кровь и доставляется к тканям.

Вопрос поддержания нормального веса актуален для многих студентов, особенно в условиях сидячего образа жизни и не всегда сбалансированного питания (перекусы, фастфуд, нерегулярные приёмы пищи). Северная ходьба обеспечивает относительно высокий расход калорий при умеренной субъективной сложности.

По данным спортивной медицины, человек массой 70 килограммов за один час северной ходьбы в темпе около 130 шагов в минуту тратит приблизительно 400–500 килокалорий. Для сравнения: обычная ходьба в том же темпе без палок даёт расход около 250–300 килокалорий, а спокойный бег трусцой (8 км/ч) – около 500–600 килокалорий, но с существенно большей ударной нагрузкой на суставы.

Важно отметить, что повышенный расход энергии сохраняется и после окончания занятия за счёт эффекта «дожигания» (ЕРОС – избыточное посттренировочное потребление кислорода). Включение в работу большого количества мышечных групп требует от организма дополнительных затрат на восстановление, что продолжается в течение нескольких часов после ходьбы. Таким образом, регулярные занятия способствуют постепенному снижению процента жировой ткани при условии сохранения нормального пищевого поведения.

Студенческая жизнь объективно сопряжена с хроническим стрессом. Сессии, дедлайны по курсовым работам, публичные выступления на семинарах, неопределённость с будущим трудоустройством – всё это создаёт повышенный фон тревожности. Физиологические механизмы стресса включают выброс кортизола и адреналина, что в долгосрочной перспективе приводит к истощению нервной системы, нарушениям сна, снижению иммунитета.

Северная ходьба оказывает доказанное антистрессовое действие по нескольким направлениям. Во-первых, ритмичная, циклическая нагрузка умеренной интенсивности стимулирует выработку эндорфинов – «гормонов счастья», которые снижают болевую чувствительность и вызывают состояние лёгкой эйфории, известное как «эйфория бегуна». Во-вторых, занятия на свежем воздухе (а северная ходьба преимущественно проводится на открытых пространствах) способствуют насыщению крови кислородом и ускорению выведения метаболитов стресса. В-третьих, монотонные, повторяющиеся движения с концентрацией на технике (правильная постановка палки, отталкивание, дыхание) работают как своеобразная медитация в движении – мозг отвлекается от навязчивых тревожных мыслей и переходит в более спокойное состояние.

Студенты, регулярно занимающиеся северной ходьбой (два-три раза в неделю по 45–60 минут), в опросах отмечают снижение уровня ситуативной тревожности перед экзаменами, улучшение настроения, более лёгкое засыпание и лучшее качество сна. Некоторые сравнивают эффект с лёгкой транквилизацией, но без побочных действий и с дополнительной пользой для тела.

Влияние физической активности на когнитивные функции (внимание, память, скорость обработки информации) является предметом многочисленных исследований в нейробиологии. Установлено, что аэробные нагрузки, особенно на свежем воздухе, улучшают мозговой кровоток и стимулируют выработку нейротрофического фактора мозга (BDNF) – белка, способствующего росту и выживанию нейронов, а также укреплению связей между ними.

Для студентов это означает прямой практический эффект: после 40–50 минут северной ходьбы легче сосредоточиться на учебном материале, быстрее запоминается прочитанное, повышается скорость решения логических задач. Многие преподаватели отмечают, что если в расписании университета перед сложной лекцией или семинаром предусмотрена активная перемена (включая прогулку или лёгкую физическую нагрузку), студенты демонстрируют более высокую вовлечённость и лучшие результаты.

Особенно полезно включать занятия северной ходьбой в периоды интенсивной умственной нагрузки – в середине семестра и в ходе подготовки к экзаменам. Короткая прогулка с палками (30–40 минут) в середине учебного дня помогает «перезагрузить» мозг, снять накопившееся напряжение и вернуться к занятиям с новыми силами.

Для изучения отношения и осведомленности студентов о северной ходьбе, в ЯГТУ провели небольшой опрос среди учащихся 1–3 курсов (всего опрошено 120 человек, возраст 18–23 года). Далее приведены результаты опроса:

Осведомлённость о северной ходьбе

- 88% точно знают, что это такое.
- 10% что-то слышали, но не уверены в деталях.
- 2% встретились с этим понятием впервые.

Целевая аудитория занятия северной ходьбой:

– 84% считают, что северная ходьба подходит для всех возрастов, в том числе и для молодёжи.

- 12% думают, что это занятие только для пожилых.
- 4% уверены, что это спорт для профессионалов.

Главные преимущества северной ходьбы

- Бесплатно – 32%.
- Можно заниматься с друзьями – 24%.
- Помогает спине и осанке – 20%.
- Снимает стресс – 17%.
- Щадит суставы – 7%.

Текущая физическая активность студентов:

- 26% занимаются регулярно (3+ раз в неделю).
- 52% тренируются 1–2 раза в неделю.
- 22% делают это крайне редко – раз в месяц или ещё реже.

Главные проблемы при выборе спортивного направления:

- Нехватка времени из-за учёбы – 34%.
- Стеснение заниматься в зале или на стадионе – 20%.
- Высокая стоимость абонементов – 18%.
- Проблемы со здоровьем (колени, спина, давление) – 16%.
- Просто не знаю, чем заняться – 12%.

Северная ходьба представляет собой экономически доступный, физиологически щадящий и методически проработанный вид физической активности. Она не требует дорогостоящего абонементов или специального помещения, техника осваивается за 1–2 тренировки, а инвентарь (палки) приобретается один раз на длительный срок. При этом в работе задействуется до 90 процентов мышечной системы, что значительно повышает эффективность по сравнению с обычной ходьбой.

Для студенческой аудитории северная ходьба обладает комплексным оздоровительным потенциалом. С физиологической точки зрения она укрепляет сердечно-сосудистую и дыхательную системы, повышает выносливость, способствует контролю массы тела и, что

особенно важно, снижает нагрузку на позвоночник и суставы, которые страдают от длительного сидения за партами. С психологической точки зрения регулярные занятия снижают уровень стресса и тревожности, улучшают сон и повышают умственную работоспособность.

Организация занятий по северной ходьбе в вузе не требует значительных вложений. Для запуска секции достаточно выбрать подходящее место в кампусе, составить расписание, закупить 5–10 пар недорогих палок и обучить одного-двух штатных преподавателей на краткосрочных курсах.

Основные сложности внедрения имеют конкретные пути решения. Психологический барьер (стереотип «спорта для пенсионеров») преодолевается через демонстрацию положительных примеров и групповой формат занятий. Кадровая проблема снимается обучением существующих преподавателей физкультуры.

Северная ходьба не является видом активности исключительно для пожилых людей. В странах Европы и Скандинавии она широко распространена среди всех возрастных групп, включая студентов. Задача вузов – разрушить этот стереотип и предложить студентам доступную, эффективную и современную альтернативу дорогим фитнес-клубам.

Северная ходьба – это простой, недорогой и эффективный способ повысить физическую активность студентов, укрепить их здоровье и снизить уровень стресса, связанного с учебными нагрузками. Учитывая минимальные требования к ресурсам и высокий оздоровительный потенциал, данный вид активности рекомендуется к широкому внедрению в систему физического воспитания высших учебных заведений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Крысюк, О.Б. Северная ходьба как оздоровительная технология (первый российский опыт) / О. Б. Крысюк, А. В. Волков // Адаптивная физическая культура. – 2013. – № 3 (55). – С. 47-49. – EDN RCBNSN.

2) Бег на свежем воздухе как один из способов восстановления организма студенческой молодежи / Л.И. Халилова, К.М. Комиссарчик, М.Е. Тараканова, Н.Ю. Харитоновна // Глобальный научный потенциал. – 2024. – № 3. – С. 141-143.

3) Методология применения скандинавской ходьбы на занятиях со студентами. Основные элементы техники ходьбы: учеб.-метод. пос. / М.С. Витушкина, В.М. Щукин, Н.В. Швецова, Л.В. Березина, Т.Н. Панова, В.А. Скузоватов; Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2023. – 55 с.

4) Федеральная целевая программа «Развитие физической культуры и спорта в Российской Федерации на 2016–2020 годы»: утверждена постановлением Правительства РФ от 21 января 2015 г. № 30. – Москва, 2015. – 85 с.

5) Всемирная организация здравоохранения. Рекомендации по физической активности для здоровья: глобальные рекомендации / ВОЗ. – Женева, 2010. – 60 с.

6) Шемятихин, В.А. Скандинавская ходьба: учебное пособие / В.А. Шемятихин, И.М. Добрынин; науч. ред. О. А. Мокроусова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2018. – 204 с.

7) Алёшина, Е.И. Скандинавская ходьба как средство воспитания студентов специальной медицинской группы: научно-методические основы / Е.И. Алёшина, А.Л. Подосёнков, С.Е. Шивринская // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9 (часть 8). – С.1732-1736. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35130> (дата обращения: 09.07.2026).

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РУССКОЙ ЛАПТЫ В СИСТЕМЕ СТУДЕНЧЕСКОГО СПОРТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

М.И. Вологдин, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается воспитательный потенциал русской лапты как традиционного национального вида спорта в системе студенческого спорта образовательной организации высшего образования. Актуализируется проблема поиска эффективных средств воспитательной работы со студентами в условиях трансформации социокультурной среды и снижения уровня двигательной активности молодёжи. Обосновывается педагогическая целесообразность интеграции традиционных видов спорта в образовательное пространство вуза как инструмента формирования ценностных ориентаций, гражданской идентичности, коммуникативных и личностных качеств обучающихся [4, 5, 10]. На основе анализа научно-методической литературы и обобщения практического опыта внедрения лапты в систему студенческого спорта Ярославского государственного технического университета раскрываются её воспитательные, социальные и культурные функции. Показано, что занятия лаптой и участие в соревнованиях способствуют развитию у студентов ответственности, дисциплинированности, командного взаимодействия, уважения к традициям отечественной физической культуры и спорта. Сделан вывод о целесообразности более широкого использования русской лапты в практике физкультурно-спортивной и воспитательной работы в вузах как доступного, педагогически ценного и культурно значимого средства формирования гармонично развитой личности студента.

Ключевые слова: русская лапта, студенческий спорт, воспитательный потенциал, физическое воспитание, национальные виды спорта, образовательная организация высшего образования, социализация студентов

THE EDUCATIONAL POTENTIAL OF RUSSIAN LAPTA IN THE STUDENT SPORTS SYSTEM OF A HIGHER EDUCATION ORGANIZATION

M.I.Vologdin, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article examines the educational potential of Russian lapta as a traditional national sport in the system of student sports in higher education institutions. The article highlights the problem of finding effective means of educational work with students in the context of the transformation of the socio-cultural environment and the decrease in the level of physical activity among young people. The article substantiates the pedagogical expediency of integrating traditional sports into the educational space of a university as a tool for forming students' value orientations, civic identity, and communicative and personal qualities [4, 5, 10]. Based on the analysis of scientific and methodological literature and the generalization of practical experience in introducing lapta into the student sports system of Yaroslavl State Technical University, its educational, social, and cultural functions are revealed. It is shown that lapta classes and participation in competitions contribute to the development of students' responsibility.

Keywords: Russian lapta, student sports, educational potential, physical education, national sports, higher education institution, and student socialization

Введение

Современный этап развития высшего образования в Российской Федерации характеризуется усилением внимания к вопросам воспитательной работы с обучающимися, формированию у них устойчивых ценностных ориентиров, гражданской позиции и социально значимых личностных качеств. В условиях усложнения социокультурной среды, цифровизации образования и роста гиподинамии среди молодёжи возрастает роль физической культуры и спорта как важнейших средств не только физического, но и духовно-нравственного, социального и личностного развития студентов.

Студенческий спорт в настоящее время рассматривается как значимый компонент образовательного пространства вуза, способствующий социализации обучающихся, формированию навыков командного взаимодействия, развитию ответственности, инициативности и лидерских качеств. Вместе с тем, традиционные формы физкультурно-спортивной работы не всегда в полной мере отвечают задачам воспитания и сохранения культурно-исторических ценностей отечественной физической культуры. В этой связи актуализируется проблема поиска и внедрения в практику вузовских занятий по физической культуре и спорту новых, а также традиционных, но недостаточно используемых средств воспитательного воздействия.

Одним из таких средств является русская лапта – национальный вид спорта, имеющий многовековую историю и глубокие культурные корни. Лапта традиционно рассматривалась не только как игровая деятельность, направленная на развитие физических качеств, но и как форма социального взаимодействия, способствующая воспитанию смелости, взаимопомощи, уважения к партнёрам и соперникам, соблюдению правил и норм поведения. В научно-методических исследованиях подчёркивается её универсальность и высокий педагогический потенциал в работе с различными возрастными группами [1, 4, 10].

В последние годы в Российской Федерации наблюдается возрождение интереса к национальным видам спорта и играм, что отражено в государственных и ведомственных программах развития физической культуры и спорта. В этом контексте русская лапта приобретает особую значимость как средство приобщения молодёжи к культурному наследию страны и формирования у студентов позитивной идентичности, основанной на уважении к традициям отечественного спорта.

Особый интерес представляет интеграция лапты в систему студенческого спорта образовательной организации высшего образования, где она может выступать не только как альтернатива традиционным видам двигательной активности, но и как эффективный инструмент воспитательной работы. В условиях вуза лапта способна выполнять целый ряд функций: образовательную, воспитательную, коммуникативную, культурно-просветительскую и рекреационную.

Практический опыт внедрения лапты в деятельность Ярославского государственного технического университета показывает, что данный вид спорта органично вписывается в систему физкультурно-спортивной и воспитательной работы со студентами, способствует расширению форм студенческого досуга, повышению мотивации к занятиям физической культурой и развитию социально значимых личностных качеств обучающихся.

В этой связи целью настоящей статьи является анализ воспитательного потенциала русской лапты в системе студенческого спорта образовательной организации высшего образования и обоснование целесообразности её более широкого использования в практике вузовской физкультурно-спортивной и воспитательной работы.

Теоретические основы воспитательного потенциала спорта в системе высшего образования

Физическая культура и спорт традиционно рассматриваются в педагогике как важнейшие средства всестороннего развития личности. В трудах отечественных и зарубежных исследователей подчёркивается, что спортивная деятельность обладает выраженным воспитательным потенциалом, поскольку она органично сочетает в себе физическое развитие, эмоционально-волевую регуляцию поведения, социальное взаимодействие и формирование ценностных установок.

В системе высшего образования физическая культура и спорт выполняют не только оздоровительную и прикладную функции, но и выступают значимым компонентом воспитательной среды вуза. Через участие в спортивной деятельности у студентов формируются такие личностные качества, как дисциплинированность, настойчивость, целеустремлённость, ответственность за результат, умение работать в команде и подчинять личные интересы интересам коллектива. Эти качества напрямую соотносятся с

требованиями к современному специалисту и гражданину, способному к продуктивной профессиональной и социальной деятельности.

Особую роль в воспитательном процессе играет соревновательная деятельность, которая создаёт условия для проявления волевых усилий, эмоциональной устойчивости, самоконтроля и уважения к сопернику. Участие в соревнованиях формирует у обучающихся опыт конструктивного переживания успеха и неудачи, развивает способность к рефлексии и самооценке, способствует выработке адекватного отношения к собственным достижениям и возможностям. В этом контексте спорт выступает своеобразной «школой жизни», в которой моделируются социально значимые ситуации взаимодействия, сотрудничества и соперничества.

Современные концепции воспитания в образовательных организациях высшего образования подчёркивают необходимость интеграции воспитательной компоненты во все сферы университетской жизни, включая учебную, научную, культурно-досуговую и физкультурно-спортивную деятельность. Спорт в данном случае рассматривается как универсальный инструмент формирования ценностных ориентаций, социальной активности и позитивной идентичности обучающихся.

Важным аспектом является и то, что физическая культура и спорт способствуют социализации личности студента, расширяя его социальные связи, формируя навыки коммуникации и взаимодействия в разновозрастных и разностатусных группах. В процессе совместных тренировок и соревнований складываются устойчивые межличностные отношения, развивается чувство принадлежности к университетскому сообществу, формируется корпоративная культура вуза.

Отдельного внимания заслуживает культурно-воспитательная функция спорта, связанная с трансляцией исторических и социокультурных ценностей. Через приобщение к определённым видам спорта обучающиеся усваивают нормы спортивной этики, традиции и символы, формирующие их отношение к отечественной физической культуре и спорту как части национального культурного наследия.

В условиях глобализации и унификации спортивной культуры возрастает значимость национальных и традиционных видов спорта как средств сохранения культурной идентичности и формирования уважительного отношения к истории и традициям своего народа. Именно в этом контексте традиционные игры и виды спорта приобретают особый воспитательный смысл, выходящий за рамки сугубо физического развития.

Таким образом, теоретический анализ показывает, что физическая культура и спорт обладают комплексным воспитательным потенциалом, который реализуется через развитие личностных качеств, социализацию, формирование ценностных ориентаций и приобщение к культурному наследию. Включение традиционных видов спорта в систему студенческого спорта образовательной организации высшего образования позволяет усилить воспитательный эффект физкультурно-спортивной деятельности и придать ей дополнительное культурно-историческое содержание.

Русская лапта как педагогическое средство воспитания студентов

Русская лапта как традиционный национальный вид спорта представляет собой уникальное педагогическое средство, обладающее высоким воспитательным и образовательным потенциалом. В отличие от многих современных спортивных дисциплин, лапта исторически формировалась не только как форма физической активности, но и как средство социализации, коллективного взаимодействия и передачи нравственно-этических норм поведения. Именно это делает её особенно ценной в контексте воспитательной работы со студентами образовательных организаций высшего образования.

С педагогической точки зрения лапта характеризуется сочетанием игровых и соревновательных компонентов, что обеспечивает высокий уровень мотивации обучающихся к участию в занятиях. Игровая форма деятельности способствует снижению психологического напряжения, формированию положительного эмоционального фона и развитию устойчивого интереса к занятиям физической культурой. В то же время наличие

чётко регламентированных правил и соревновательных элементов приучает студентов к дисциплине, ответственности за собственные действия и соблюдению норм честной игры.

Одним из важнейших воспитательных аспектов лапты является её командный характер. Участие в игре требует от студентов постоянного взаимодействия с партнёрами, согласования действий, взаимной поддержки и коллективного принятия решений. В процессе командной игры формируются навыки коммуникации, толерантности, умения учитывать интересы других и подчинять личные амбиции задачам коллектива. Эти качества имеют универсальное значение и востребованы не только в спортивной, но и в учебной, профессиональной и социальной сферах деятельности.

Существенное значение имеет и развитие волевых качеств личности. Игра в лапту требует от участников быстроты реакции, решительности, настойчивости и способности к преодолению утомления и неудач. В условиях соревновательной борьбы у студентов формируется умение сохранять самообладание, контролировать эмоции и принимать решения в ситуациях неопределённости. Данный опыт способствует становлению эмоциональной устойчивости и стрессоустойчивости, что особенно актуально для современной студенческой молодёжи.

Особое место в воспитательном потенциале лапты занимает её культурно-историческая составляющая. Как национальный вид спорта, лапта является частью нематериального культурного наследия России и несёт в себе элементы народной традиции, символики и коллективной памяти. Приобщение студентов к занятиям лаптой способствует формированию уважительного отношения к истории и традициям отечественной физической культуры и спорта, развитию чувства сопричастности к культурному наследию своей страны.

Важным педагогическим эффектом является формирование у обучающихся представлений о нравственных нормах спортивного поведения. В процессе игры усваиваются такие ценности, как честность, справедливость, уважение к сопернику и судье, умение достойно принимать как победу, так и поражение. Эти нормы имеют универсальный характер и переносятся студентами в другие сферы социальной жизни, способствуя их моральному развитию.

Следует отметить и универсальность лапты как средства физического и воспитательного воздействия. Она не требует дорогостоящего инвентаря и сложной инфраструктуры, может проводиться как в спортивных залах, так и на открытых площадках, легко адаптируется под различные возрастные и физические возможности участников. Это делает лапту доступной для широкого круга студентов с разным уровнем физической подготовленности, включая обучающихся, ранее не занимавшихся спортом.

Кроме того, лапта органично вписывается в формат массовых физкультурно-спортивных мероприятий, внутривузовских соревнований и студенческих праздников. Её зрелищность и динамичность способствуют привлечению внимания широкой аудитории и формированию позитивного имиджа физической культуры и спорта в университетской среде.

Таким образом, русская лапта может рассматриваться как эффективное педагогическое средство воспитания студентов, объединяющее в себе физическое, социальное, нравственное и культурное измерения. Её интеграция в систему студенческого спорта образовательной организации высшего образования позволяет не только расширить спектр двигательной активности обучающихся, но и усилить воспитательную направленность физкультурно-спортивной работы вуза.

Реализация русской лапты в системе студенческого спорта Ярославского государственного технического университета

Практическая реализация русской лапты в системе студенческого спорта Ярославского государственного технического университета (ЯГТУ) осуществлялась в логике расширения воспитательного пространства вуза и поиска новых форм физкультурно-спортивной деятельности, ориентированных на формирование у студентов социально значимых личностных качеств и устойчивой мотивации к занятиям физической культурой.

Включение лапты в физкультурно-спортивную жизнь университета было обусловлено несколькими факторами. Во-первых, стремлением разнообразить традиционные формы занятий по физической культуре и спорту за счёт использования национального вида спорта с выраженным воспитательным и культурным потенциалом. Во-вторых, необходимостью создания условий для вовлечения в спортивную деятельность студентов с различным уровнем физической подготовленности, включая обучающихся, не ориентированных на классические соревновательные виды спорта. В-третьих, задачами формирования у студентов устойчивого интереса к физической активности и расширения спектра их двигательного опыта.

На начальном этапе лапта была внедрена в формат учебных и внеучебных занятий по физической культуре, а также в структуру внутривузовских физкультурно-спортивных мероприятий. Особое внимание уделялось адаптации правил и методики проведения занятий под особенности студенческой аудитории, что позволило обеспечить доступность и безопасность игрового процесса, а также создать благоприятный психологический климат в группах.

В дальнейшем лапта была включена в программу массовых спортивных мероприятий университета и использовалась в рамках студенческих спортивных праздников, дней здоровья и факультетских соревнований. Данный формат позволил расширить аудиторию участников за счёт вовлечения студентов, ранее не проявлявших интереса к систематическим занятиям спортом, и способствовал формированию у них положительного эмоционального отношения к физической культуре.

Важным направлением работы стала организация внутривузовских соревнований по мини-лапте, ориентированных не только на выявление сильнейших команд, но и на формирование у студентов опыта соревновательной деятельности, соблюдения правил честной игры и уважительного отношения к соперникам. Соревнования рассматривались как средство воспитательного воздействия, способствующее развитию ответственности, дисциплинированности, умения действовать в коллективе и конструктивно переживать как успех, так и неудачу.

Значимым элементом воспитательной работы стало вовлечение студентов в организационно-судейскую деятельность. Для этой цели в университете была разработана и реализована образовательная программа «Школа начинающего судьи по виду спорта лапта», ориентированная на формирование у обучающихся базовых компетенций в области судейства, знания правил игры и навыков принятия решений в соревновательных ситуациях.

Участие в судейской практике способствовало развитию у студентов ответственности, организаторских способностей, коммуникативных навыков и правовой культуры. Кроме того, данная форма деятельности позволила сформировать у обучающихся более глубокое понимание этических норм спортивного поведения, принципов справедливости и объективности при оценке действий игроков.

Важным результатом внедрения лапты в систему студенческого спорта ЯГТУ стало формирование устойчивого интереса к данному виду спорта и его постепенная институционализация в структуре физкультурно-спортивной работы университета. Лапта перестала восприниматься исключительно как элемент разовой активности и приобрела статус регулярной формы двигательной и воспитательной деятельности.

Следует отметить, что реализация данного проекта осуществлялась в тесной взаимосвязи с общей концепцией воспитательной работы вуза, ориентированной на формирование гармонично развитой личности студента, способного к социальной активности, сотрудничеству и уважению к культурным традициям. В этом контексте лапта выступила не только как средство физического развития, но и как инструмент интеграции воспитательных задач в практику студенческого спорта.

Таким образом, опыт ЯГТУ показывает, что включение русской лапты в систему студенческого спорта образовательной организации высшего образования является педагогически целесообразным и воспитательно эффективным. Данный вид спорта

органично вписывается в образовательное пространство вуза, расширяет возможности физкультурно-спортивной работы и способствует формированию у студентов комплекса социально значимых личностных качеств.

Педагогические эффекты и значение русской лапты для воспитательной работы в вузе

Анализ практики внедрения русской лапты в систему студенческого спорта Ярославского государственного технического университета позволяет сделать вывод о её выраженном воспитательном и социально-педагогическом потенциале. Полученные результаты свидетельствуют о том, что данный вид спорта может рассматриваться как эффективное средство формирования у студентов комплекса личностных, коммуникативных и гражданских качеств, востребованных в современном обществе.

Одним из наиболее значимых педагогических эффектов является развитие у обучающихся ответственности и дисциплинированности. Участие в командной игре и соревновательной деятельности требует от студентов соблюдения правил, пунктуальности, организованности и осознанного отношения к собственным действиям. В условиях регулярных занятий и соревнований формируется устойчивая привычка к самоконтролю и выполнению принятых обязательств, что имеет важное значение не только в спортивной, но и в учебной и профессиональной деятельности.

Существенное место занимает формирование коммуникативных и социальных компетенций. Командный характер лапты способствует развитию навыков взаимодействия, умения договариваться, распределять роли и принимать коллективные решения. В процессе совместной деятельности у студентов формируется опыт конструктивного общения, взаимопомощи и поддержки, что положительно отражается на психологическом климате в учебных группах и студенческих коллективах.

Важным результатом является развитие лидерских и организаторских качеств. В ходе подготовки и проведения занятий, соревнований и судейской практики отдельные студенты проявляют инициативу, берут на себя ответственность за организацию процессов, координацию действий участников и решение возникающих проблемных ситуаций. Это способствует формированию у обучающихся уверенности в собственных силах, способности к самостоятельному принятию решений и готовности к социальной активности.

Отдельного внимания заслуживает влияние лапты на формирование нравственных качеств и ценностных ориентаций студентов. В процессе игры и соревнований усваиваются нормы честной спортивной борьбы, уважения к сопернику, судье и партнёрам по команде, умение достойно принимать как победу, так и поражение. Эти ценности имеют универсальный характер и переносятся обучающимися в другие сферы социальной жизни, способствуя их моральному развитию и становлению гражданской позиции.

Значимым педагогическим эффектом является приобщение студентов к культурному наследию отечественной физической культуры и спорта. Как национальный вид спорта, лапта выполняет культурно-просветительскую функцию, способствуя формированию у молодёжи уважительного отношения к традициям и истории своей страны. Это особенно важно в условиях глобализации и унификации спортивной культуры, когда возрастает риск утраты интереса к национальным формам физической активности.

Кроме того, занятия лаптой способствуют расширению двигательного опыта студентов и формированию устойчивой мотивации к регулярной физической активности. Игровой характер и эмоциональная насыщенность занятий делают их привлекательными для широкой аудитории обучающихся, включая тех, кто ранее не проявлял интереса к систематическим занятиям спортом. Это позволяет рассматривать лапту как эффективное средство профилактики гиподинамии и формирования здорового образа жизни в студенческой среде.

Таким образом, русская лапта в условиях образовательной организации высшего образования выступает не только как средство физического развития, но и как многофункциональный педагогический инструмент, способствующий решению широкого

круга воспитательных задач. Её использование позволяет усилить воспитательную направленность студенческого спорта и интегрировать в физкультурно-спортивную деятельность элементы культурного, нравственного и гражданского воспитания.

Заключение

Проведённый анализ теоретических положений и практического опыта внедрения русской лапты в систему студенческого спорта образовательной организации высшего образования позволяет сделать вывод о её высоком воспитательном и социально-педагогическом потенциале. В условиях современных вызовов, связанных со снижением уровня двигательной активности молодёжи, трансформацией ценностных ориентиров и ослаблением интереса к традиционным формам физической культуры, обращение к национальным видам спорта приобретает особую актуальность.

Русская лапта, обладая универсальностью, доступностью и выраженной культурно-исторической составляющей, может рассматриваться как эффективное средство воспитательной работы со студентами. Её интеграция в систему студенческого спорта способствует формированию у обучающихся ответственности, дисциплинированности, коммуникативных и лидерских качеств, уважительного отношения к культурному наследию страны и устойчивой мотивации к занятиям физической культурой.

Опыт Ярославского государственного технического университета показывает, что лапта органично вписывается в образовательное пространство вуза и может быть успешно использована в рамках учебных и внеучебных занятий, внутривузовских соревнований и массовых физкультурно-спортивных мероприятий. При этом данный вид спорта выполняет не только оздоровительную, но и важную воспитательную функцию, способствуя формированию гармонично развитой личности студента.

В перспективе целесообразно более широкое внедрение русской лапты в практику физкультурно-спортивной и воспитательной работы образовательных организаций высшего образования, а также разработка методических рекомендаций по её использованию в студенческой среде. Тиражирование положительного опыта отдельных вузов может способствовать укреплению роли национальных видов спорта в системе высшего образования и повышению эффективности воспитательной работы с обучающимися.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Народная игра лапта / Р.М. Валиахметов, Л.Г. Гусев, А.Ю. Костарев, В.И. Щемелинин: учебное пособие. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2007. – 156 с.
- 2) Валиахметов, Р.М. Русская лапта с методикой преподавания: программа педагогических институтов / Р.М. Валиахметов, А.Ю. Костарев, Л.Г. Гусев. – Уфа: БГПИ, 1996. – 48 с.
- 3) Валиахметов, Р.М. Русская лапта в школе: учебно-методическое пособие / Р.М. Валиахметов, Л.Г. Гусев, А.Ю. Костарев. – Уфа: БГПУ, 2000. – 112 с.
- 4) Готовцев, Е.В. Национальные виды спорта и игры. Лапта: учебное пособие для академического бакалавриата / Е.В. Готовцев, Г.Н. Германов, И.В. Машошина. — 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2019. – 402 с.
- 5) Готовцев Е.В. Национальные виды спорта и игры. Лапта: учебное пособие для вузов. / Е.В. Готовцев, Г.Н. Германов, И.В. Машошина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2024. – 402 с.
- 6) Ежова, А.В. Русская лапта: основные правила игры и методика обучения техническим приёмам: учебно-методическое пособие. – Воронеж: ВГИФК, 2019. – 61 с.
- 7) Костарев, А.Ю. Индивидуализация тренировочного процесса в русской лапте: монография. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2001. – 103 с.
- 8) Костарев, А.Ю. Соревновательная деятельность высококвалифицированных спортсменов — игроков в русскую лапту: монография. – М.: Советский спорт, 2004. – 223 с.
- 9) Костарев, А.Ю. Лапта. Техническая и тактическая подготовка игроков / А.Ю. Костарев, Л.Г. Гусев, В.И. Щемелинин. – Уфа: БГПИ, 1996. – 40 с.
- 10) Лупаштян, А.Г. Лапта – универсальное средство развития обучающихся // Электронный научный журнал. – 2020. – № 9 (38). – С. 74–77.

ПАРТНЁРСКАЯ ЛИГА ПО ВОЛЕЙБОЛУ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ ВУЗА

Н.Н. Галаганова, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается инновационный формат вовлечения молодежи в систематические занятия физической культурой и спортом через механизм социального партнерства. На примере Партнерской волейбольной лиги Ярославского государственного технического университета (ЯГТУ) анализируются механизмы достижения ключевых задач молодежной и образовательной политики: повышение спортивного мастерства, профориентация, формирование кадрового резерва спортивной отрасли и укрепление имиджа вуза. Приводятся данные социологического опроса участников лиги, подтверждающие ее эффективность.

Ключевые слова: молодежная политика, физическая культура, волейбол, социальное партнерство, студенческий спорт, профориентация, ЯГТУ

A VOLLEYBALL PARTNERSHIP LEAGUE AS A TOOL FOR DEVELOPING PHYSICAL EDUCATION AND YOUTH POLICY AT THE UNIVERSITY

N.N. Galaganova, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

This article examines an innovative format for engaging young people in systematic physical education and sports through social partnership. Using the example of the Yaroslavl State Technical University (YSTU)'s Partnership Volleyball League, it analyzes the mechanisms for achieving key youth and educational policy objectives: improving athletic skills, career guidance, developing a talent pool for the sports industry, and strengthening the university's image. Data from a sociological survey of league participants is presented, confirming its effectiveness.

Keywords: youth policy, physical education, volleyball, social partnership, student sports, career guidance, YSTU

Актуальность исследования обусловлена поиском интегративных моделей, позволяющих через спортивные мероприятия решать комплекс задач молодежной политики: от повышения качества студенческого спорта и развития softskills до эффективной профориентации и укрепления имиджа вуза. Опыт создания Партнерской волейбольной лиги ЯГТУ представляет собой такую практическую модель, требующую анализа её эффективности и потенциала для тиражирования.

Методы исследования включали теоретический анализ документов в сфере молодёжной политики и спорта, описание авторской модели организации лиги, а также социологический опрос её участников. Анкетирование было проведено среди 50 респондентов различных категорий (студенты ЯГТУ, студенты других вузов, любители, ветераны спорта) с последующей количественной и качественной обработкой данных для оценки мотивации, удовлетворённости и достигнутых эффектов.

Цель исследования: оценка эффективности модели Партнерской лиги ЯГТУ в контексте молодежной политики. Для её достижения решались задачи: описание модели, анализ её спортивных результатов и данных анкетирования участников для выявления образовательных, мотивационных и профориентационных эффектов.

Задачи работы: необходимо описать модель лиги, проанализировать её спортивные и организационные результаты, изучить мнение участников, а также выявить образовательные и профориентационные эффекты для формирования выводов о перспективах развития проекта.

Введение. Физическая культура и спорт занимают центральное место в системе современной государственной молодежной политики, выступая не только как эффективный инструмент укрепления здоровья нации, но и как мощный ресурс социализации, формирования жизненно важных компетенций и гражданской идентичности подрастающего поколения. В условиях динамичных социальных изменений перед образовательными

учреждениями, и, в частности, высшими учебными заведениями, стоит задача переосмысления своей роли – от транслятора знаний к создателю открытых, социально значимых сред, где студент может получить комплексный опыт самореализации. Спортивная деятельность в этом контексте перестает быть сугубо прикладной дисциплиной и становится уникальной площадкой для интеграции учебной, воспитательной, профориентационной и кадровой работы.

Особую актуальность приобретает поиск и внедрение инновационных форм организации спортивной жизни, которые выходят за рамки внутренних университетских соревнований и приобретают характер социального партнерства. Такие форматы позволяют вузу стать точкой притяжения не только для своего студенчества, но и для широкого круга внешних аудиторий: учащихся школ, студентов других учебных заведений, выпускников, любителей и ветеранов спорта. Через совместную спортивную активность формируется позитивный имидж образовательной организации, устанавливаются прочные связи с местным сообществом и создаются условия для «мягкой» профориентации.

Именно таким проектом, соединяющим в себе спортивные, образовательные и социальные цели, стала Партнерская волейбольная лига, созданная на базе Ярославского государственного технического университета (ЯГТУ). Она представляет собой модель открытой спортивной экосистемы, где соревновательная практика служит катализатором для решения целого комплекса задач молодежной политики. Данная статья обобщает трехлетний опыт создания, развития и оценки эффективности этой лиги, опираясь как на организационные результаты, так и на данные социологического опроса ее участников.

1. Партнерская лига как интегративная модель молодежной политики.

1.1. Концепция и целевая аудитория.

Концепция Партнерской лиги принципиально отличается от замкнутых внутривузовских первенств. Ее ключевая особенность – открытость и инклюзивность. Лига изначально проектировалась как платформа для взаимодействия различных групп:

- Студенты ЯГТУ: Сборные команды университета и любительские составы с различных факультетов.

- Внешние студенты: Учащиеся других вузов и ссузов Ярославля и области.

- Школьники и абитуриенты: Воспитанники спортивных секций и общеобразовательных школ, зачастую выступающие вместе с родителями.

- Выпускники и ветераны спорта: Представители старших поколений, сохраняющие связь с альма-матер или просто активные любители волейбола.

Такое смешение возрастов и статусов создает уникальную социальную динамику: происходит неформальный обмен опытом, укрепляются межпоколенческие связи, а университет воспринимается не как закрытая учебная структура, а как живой, доступный центр общественной жизни.

1.2 Стратегические цели проекта

Деятельность лиги направлена на достижение четырех взаимосвязанных стратегических целей:

1. Спортивно-педагогическая цель: Создание высококонкурентной среды для регулярной игровой практики сборных команд ЯГТУ. Лига, проводимая в начале сезона, служит идеальным «разогревом» и инструментом отбора, позволяющим тренерскому штабу оценить возможности игроков, отработать тактические схемы в условиях, приближенных к официальным соревнованиям. Динамика роста количества команд (в последнем турнире – 15 женских и 13 мужских) прямо свидетельствует о создании такой среды.

2. Образовательно-кадровая цель: Формирование профессиональных компетенций у студентов за пределами учебной аудитории. Учащиеся ЯГТУ привлекаются к организации лиги в качестве судей и секретарей, проходя предварительную подготовку в «Школе начинающего судьи». Этот опыт является первой ступенью для вступления в коллегия судей области, открывая путь для профессионального роста в спортивной индустрии.

3. Профориентационно-имиджевая цель: Прямое и косвенное продвижение университета. Для школьников и их родителей участие в лиге – это «погружение» в атмосферу вуза, знакомство с его инфраструктурой, преподавателями и студентами. Формируется устойчивая положительная ассоциация между ЯГТУ и активной, современной, командной жизнью.

4. Социально-интегративная цель: Укрепление сообщества вокруг университета, формирование корпоративного духа и лояльности среди студентов, выпускников и партнеров.

2. Оценка эффективности: методы и результаты

2.1. Методы исследования

Для комплексной оценки эффективности лиги был использован методологический триангуляция, включающий:

— Качественный анализ деятельности: Описание модели, отслеживание динамики количественных показателей (число команд, участников, спортивные результаты сборных ЯГТУ).

— Социологический опрос: Анонимное анкетирование 50 участников лиги разных категорий. Анкета включала вопросы закрытого (оценка по шкалам) и открытого типа, направленные на изучение мотивации, удовлетворенности организацией, субъективной оценки личного прогресса и отношения к вузу.

— Статистическая обработка данных: Простейшая количественная обработка ответов для выявления основных тенденций и корреляций.

2.2. Ключевые результаты и их интерпретация

— Востребованность формата и мотивация участников. Главными мотивами участия были названы «Получение игрового опыта» (82%), «Интерес к волейболу» (78%) и «Желание повысить спортивный уровень» (68%). Это подтверждает, что лига отвечает базовой спортивной потребности – в качественной соревновательной практике. Значимый показатель – для 32% респондентов важным фактором стало «Знакомство с ЯГТУ», что прямо указывает на работающий профориентационный механизм.

— Высокая оценка организации. 85% участников оценили уровень организации лиги как «Высокий» и «Очень высокий». Это критически важный результат, так как качество проведения мероприятия напрямую влияет на имидж вуза-организатора и желание вернуться в будущем.

— Достижение спортивно-педагогического эффекта. Абсолютное большинство участников (92%) отметили рост своего спортивного мастерства. При этом улучшение затронуло не только «Игровую практику» (75%), но и ключевые метапредметные навыки: «Командное взаимодействие» (68%) и «Психологическую устойчивость» (45%). Это свидетельствует о том, что лига работает как полноценная образовательная среда, развивающая softskills.

— Влияние на мотивацию и образ жизни. Участие в лиге оказало значимое положительное влияние на отношение к спорту в целом: 84% отметили рост мотивации к занятиям, а 72% – улучшение отношения к физической культуре. Проект выполняет функцию вовлечения в систематическую спортивную активность.

— Профориентационный и коммуникативный результат. Все опрошенные выразили готовность участвовать в подобных проектах в будущем, демонстрируя лояльность формату. Каждый пятый респондент из числа внешних участников (18%) указал, что лига повлияла на его решение рассматривать ЯГТУ как вариант для поступления. 88% отметили развитие коммуникативных навыков и командной работы, что является ключевым социальным результатом.

Заключение. Практика создания и развития Партнерской волейбольной лиги ЯГТУ подтвердила свою эффективность как комплексной, интегративной модели реализации государственной молодежной политики на уровне высшего учебного заведения. Лига успешно трансформировалась из спортивного турнира в многофункциональную социальную платформу, решающую задачи в спортивной, образовательной, кадровой и имиджевой сферах.

Полученные в ходе исследования данные наглядно демонстрируют, что проект отвечает запросам самой разнообразной аудитории, обеспечивая высокий уровень удовлетворенности, объективный рост спортивного мастерства и формирование положительного образа университета. Спорт в данном контексте выступает универсальным языком общения и мощным инструментом построения социального капитала вуза.

Перспективы развития модели связаны с углублением партнерств со школами и спортивными организациями региона, расширением перечня формируемых у студентов профессиональных компетенций (например, спортивный менеджмент, event-организация), а также с использованием наработанного опыта для создания аналогичных лиг по другим видам спорта. Ключевой стратегической задачей остается формирование на базе ЯГТУ конкурентоспособных сборных команд, способных достойно представлять вуз и регион на всероссийских соревнованиях, что станет закономерным итогом системной работы, начатой с организации Открытой партнерской лиги.

Таким образом, опыт ЯГТУ является убедительным доказательством того, что современные горизонты молодежной политики в сфере физической культуры лежат в плоскости создания открытых, социально ориентированных проектов, где спорт становится катализатором всестороннего развития личности и укрепления связей между университетом и обществом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. – 04.12.2007. – № 50. – Ст. 6242.
- 2) Указ Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. – 27.07.2020. – № 30 (ч. II). – Ст. 4888.
- 3) Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 24.11.2020 № 3081-р // Собрание законодательства РФ. – 30.11.2020. – № 49. – Ст. 7859.
- 4) Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие физической культуры и спорта»: Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 № 302 (ред. от 30.12.2023) // Собрание законодательства РФ. – 28.04.2014. – № 17. – Ст. 2058.
- 5) Лубышева, Л.И. Социология физической культуры и спорта: учебник для студентов учреждений высшего образования / Л. И. Лубышева. – 4-е изд., перераб. – М.: Академия, 2016. – 269 с.
- 6) Философия ответственности: монография / под ред.: Е.Н. Лисанюк, В.Ю. Перова. – СПб.: Наука, 2014. – 253 с.
- 7) Федорова, О.А. Правосознание в условиях пандемии / О.А. Федорова // Молодой ученый. – 2020. – № 17 (307). – С. 245–246.
- 8) Министерство науки и высшего образования Российской Федерации: офиц. сайт. – URL: <https://minobrnauki.gov.ru> (дата обращения: 24.01.2026).
- 9) Починкин, А.В. Менеджмент в сфере физической культуры и спорта: учеб. пособие / А. В. Починкин. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Советский спорт, 2010. – 264 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТУДЕНЧЕСКОМ ФУТЗАЛЕ

В.А. Горшенин

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается организация педагогического контроля соревновательной деятельности в футзале как системы регулярного сбора, анализа и использования данных для управления подготовкой команды. Путем экспериментальной работы по осуществлению педагогического контроля соревновательной деятельности в футзале определены основные модельные характеристики игроков, подлежащие анализу во время игры.

Ключевые слова: Педагогический контроль, студенческий футзал, сравнительный анализ

ORGANIZATION OF PEDAGOGICAL CONTROL OF COMPETITIVE ACTIVITIES IN STUDENT FUTSAL

V.A. Gorshenin

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the organization of pedagogical control of competitive activities in futsal as a system of regular collection, analysis, and use of data for managing team preparation. Through experimental work on the implementation of pedagogical control of competitive activities in futsal, the main model characteristics of players that are subject to analysis during the game have been identified.

Keywords: Pedagogical control, student futsal, comparative analysis

Введение

Футзал характеризуется повышенной плотностью игровых ситуаций, частыми единоборствами, большим числом ускорений и постоянным челночным движением. Ограниченное пространство поля требует быстрого принятия решений игроками. Это создает условия, при которых матчи становятся основным источником объективной информации о подготовке каждого отдельного спортсмена и всей команды. Без четкого педагогического контроля такая игра превращается лишь во впечатление тренера, лишаясь элементов активного управления. Система педагогического контроля становится особенно актуальной в условиях динамичной природы футзала. Поскольку игроки вынуждены быстро реагировать на постоянно меняющиеся обстоятельства, каждая ошибка имеет большее значение, чем в большом футболе. Например, потеря мяча или неудачный удар по воротам мгновенно отражается на общем счёте встречи. Поэтому точность и внимательность тренерского состава играют ключевую роль в достижении положительных результатов.

Структура педагогического контроля включает пять этапов:

- 1) Формулировка целей и выбор моделей игры.
- 2) Оценка основных проявлений эффективности во время состязания.
- 3) Сравнение реальных результатов с запланированными показателями.
- 4) Осуществление необходимых коррекционных мероприятий.
- 5) Проведение проверки нововведений на последующих соревнованиях.

Основной целью настоящего исследования является создание и научное обоснование педагогических критериев оценки конкурентоспособности футбольных команд в рамках игры в футзал, позволяющих осуществлять эффективный педагогический контроль.

Методика исследования

Педагогический контроль в игровых видах спорта представляет собой систематизированную оценку подготовленности и успешности выступления команды на соревнованиях, используемую для оптимизации тренировочного процесса. Специфическими особенностями игры в футзал являются высокая интенсивность, частые замены игроков, значимость отдельных игровых моментов и роль индивидуальных ошибок в итоговом

результате. При разработке стратегии педагогического контроля особое внимание уделяется выбору адекватных критериев оценки. Игроки футзала отличаются уникальными физическими характеристиками, такими как высокая подвижность, способность совершать резкие рывки и короткие спринты. Именно поэтому применение традиционных методик, используемых в больших формах футбола, может оказаться неэффективным. Необходимо адаптировать систему измерений к специфическим условиям игры, учитывая повышенную сложность выбора оптимального варианта поведения на площадке.

Для изучения соревновательной деятельности была разработана система наблюдений, включающая:

- 1) Индивидуальные и групповые технико-тактические характеристики;
- 2) Сбор данных путем видеозаписи матчей и фиксации игровых эпизодов.

Эксперимент проводился на протяжении трехмесячного регулярного сезона, в течение которого оценивались одинаковые группы игроков. Используемая технология педагогического наблюдения позволяла фиксировать игровые эпизоды, анализировать игровое поведение и корректировать подготовку спортсменов.

Результаты исследований

На основании наблюдения и коррекции тренировочного процесса основные характеристики игроков в соревновательной деятельности изменились следующим образом (табл. 1)

Таблица 1. Сравнительный анализ характеристик игроков

№	Характеристики	До сбора данных		После сбора данных	
		A±a	%	A±a	%
1.	Количество атак	20,3 ±2,41	100	29,6±3,3	100
1.1	Количество завершенных атак	11,4 ± 0,5	56,2	19,8±2,5	66,9
2.	Контратаки	7,3±1,2	36	9,4±2,1	47,5
2.1	Завершенные контратаки	5,4±0,7	60,3	7,6±1,5	80,8
3.	Позиционные атаки	13±1,21	64	18±2	60,8
3.1	Завершенные позиционные атаки	6,5 ± 2,1	50	10,5±3	55
4.	Стандартные положения	15,9±1,5	78	17,8±1,5	60,1
4.1	Завершенные стандартные положения	3±2,2	20,4	6±2	34
5.	Удары по воротам	16,7±4,5	100	23,6±2,3	100
5.1	Забитые мячи	3±2,5	18,75	6±2,4	25,4
5.2	Удары мимо ворот	12±2,4	71,8	14±1,5	59,3
6.	Действия в защите	27,6±6,3	74,5	30,4±2,5	76,9
6.1	Удачно совершенные отборы	13,4 ±2,1	48,5	21,3±2,1	70,1
7.	Удачные действия вратаря	-	67,7		82,3

Современные средства визуализации и компьютерного моделирования значительно упрощают работу тренера. Запись матчей позволяет детально проанализировать каждый эпизод, выявить проблемные моменты и предложить оптимальные пути исправления недостатков. Так, автоматизированные протоколы матчей помогают точнее оценить действия каждого игрока, что способствует выработке индивидуального плана тренировок и развитию сильных сторон конкретного футболиста.

Анализ данных позволил установить значимое повышение ряда важных показателей, таких как количество атак, завершенных контратак, ударов по воротам и точности защитной линии. Наиболее выраженный прогресс наблюдался в завершении атакующих действий и повышении общего числа успешно реализованных стандартов. Таким образом, внедрение системы педагогического контроля способствует существенному улучшению результатов игроков и команды в целом.

Эти выводы подтверждают гипотезу о важности систематического подхода к оценке деятельности футболистов в процессе подготовки к соревнованиям и во время самих игр. Подход позволяет эффективно корректировать тренировочные программы, повышая готовность команды к различным ситуациям на площадке.

Выводы

Исследование подтверждает целесообразность введения специализированной системы педагогического контроля в соревновательной деятельности студенческого футзала. Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии предложенной методологии на развитие профессиональных качеств игроков и рост коллективной эффективности команды. Дальнейшие исследования могут включать изучение влияния конкретных аспектов психофизической подготовки на конечный результат, а также разработку специализированных программ для поддержки молодых талантливых футболистов.

Таким образом, представленная методика служит эффективным инструментом для профессионального роста игроков и повышения уровня соревновательной готовности команд в студенческом футзале.

Проведённое исследование подтвердило эффективность организации педагогического контроля соревновательной деятельности в футзале. Использование систематического наблюдения позволило своевременно выявлять недостатки и разрабатывать эффективные меры для их устранения. Благодаря внедрению данной методологии произошло существенное улучшение ключевых характеристик игроков и общей продуктивности команды.

Особенность метода заключается в учете специфики футзала, таких как быстрая смена игровых ситуаций, высокие требования к выносливости и скорости реакции, большое значение индивидуальных ошибок. Данные особенности подчеркивают важность детального анализа каждой ситуации и своевременного внесения изменений в программу тренировок.

Таким образом, предлагаемый подход обеспечивает эффективное управление командой, позволяя повышать её конкурентоспособность и добиваться высоких результатов на турнирах различного уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Абрамова, Н.В. Организация учебно-тренировочной работы в мини-футболе / Н.В. Абрамова, А.Г. Быков // Физическое воспитание студентов. – 2019. – № 1. – С. 23–28.
- 2) Васильев, Ю.Н. Методология педагогического контроля спортивной деятельности футболистов / Ю.Н. Васильев, Г.И. Денисенко // Теория и практика физической культуры. – 2018. – № 10. – С. 12–17.
- 3) Волошинова, Е.П. Контроль соревновательной деятельности спортсменов в условиях современного футзала / Е.П. Волошинова, Т.М. Скворцова // Научные труды Поволжской академии физической культуры, спорта и туризма. – 2020. – № 1. – С. 45–51.
- 4) Дементьев, А.Ю. Современные методы мониторинга и оценки двигательных качеств футболистов / А.Ю. Дементьев, С.С. Киселев // Вестник спортивных наук. – 2021. – № 2. – С. 111–117.
- 5) Колосовский, В.Е. Особенности подготовки футболистов в условиях интенсивных соревнований / В.Е. Колосовский, Р.Б. Федоров // Проблемы педагогики. – 2022. – № 4. – С. 63–68.
- 6) Курочкин, А.А. Анализ технической и тактической подготовленности футболистов в ходе соревновательного периода / А.А. Курочкин, Б.А. Михайлов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2023. – № 1. – С. 75–81.
- 7) Макаров, В.Л. Методы повышения качества игрового взаимодействия в командах по футзалу / В.Л. Макаров, Э.Р. Хусаинов // Молодежный спорт. – 2020. – № 3. – С. 15–20.
- 8) Малыгин, В.Я. Оптимизация структуры и содержания учебного процесса по физическому воспитанию студентов технических вузов / В.Я. Малыгин, А. Серегин // Физическая культура и здоровье студента технического вуза. – 2019. – № 1. – С. 10–15.
- 9) Петухов, И.А. Эффективность методов тренировки футбольного мастерства в команде по футзалу / И.А. Петухов, В.В. Иванов // Физкультура и спорт. – 2021. – № 2. – С. 33–38.
- 10) Романов, А.С. Исследование динамики функционального состояния игроков в зависимости от уровня физической нагрузки в течение спортивного сезона / А.С. Романов, Я.Н. Русакович // Научно-методический журнал физического воспитания и спорта. – 2022. – № 3. – С. 88–93.

ВЛИЯНИЕ ОБУЧЕНИЯ В ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЦЕНТРАХ ПРИ УНИВЕРСИТЕТАХ НА НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ СТУДЕНТОВ-ЮНОШЕЙ

В.Н. Ершов, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье представлено эмпирическое исследование по изучению нервно-психической устойчивости (НПУ) студентов, обучающиеся в ВУЦ. Показана динамика изменения уровня НПУ среди специализаций на протяжении первого семестра после поступления в ВУЗ. Далее проведен сравнительный анализ на установление различий среди юношей, не проходящих срочную службу при военном центре и военнослужащих ВУЦа.

Ключевые слова: нервно-психическая устойчивость, студенты, военный учебный центр

THE IMPACT OF TRAINING IN MILITARY EDUCATIONAL CENTERS AT UNIVERSITIES ON THE NERVOUS AND PSYCHOLOGICAL RESISTANCE OF YOUTH STUDENTS

V.N. Ershov, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article presents an empirical study on the study of the neuro-psychological stability (NPS) of students studying at the MTCs. The dynamics of changing the level of NPS among specializations during the first semester after admission to the university is shown. Further, a comparative analysis is carried out to establish differences among young men who do not pass the military service at the military center and military personnel of the MTCs.

Keywords: neuro-psychological stability, students, military training center

Современная система военной подготовки в гражданских вузах претерпела существенные изменения: с 2019 года традиционные военные кафедры повсеместно заменяются военными учебными центрами (ВУЦ), которые обеспечивают более глубокую и целостную подготовку студентов параллельно с получением гражданского образования. Образовательная среда ВУЦ, сочетающая элементы гражданского и военного уклада, создаёт уникальные условия, предъявляющие повышенные требования к психоэмоциональному состоянию и адаптационным возможностям студентов-юношей. Ключевым вызовом для психики выступает внезапность перехода от мирной жизни к условиям, максимально приближённым к армейским, что актуализирует необходимость изучения факторов, влияющих на нервно-психическую устойчивость обучающихся.

Нервно-психическая устойчивость рассматривается в современной психолого-педагогической литературе как один из основных критериев оценки состояния системы психической адаптации военнослужащих в процессе профессиональной деятельности. Исследования показывают, что участие военнослужащих в учебно-боевой деятельности не проходит без негативных последствий для психики: страх, физические нагрузки, столкновение с непривычными условиями жизнедеятельности, недостаток сна и высокий уровень ответственности оказывают мощнейшее воздействие, предъявляя повышенные требования к личностным качествам, обуславливающим успешность деятельности в экстремальных условиях.

Исследование заключается в расширении представлений о влиянии военно-профессиональной подготовки в условиях гражданского вуза на психологические характеристики студентов-юношей, а также в систематизации факторов, на примере показателей физической подготовленности в процессе обучения в ВУЦ. Для сравнительного анализа были выбраны 2 группы студентов-юношей: студенты, обучающиеся по программам бакалавриата и специалитета и студенты дополнительно проходящие дополнительное обучение в военном учебном центре. Обследование было проведено на 203 студентах 2- и 3-го курсов очной формы обучения, из них: 100 студентов, проходящих обучение по общим программам и 103 человека, проходящих дополнительную службу в ВУЦ. Возрастной диапазон составлял 19-21 год.

Для определения уровня нервно-психической устойчивости (НПУ) использовался психологический тест «Прогноз-2» В.Ю. Рыбникова. Студентам была представлена анкета,

которая содержит 86 вопросов, на каждый из которых обследуемый должен дать ответ "да" или "нет". Результаты обследования выражаются количественным показателем (в баллах), на основании которого выносится заключение об уровне нервно-психической устойчивости и вероятности нервно-психических срывов. Эта методика позволяет выявить отдельные признаки личностных нарушений, а также оценить вероятность возникновения нервно-психических срывов. Качественный анализ ответов позволяет уточнить отдельные биографические сведения, деятельности человека в различных ситуациях.

Сбор данных осуществлялся в начале периода обучения в ВУЗе и в завершении первого года обучения в ВУЦ. Для определения динамики НПУ использовались модели математического обработки данных. Ответы испытуемых группировались в диапазоны, установленные табличные данные, что позволяло выявить индивидуальный уровень нервно-психической устойчивости. Каждая группа стенов формирует показатель уровня НПУ, где 1-3 стенов – низкий уровень; 4-6 – средний уровень; 7-10 – высокий уровень. Для удобства визуального восприятия данных, результаты сводились в общую диаграмму.

Анализируя результаты исследования, полученные данные у студентов первого курса экспериментальных групп, показали исходный уровень НПУ до периода поступления (рис. 1 и 2).

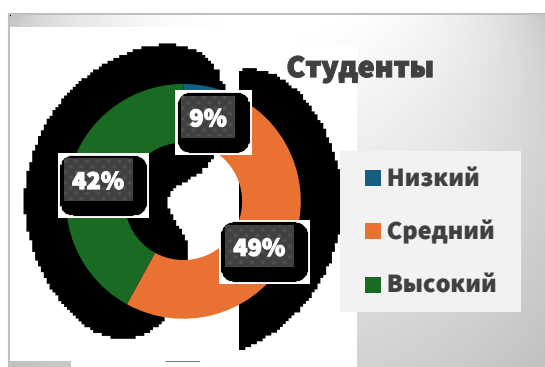


Рис. 1. Уровень НПУ студентов в начале обучения

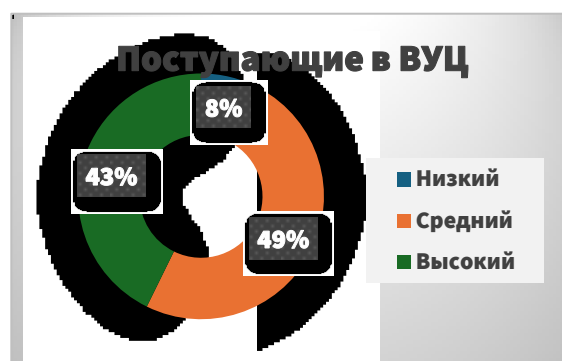


Рис. 2. Уровень НПУ студентов, поступающих в ВУЦ

Из результатов видно, что процентный состав студентов со средним и высоким уровнем приблизительно равен между собой: 49% - средний уровень, 42% - высокий уровень.

Анализ результатов студентов, планирующих поступать в ВУЦ, при первом сборе данных, показал, что данные практически схожие с результатами студентов, которые не планируют поступление. Существует минимальное расхождение в 1% между низким и средним уровнями по сравнению первой группой обследуемых.

При повторном сборе данных выявилась положительная динамика роста уровня НПУ у студентов, обучающихся по обычным программам. На 2% уменьшился числовой показатель низкой нервно-психической устойчивости и увеличилось процентное соотношение высокого уровня НПУ, оно составляет 47%. При повторном сборе данных в конце первого года обучения в ВУЦ, произошел значительный прирост показателя высокого уровня НПУ, а также существенное снижение студентов с низким уровнем и составило 3% от общего числа опрошенных. Курсантов с высоким уровнем НПУ прибавилось на 16% (рис. 3 и 4).

Таким образом, в результате проведенного исследования нам удалось выявить изменения во времени уровня нервно-психической устойчивости студентов. Полученные результаты эксперимента, показывают Положительная динамика НПУ в обеих группах. В процессе первого года обучения как у студентов, не проходящих военную подготовку, так и у курсантов ВУЦ наблюдается повышение уровня нервно-психической устойчивости. Это свидетельствует о том, что сам факт обучения в вузе, социальная адаптация и возросшая ответственность способствуют укреплению психической устойчивости юношей 19–21 года.

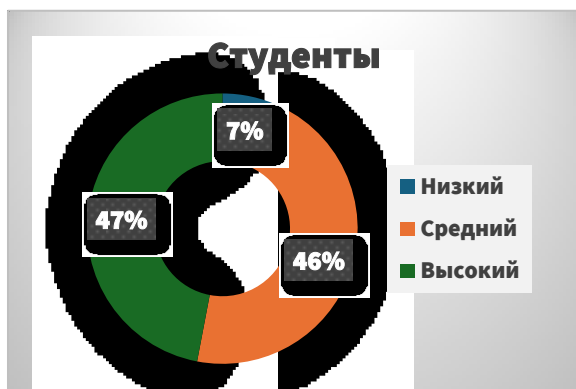


Рис. 3. Уровень НПУ у студентов при повторном сборе данных

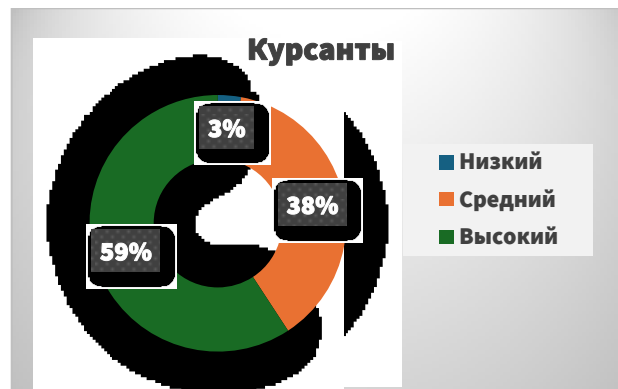


Рис. 4. Уровень НПУ курсантов после 1-го года обучения

Значительно более выраженный прирост НПУ у курсантов ВУЦ. В группе студентов, обучающихся по обычным программам, высокий уровень НПУ вырос на 5% (с 42% до 47%), а низкий снизился на 2%. В то же время у курсантов ВУЦ высокий уровень НПУ увеличился на 16%, а доля лиц с низким уровнем сократилась до 3% от общего числа опрошенных. Такая разница демонстрирует, что обучение в военном учебном центре выступает мощным фактором развития нервно-психической устойчивости.

Эффективность военно-профессиональной среды как фактора психологической закалки. Сочетание строгой дисциплины, режимных моментов, физических нагрузок, коллективной ответственности и приближённых к армейским условий в ВУЦ способствует более быстрому и качественному формированию стрессоустойчивости, самоконтроля и адаптационного потенциала по сравнению с обычным студенческим обучением.

Полученные данные обосновывают необходимость дальнейшего психологического сопровождения курсантов ВУЦ на начальном этапе обучения, а также подтверждают целесообразность использования методики «Прогноз-2» для скрининга лиц с низкой НПУ и проведения с ними коррекционно-развивающих мероприятий.

Для закрепления положительной динамики целесообразно включать в программу подготовки курсантов ВУЦ психологические тренинги, направленные на развитие эмоционально-волевой регуляции, а также систематически мониторить уровень НПУ в течение всего периода обучения.

Вывод: Обучение в военных учебных центрах при университетах оказывает выраженное положительное влияние на нервно-психическую устойчивость студентов-юношей, значительно превосходя по эффективности обычное гражданское обучение. Это подтверждает важность военно-профессиональной подготовки не только для формирования прикладных навыков, но и для укрепления психического здоровья и стрессоустойчивости молодых людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Курясев, И.А. Стресс и стрессоустойчивость студентов / И.А. Курясев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 5. – С. 66-69. – URL: <https://rucont.ru/efd/417297> (дата обращения: 15.01.2026).
- 2) Буланцов, А.М. Повышение надежности двигательного навыка бросков самбистов в условиях соревновательной деятельности: автореф. дис. ...канд. пед. наук / А.М. Буланцов. – М., 2011. – 24 с.
- 3) Индивидуальное планирование тренировки борца-самбиста: метод. реком. / С.Ф. Ионовым, Е.М. Чумаковым. – М.: Комитет по ФКиС при СМ СССР, 1986. – 59 с.
- 4) Чумаков Е.М. Тактика борца самбиста / Е.М. Чумаков. – М., Физкультура и спорт, 1976. – 224 с.
- 5) Бакаев, С.А. Психологические особенности эмоционального выгорания и нервно-психической устойчивости военнослужащих по контракту / С.А. Бакаев // Постулат. – 2023. – № 1. – URL: <https://e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/4741>

РАЗВИТИЕ НАВЫКОВ НЕВЕРБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОМАННОЙ ИГРЫ, НА ПРИМЕРЕ ПАРТНЕРСКОЙ ЛИГИ ПО ВОЛЕЙБОЛУ

Н.Н. Завьялов, А.В. Махов, Н.С. Соколов

Научный руководитель – **Н.Н. Галаганова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается потенциал динамических командных игр (на примере волейбола) как эффективного средства развития навыков невербальной коммуникации у студентов в рамках реализации молодежной политики вуза. На основе практического опыта организации и проведения Партнерской лиги по волейболу в Ярославском государственном техническом университете (ЯГТУ) анализируются педагогические, социальные и психологические аспекты формирования у обучающихся способностей к невербальному взаимодействию (жесты, мимика, язык тела, визуальный контакт) в условиях дефицита времени и акустического шума. Обосновывается тезис о том, что участие в подобных турнирах способствует не только повышению спортивного мастерства и социализации студентов (включая первокурсников), но и развитию их «гибких навыков» (soft skills), что является важным ресурсом для профессионального и личностного становления будущего специалиста.

Ключевые слова: невербальная коммуникация, командная игра, волейбол, Партнерская лига, студенческий спорт, молодежная политика, soft skills, социализация, ЯГТУ

DEVELOPING STUDENTS' NON-VERBAL COMMUNICATION SKILLS IN A DYNAMIC TEAM GAME, USING THE VOLLEYBALL PARTNER LEAGUE AS AN EXAMPLE

N.N. Zavyalov, A.V. Makhov, N.S. Sokolov

Scientific Supervisor – **N.N. Galaganova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article examines the potential of dynamic team games (using volleyball as an example) as an effective means of developing students' non-verbal communication skills as part of the university's youth policy. Based on the practical experience of organizing and conducting the Partnership Volleyball League at Yaroslavl State Technical University (YSTU), the article analyzes the pedagogical, social, and psychological aspects of developing students' ability to engage in non-verbal communication (gestures, facial expressions, body language, and visual contact) in a time-constrained and noisy environment. The thesis is substantiated that participation in such tournaments contributes not only to the improvement of sports skills and socialization of students (including first-year students), but also to the development of their "flexible skills" (soft skills), which is an important resource for the professional and personal development of future specialists.

Keywords: non-verbal communication, team play, volleyball, Partnership

Актуальность. Современная система физического воспитания в высшем учебном заведении выходит за рамки традиционного подхода, ориентированного только на развитие физических качеств и технико-тактической подготовки. Одной из ключевых задач становится формирование у студентов коммуникативных компетенций, необходимых для эффективного командного взаимодействия. В игровых видах спорта, в частности в волейболе, успех действий во многом зависит от способности игроков обмениваться информацией в условиях дефицита времени и акустического шума, где вербальная коммуникация затруднена. В этой ситуации ведущую роль приобретают навыки невербальной коммуникации (жесты, мимика, взгляды, язык тела). Однако в практике вузовского физического воспитания их целенаправленному развитию уделяется недостаточное внимание. В Ярославском государственном техническом университете данная проблема решается через организацию Партнерской лиги по волейболу, которая создает уникальную среду для формирования у студентов навыков невербального взаимодействия. Обобщение и анализ этого опыта является актуальной практико-ориентированной задачей для кафедр физического воспитания.

В исследовании применялся теоретических и эмпирических методов. На основе анализа научно-методической литературы по проблемам невербальной коммуникации, спортивной психологии и организации студенческого спорта была определена теоретическая база исследования. Эмпирическая часть работы базировалась на методе педагогического наблюдения, осуществлявшегося автором в ходе тренировочного процесса и официальных игр Партнерской лиги по волейболу в ЯГТУ. Применялся метод обобщения педагогического опыта кафедры физического воспитания ЯГТУ по организации и проведению Партнерской лиги, а также метод включенного наблюдения и сравнительного анализа эффективности командного взаимодействия.

Целью данной работы является теоретическое обоснование и практический анализ опыта развития навыков невербальной коммуникации у студентов в условиях динамической командной игры на примере Партнерской лиги по волейболу в Ярославском государственном техническом университете.

Задачи работы: раскрыть понятие и значение невербальной коммуникации в командных игровых видах спорта (на примере волейбола); описать модель организации Партнерской лиги по волейболу в ЯГТУ как среду для формирования навыков невербального взаимодействия у студентов; выявить педагогические и социальные эффекты участия студентов в Партнерской лиге для развития их коммуникативных компетенций; определить перспективы развития Партнерской лиги и возможности тиражирования данного опыта.

Введение. Современная парадигма высшего образования ориентирована на разностороннее развитие личности, где физическая культура выступает неотъемлемым компонентом формирования общекультурных и профессиональных компетенций будущего специалиста. Особое значение в этом процессе приобретают командные игровые виды спорта, которые создают благоприятную среду для развития не только физических качеств, но и коммуникативных навыков, необходимых для эффективного взаимодействия в коллективе.

В условиях динамичной игры, когда скорость принятия решений ограничена временем, а вербальное общение затруднено из-за акустического шума, на первый план выходят средства невербальной коммуникации – жесты, мимика, взгляды, язык тела. Именно они позволяют игрокам быстро координировать действия, понимать намерения партнеров и достигать общего результата. В связи с этим актуальной становится задача поиска эффективных организационных форм, способствующих целенаправленному развитию данных навыков у студентов.

В Ярославском государственном техническом университете такой формой стала Партнерская лига по волейболу, объединяющая студентов и спортивных любителей. Данный проект соответствует принципам государственной политики в области физической культуры и спорта, направленным на повышение доли населения, систематически занимающегося физической культурой, и формирование здоровьесберегающей среды в образовательных организациях.

Теоретические аспекты невербальной коммуникации командных игровых видах спорта

Невербальная коммуникация представляет собой обмен информацией между людьми без использования речи, посредством жестов, мимики, позы, взгляда, интонации и других невербальных сигналов. В психологии и педагогике доказано, что значительная часть межличностного общения осуществляется именно на невербальном уровне, который часто оказывается более информативным, чем вербальный.

В командных игровых видах спорта, в частности в волейболе, значение невербальной коммуникации возрастает многократно. Это обусловлено следующими факторами: высокий темп игры, не оставляющий времени для развернутых вербальных команд; акустический шум (крики болельщиков, команды тренера, звук мяча), затрудняющий восприятие речи; необходимость мгновенного принятия решений и координации действий с партнерами; удаленность игроков друг от друга на площадке.

К основным средствам невербальной коммуникации в волейболе можно отнести: жесты за спиной (договоренность о блоке), взгляды и кивки (сигнал о направлении подачи или передачи), касания (поддержка или переключение внимания), позу и язык тела после ошибки (принятие ответственности, настрой на следующее действие). Формирование этих навыков требует специально организованной среды, в которой студенты имели бы возможность не только тренироваться, но и участвовать в соревновательной деятельности с разными по уровню подготовки партнерами и соперниками.

Практика организации Партнерской лиги по волейболу в ЯГТУ

В целях развития и укрепления имиджа ЯГТУ в сфере физической культуры и спорта, привлечения партнеров и сохранения традиций, а также в рамках профориентационной работы была создана Партнерская лига по волейболу. Количество команд, принимающих участие в турнире, постоянно растет. В соревнованиях участвуют женские и мужские команды.

Сборные ЯГТУ (мужская и женская) также принимают участие в лиге, занимая призовые места в золотом и серебряном кубках. Организация и проведение данной лиги в начале сезона позволяет тренеру «наиграть» команду, получить игровой опыт. Формат лиги дает возможность первокурсникам проявить себя и показать мастерство, полученное в школе.

Важной составляющей Партнерской лиги является участие студентов в организации и проведении соревнований. Студенты оказывают помощь в качестве секретарей и судей, предварительно пройдя обучение в «Школе начинающего судьи» по виду спорта «волейбол». Это позволяет им в дальнейшем вступить в коллегия судей Ярославской области и продолжить профессиональное развитие в данном направлении.

В Партнерской лиге принимают участие как воспитанники образовательных учреждений города Ярославля и области, так и их родители, что дает возможность познакомиться с вузом ближе, что в дальнейшем становится приоритетом при выборе места обучения.

Результаты анкетирования участников Партнерской лиги

С целью оценки эффективности Партнерской лиги как средства развития навыков невербальной коммуникации и командного взаимодействия было проведено анкетирование среди участников турнира. В опросе приняли участие респонденты разных категорий: студенты ЯГТУ, студенты других учебных заведений, выпускники, любители волейбола и ветераны спорта.

Оценка организации и формата лиги. Высокий и очень высокий уровень организации отметили 92% опрошенных. Формат лиги полностью или скорее удовлетворил 98% участников, что свидетельствует о комфортной соревновательной среде, способствующей решению поставленных педагогических задач.

Рост спортивного мастерства. Положительную динамику (ответы «Да, значительно» или «Да, в некоторой степени») отметили 95% респондентов.

Развитие компонентов подготовки. Наибольший прирост участники отметили по следующим позициям: игровая практика – 63% опрошенных; командное взаимодействие – 50%; психологическая устойчивость – 28%; техника игры – 25%; тактическое мышление – 22%; физическая подготовленность – 20%.

Особозначимым для нашего исследования является то, что командное взаимодействие заняло второе место по частоте упоминаний (50% респондентов). Учитывая, что невербальная коммуникация является основой командного взаимодействия в динамичных игровых видах спорта, данный результат прямо подтверждает эффективность Партнерской лиги в развитии этих навыков у студентов.

Развитие коммуникативных навыков. На вопрос о том, способствовало ли участие в лиге развитию коммуникативных навыков и командной работы, 85% респондентов ответили положительно («Да» или «Скорее да»). Это один из ключевых результатов исследования, демонстрирующий, что формат Партнерской лиги создает эффективную среду для формирования softskills.

Мотивация и отношение к спорту. Участие в лиге повысило мотивацию к занятиям

спортом у 67% опрошенных («Да» или «Скорее да»). Положительное влияние на отношение к физической культуре и спорту отметили 64% респондентов.

Влияние на имидж ЯГТУ. Положительное впечатление о ЯГТУ после участия в лиге сформировалось у 55% опрошенных, еще 31% отметили, что их отношение не изменилось (оно и так было положительным). Кроме того, 62% участников, не являющихся студентами ЯГТУ, рассматривают или рассматривали университет как место дальнейшего обучения.

Намерение участвовать в дальнейшем. Подавляющее большинство респондентов (88%) заявили о намерении обязательно или с большой вероятностью участвовать в подобных соревнованиях в будущем, что свидетельствует о востребованности данного формата.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что Партнерская лига по волейболу в ЯГТУ является эффективной педагогической моделью развития навыков невербальной коммуникации у студентов. Динамическая командная игра создает уникальную среду, в которой участники вынуждены активно использовать жесты, мимику, взгляды и язык тела для координации действий в условиях дефицита времени и акустического шума.

Результаты анкетирования подтверждают высокую эффективность данного формата: 95% участников отметили рост спортивного мастерства, 85% – развитие коммуникативных навыков и командной работы, а командное взаимодействие как улучшившийся компонент подготовки выделили 50% респондентов, что является прямым подтверждением развития невербальной коммуникации.

Кроме того, Партнерская лига выполняет важные социальные и профориентационные функции: участие в ней повышает мотивацию к занятиям спортом (67% опрошенных), формирует положительное отношение к физической культуре (64%), а также способствует укреплению имиджа ЯГТУ как современного вуза, открытого к сотрудничеству и инновационным форматам работы с молодежью. Высокий уровень удовлетворенности форматом лиги (98%) и намерение участвовать в дальнейшем (88%) свидетельствуют о востребованности данного проекта.

Таким образом, опыт ЯГТУ по организации Партнерской лиги по волейболу может быть рекомендован к тиражированию в других образовательных организациях как эффективный инструмент развития не только спортивных, но и коммуникативных компетенций студентов, что полностью соответствует задачам молодежной политики и современной системы высшего образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Об образовании в Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 24.04.2023). – Ст. 28, 41.
- 2) Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 24.11.2020 № 3081-р.
- 3) Лубышева, Л.И. Спортсизация в общеобразовательной школе / Л.И. Лубышева. – М.: Теория и практика физической культуры и спорта, 2009. – 167 с.
- 4) Григорьев, В.И. Фитнес-культура студентов: теория и практика: учебное пособие для образовательных учреждений высшего профессионального образования, осуществляющих образовательную деятельность по направлению 032100 - Физическая культура / В.И. Григорьев, Д.Н. Давиденко, С.В. Малинина; Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Санкт-Петербургский гос. ун-т экономики и финансов". – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та экономики и финансов, 2010. – 227 с.
- 5) "Методические рекомендации по развитию студенческого спорта в Российской Федерации" (утв. Минобрнауки России 01.12.2023, Минспортом России 05.12.2023, Минпросвещением России 04.12.2023).
- 6) Пиз, А. Язык телодвижений. Как читать мысли других по их жестам / А. Пиз. – М.: Эксмо, 2018. – 448 с.
- 7) Всероссийская федерация волейбола: офиц. сайт. – URL: <https://volley.ru> (дата обращения: 07.04.2026).

РАЗРАБОТКА БАЛЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНОК ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНАМ КАФЕДРЫ «ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ»

К.А. Кислякова, П.А. Торопова, М.С. Олехов

Научный руководитель – **Т.В. Малкова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В высших учебных заведениях исследуется низкая вовлеченность студентов в занятия физической культурой и спортом. Путём опроса студентов нескольких вузов определены ключевые препятствия. Для их устранения предлагается внедрить балльно-рейтинговую систему (БРС) для ЯГТУ. Она предусматривает всестороннюю оценку, включающую не только посещение занятий и выполнение норм, но и другие активности. Ожидается, что внедрение БРС поможет развить у студентов ответственность, честность и навыки командной работы. Это также будет способствовать популяризации здорового образа жизни среди молодежи.

Ключевые слова: Балльно-рейтинговая система, физическое воспитание, мотивация студентов, духовно-нравственные ценности

DEVELOPMENT OF THE BALL SYSTEM OF EVALUATIONS OF THE FINAL CERTIFICATION OF STULENTS ON DISCIPLINES OF THE DEPARTMENT «PHYSICAL EDUCATION»

K.A. Kislyakova, P.A. Toropova, M.S. Olehov

Scientific Supervisor – **T.V. Malkova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

Higher education institutions are studying the low level of student involvement in physical education and sports. Through a survey of students at several universities, key obstacles have been identified. To address these obstacles, it is proposed to implement a point-based rating system (PBRS) at the Yaroslavl State University. This system involves a comprehensive assessment that includes not only attendance and compliance with regulations, but also other activities. The implementation of the PBRS is expected to foster student responsibility, honesty, and teamwork skills. It will also contribute to promoting a healthy lifestyle among young people.

Keywords: Point-rating system, physical education, student motivation, spiritual and moral values

Введение

В высших учебных заведениях физическая культура традиционно считается обязательным предметом, призванным улучшить здоровье и совершенствовать двигательные способности. Вместе с тем в большинстве вузов (особенно не педагогических), методика преподавания сталкивается с определёнными трудностями.

Студенты зачастую считают физическую культуру второстепенной дисциплиной, не имеющей прямого отношения к их будущей профессии. Кроме того, унифицированные требования к спортивным нормативам и жёсткое расписание занятий не принимают во внимание различия в уровне физической подготовки и индивидуальные предпочтения студентов. Также отсутствует чёткая система вознаграждения за активное участие в спортивных мероприятиях, соревнованиях, научной деятельности, медиа-активности и т.д.

В Ярославском государственном техническом университете (ЯГТУ) существует преимущество в организации учебного процесса: студенты сами могут выбрать специализацию занятий (вид спорта, на который будет происходить уклон на занятиях по дисциплинам кафедры «Физическое воспитание») в начале обучения, с возможностью однократной смены в начале следующего семестра. Это создаёт предпосылки для адаптации программы, но не решает полностью проблему повышения мотивации студентов.

Целью данного исследования является создание и обоснование балльно-рейтинговой системы (БРС) по физической культуре в ЯГТУ на примере специализации «настольный теннис». Данная система должна обеспечивать: учёт существующей практики свободного выбора студентами специализации (вида спорта); возможность достижения зачётного количества баллов различными методами для каждого студента; стимулирование активности в соревнованиях, судействе, создании медиа-контента, проведение научных исследований,

публикация статей, а также содействие развитию духовно-нравственных качеств средствами физической культуры.

Анализ текущей ситуации. Результаты опроса студентов

В рамках исследования был осуществлён анонимный онлайн-опрос, в котором приняли участие 200 студентов с 1 по 3 курс очного обучения нескольких вузов (ЯГТУ, ЯрГУ, ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, ИТМО, ТвГУ, МФЮА).

Полученные данные представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты онлайн опроса

Вопрос	Положительные ответы (в %)	Ключевая проблема
1. Посещаете ли вы занятия по физкультуре регулярно?	68%	Формальное присутствие
2. Есть ли у вас возможность выбрать вид физической активности на занятиях?	12%	Жёсткое расписание
3. Помогают ли занятия улучшить физическую форму?	75%	25% не видят эффекта в занятиях
4. Подходит ли уровень нагрузки?	42%	58% считают занятия слишком сложными
5. Чувствуете ли положительное влияние на здоровье?	54%	46% не видят пользы в занятиях
6. Побуждают ли занятия спортом вне вуза?	18%	Главная проблема мотивации
7. Нужна ли физкультура как обязательная дисциплина?	67%	1/3 опрошенных с этим не согласны
8. Достаточно ли оборудования и залов?	35%	Дефицит хорошей инфраструктуры
9. Устраивает ли расписание?	41%	Накладки с учёбой/работой

Также был задан открытый вопрос «Что бы вы хотели изменить?». Основные пожелания касаются предоставления большей свободы в выборе видов спорта, в большинстве вузов это не реализовано, либо реализовано недостаточно. Значительное число студентов (43 ответа) хотели бы, чтобы нормативы стали добровольными, либо были полностью исключены. Также студенты предлагают ввести систему поощрений, включающую в себя дополнительные преимущества за активное участие во внеучебной деятельности (31 ответ).

В целом, студенты желают не просто посещать занятия по физической культуре, но и иметь право выбора, понимать взаимосвязь между приложенными ими усилиями во время семестра и итоговой оценкой, а также получать поощрения за дополнительную спортивную активность. Существующая система, по мнению студентов, не в полной мере удовлетворяет их потребности.

Анализ опыта других вузов подтверждает полученные нами данные. В Московском финансово-юридическом университете (МФЮА) было отмечено, что количественная оценка достижений студентов в рамках балльно-рейтинговой системы (БРС) стимулирует их активность во внеучебной деятельности. Однако наибольшее значение имеет не сама сумма баллов, а чёткость правил их начисления и возможность для студентов самостоятельно выстраивать свою образовательную траекторию [1].

Похожие трудности были выявлены и в Ярославском государственном педагогическом университете им. К. Д. Ушинского (ЯГПУ). Опросы показали, что студенты, совмещающие учёбу с работой, испытывают сложности из-за требования регулярной сдачи заданий на протяжении всего семестра. Многие из них рассматривают БРС как «потогонную систему», изматывающую и вредящую здоровью из-за постоянной гонки за баллами [3, с. 65-66]. Этот факт указывает на необходимость разработки гибких механизмов набора баллов,

позволяющих работающим студентам компенсировать пропуски занятий через другие образовательные активности.

Санкт-Петербургский ИТМО предлагает иной подход, оказавшись от обязательных пар в пользу выбора студентами спортивных секций через студенческий спортивный клуб (ССК) «Кронверские барсы». Баллы начисляются за выполнение заданий в рамках выбранных секций, причём посещать тренировки можно как по расписанию, так и в удобное для студента время. Такой метод продемонстрировал, что отказ от жёсткой привязки к расписанию не уменьшает, а наоборот, повышает студенческую вовлеченность [4].

Изучение работ по внедрению БРС в российских вузах выявил их значительные преимущества для дисциплин семейства «Физическая культура».

Первостепенным преимуществом БРС является повышение объективности оценивания. В отличие от прежних методик, где итоговая успеваемость во многом определялась результатами единовременной сдачи экзамена/зачёта, что создавало предпосылки для стресса и субъективной оценки преподавателем, БРС предлагает суммирование баллов на протяжении всего учебного периода. Экзамен/зачёт в такой системе становится лишь одним из элементов контроля, а не итоговым и самым важным моментом [2, с. 99].

Вторым важным аспектом является стимуляция регулярной учебной деятельности. Опыт МФЮА демонстрирует, что студенты, осознавая ценность каждого задания и занятия в виде начисляемых баллов, повышают ответственность за посещаемость и своевременность выполнения учебных задач [1].

Кроме того, БРС позволяет учитывать широкий спектр студенческой активности, выходящий за рамки стандартной сдачи нормативов. Это включает в себя: участие в спортивных соревнованиях, судейство, волонтерство, научную, а также медийную деятельность. Такая модель особенно актуальна для физической культуры, так как обеспечивает равную ценность достижений как в спортивной, так и в другой активной деятельности [3].

Тем не менее, существуют и определённые сложности. Некоторые исследователи отмечают, что стремление к накоплению баллов может привести к формальному подходу студентов, когда приоритетом становится набор баллов, а не глубокое освоение материала. Кроме этого, работающие студенты могут оказаться в невыгодном положении из-за отсутствия возможности посещать все занятия в соответствии с расписанием, предоставленным учебной частью [3, с. 66]. Для устранения данного недостатка предполагается система включает в себя модуль «В» (подтверждённая спортивная активность), который даёт возможность компенсировать пропуски через самостоятельные тренировки или предоставление абонементов.

Организация занятий по физической культуре в ЯГТУ

На кафедре физического воспитания ЯГТУ ведётся преподавание дисциплины «Прикладная физическая культура». Ключевыми аспектами организации учебного процесса являются: во-первых, свобода выбора специализации – в начале каждого учебного семестра студентам предоставляется возможность выбрать один из предлагаемых видов спорта, таких как: игровые виды спорта (волейбол, баскетбол, футбол), лёгкую атлетику, атлетическую гимнастику, фитнес, борьбу, настольный теннис, туризм и др. Смена выбора специализации возможна однократно в начале семестра; во-вторых, материально-техническая база – студенты занимаются в оборудованных для разных видов спорта залах (для настольного тенниса, баскетбола, волейбола, спортивных единоборств), тренажёрных залах, стадионе и открытых тренировочных площадках; в-третьих, методы оценивания – оценка успеваемости традиционно складывается из посещаемости занятий, выполнения общих установленных нормативов и, при желании, участия в спортивных и других мероприятиях, которое не является обязательным.

Но, несмотря на наличие выбора специализации, система оценивания не в полной мере отражает специфику выбранного вида спорта. К примеру, студенты, занимающиеся фитнесом, сдают идентичные нормативы тем, кто тренируется в секции борьбы. Низкая мотивация к участию в соревнованиях обусловлена отсутствием их прямого влияния на итоговую оценку по дисциплине.

Внедрение балльно-рейтинговой системы (БРС) в высших учебных заведениях, как указывает О.А. Коряковцева, порождает комплекс системных вызовов. Первостепенной задачей становится установление чётких пороговых значений, ниже которых студент не может быть допущен к итоговой аттестации. Далее, существует необходимость учитывать возрастающую рабочую нагрузку преподавателей, связанную с администрированием документации и разработкой методических материалов для оценивания. Также немаловажна оценка уровня самостоятельности обучающихся при выполнении учебных задач, что приобретает особую значимость в случае дистанционного обучения [3, с. 66-67]. Эти факторы были учтены при разработке БРС для ЯГТУ.

Проект балльно-рейтинговой системы (БРС) для ЯГТУ

Общая структура системы.

Общая сумма баллов за семестр составляет 852 на основании данных рабочей программы по изучению дисциплин кафедры «Физическое воспитание (далее - Основной модуль)». Для возможности получения зачетов студентами, сталкивающимися с проблемами, описанными выше, предлагаем ввести дополнительные модули, как показано в табл. 2.

Таблица 2. Модули БРС

Модуль	Содержание модуля	Баллы
Основные модули		
А	Посещаемость + активность на занятиях (320+32)	352
Б	Выполнение нормативов (не менее 3 нормативов)	500
Дополнительные модули		
В	Подтверждённая спортивная активность вне основных занятий (секции, абонементы)	До 300
Г	Соревновательная деятельность (участие, места, судейство)	До 600
Д	Медийная деятельность (посты, фото и виде съёмка)	До 600
Е	Научная деятельность (статьи)	До 600
Итого по основным модулям:		852

Оценка за семестр складывается из нескольких модулей, для получения зачёта необходимо набрать минимум 428 баллов (расчёты приведены в табл. 10).

Модуль А. Посещаемость и дополнительная работа на занятии (352 балла).

Учебный семестр (в ЯГТУ) включает в себя 32 занятия. Баллы начисляются исходя из шкалы (табл. 3). Так как у студента есть возможность самому выбрать специализацию (вид спорта), то ожидается его активное участие в его жизни. Опоздание и неготовность к занятию снижают итоговый балл, но уважительные причины отсутствия не влекут за собой отрицательных последствий. За семестр студент может максимум получить 352 балла, из них 320 баллов за посещаемость и 32 дополнительных балла за активность на занятиях.

Таблица 3. Начисление баллов

Действие	Баллы
Пришёл на занятие вовремя и в спортивной форме	+10
Опоздал (до 15 минут)	+6 (то есть -4 балла, если бы пришёл вовремя)
Опоздание до 20 минут	+4
Опоздание до 30 минут	+2
Активная работа на занятии (баллы начисляются по решению преподавателя)	+1
Неявка без уважительной причины	-5
Неявка по уважительной причине (если это подтверждается документально (например, справка))	0

Модуль Б. Нормативы (500 баллов).

Студенты сдают минимум три норматива (например, бег, силовое упражнение, гибкость), а также можно сдать ещё два дополнительно, чтобы набрать побольше баллов. Это компенсирует возможные низкие результаты по другим нормативам, снижает стресс у менее

подготовленных студентов и даёт возможность проявить себя в сильной дисциплине. Расчёт баллов осуществляется по формуле

$$\text{Баллы} = \frac{\text{Результат студента}}{\text{Средний результат по группе}} \cdot 50.$$

Результат ограничен диапазоном 0-100 баллов. Средний результат определяется преподавателем на основании данных предыдущих лет либо после подсчёта общих результатов всей группы (табл. 4).

Таблица 4. Соотношение отклонений с усреднёнными результатами

Отклонение	Баллы
-100% и ниже	0
-80%	10
-60%	20
-40%	30
-20%	40
0%	50
20%	60
40%	70
60%	80
80%	90
100% и выше	100

Итоговые баллы за модуль Б формируются из суммы баллов, набранных за все сданные нормативы.

Модуль В. Подтверждённая спортивная активность (300 баллов).

Данный модуль предназначен для компенсации невысоких результатов в нормативах за счёт регулярных занятий спортом вне расписания. Все виды активности должны быть подтверждены соответствующими документами (табл. 5).

Таблица 5. Подтверждённая спортивная активность

Вид активности	Баллы за 1 занятие/посещение	Подтверждение активности
Занятия в спортивной секции ЯГТУ (сборные по видам спорта)	5	Соответствующий документ от тренера (справка, дневник посещаемости)
Абонемент в фитнес-клуб, бассейн и т.п. (не менее 2-х раз в неделю)	3	Квитанция и журнал посещений

Максимальная сумма баллов – 300. Эти активности можно комбинировать.

Модуль Г. Соревновательная деятельность (600 баллов).

Используется шкала, аналогичная шкале начисления баллов для студентов, претендующих на повышенную государственную академическую стипендию (ПГАС) [5]. Начисляются баллы за участие, призовые места и судейство (табл. 6 и 7).

Таблица 6. Призовые места

Уровень	1 место	2 место	3 место
Международный	200	180	160
Всероссийский	160	140	120
Межрегиональный	120	100	80
Региональный	100	80	60
Городской	80	60	40
Внутривузовский	60	40	20

Дополнительные баллы за звание «Лучший игрок»: 80 (международные соревнования), 60 (всероссийские соревнования), 40 (межрегиональные соревнования), 30 (региональные соревнования), 20 (городские соревнования), 10 (внутривузовские соревнования) (табл. 7).

Таблица 7. Участие и судейство

Уровень	Участие	Судейство за игровой тур/день	Баллы за матч (для командных видов спорта)
Международный	160	120	40
Всероссийский	120	100	30
Межрегиональный	80	80	20
Региональный	60	60	15
Городской	40	40	10
Внутривузовский	20	20	5

Модуль Д. Медийная активность

Этот модуль стимулирует студентов показывать и распространять спортивный опыт через медиа пространства, формируя позитивный образ здорового образа жизни (табл. 8).

Таблица 8. Медийная активность

Активность	Баллы
Пост в социальных сетях о спортивном мероприятии	От 1
Фото и видео репортаж	От 3

Модуль Е. Научная активность.

Этот модуль стимулирует студентов показывать и распространять спортивный опыт через научную деятельность, формируя позитивный образ здорового образа жизни (табл. 9).

Таблица 9. Научная активность

Активность	Баллы
Статья в журнале WOS / Scopus	160 (максимум по данному модулю)
Статья в издании из перечня ВАК	120
Публикация в РИНЦ	50 балл
Статья в вузовском сборнике	20

Пороги аттестации.

Минимальные пороги аттестации представлены ниже в табл. 10.

Таблица 10. Пороги аттестации

Оценка	Расчёт	Необходимы баллы
Зачёт (удовлетворительно)	$856 \cdot 0,5$ (от 50%)	428
Хорошо	$856 \cdot 0,7$ (от 70%)	599
Отлично	$856 \cdot 1$ (100%, основные модули (А и Б))	856

Минимальный сценарий для получения зачёта, например:

посещаемость (32 занятий без опозданий): $32 \cdot 10 = 320$ баллов, нормативы (3 норматива на уровне 50% от среднего): $70 + 70 + 60 = 200$ баллов,

минимальная спортивная активность: 15 баллов, итого: $320 + 200 + 15 = 535$ баллов – что уже превышает порог для получения зачёта (428).

Таким образом, студенты демонстрирующие стабильную посещаемость, при средних спортивных достижениях, получают зачёт.

Иллюстрация вариаций индивидуальных образовательных траекторий.

В табл. 11 представлены возможные типы студентов ЯГТУ с прогнозируемыми баллами по системе.

Таблица 11. Вариативность набора баллов

Профиль студента	Модуль А присутствие	Модуль Б нормативы	Модуль В активности	Модуль Г соревнования	Модуль Д публикации	Модуль Е	Общ сумма	Итог. оценка
Обычный «пассивный посетитель»	320	150	15	5	5	10	505	Зачёт
Стандартный «регулярный среднячок»	340	180	20	20	6	15	581	Зачёт
«Спортсмен»	352	500	50	50	5	0	957	Отлично
Активный «медийный/научный » деятель	320	150	15	5	16	20	526	Зачёт
«Универсальный»	340	250	30	20	10	15	665	Хорошо

Сравнительный анализ классического подхода и БРС

Для того чтобы наглядно сравнить действующую систему оценивания по физкультуре с предложенной балльно-рейтинговой системой (БРС), провели сравнительный анализ по ключевым показателям. Сводка результатов представлена в табл. 12.

Таблица 12. Сравнение классической системы и БРС

Параметр	Классическая система	Предлагаемая БРС
Выбор специализации	Есть не везде и не имеет значения для оценивания	Присутствует и учитывается
Посещаемость	Штрафы при отсутствии или опоздании	Бонусы за присутствие и не выход в минус при опоздании
Нормативы	Единый порог	Более индивидуальный подход
Внеучебная активность	Слабо учитывается	Даёт до 300 баллов
Соревнования	Слабо учитывается	Бальная шкала
Публикации	Слабо учитывается	Даёт до 600 баллов
Мотивация слабых	Низкая	Высокая
Мотивация сильных	Низкая	Высокая
Прозрачность	Низкая	Высокая

Духовно-нравственный аспект БРС

Физическая культура как инструмент формирования ценностей реализуется в БРС через следующие элементы, представленные в табл. 13.

Таблица 13. Ценности и способы их формирования

Ценность	Способ формирования
Ответственность	Баллы за посещаемость
Честность	Подтверждающие документы
Коллективизм	Баллы за участие в массовых мероприятиях + судейство
Саморазвитие	Мотивация для улучшения нормативов
Популяризация ЗОЖ	Научная и медийная деятельность
Волонтерство	Судейство и участие в роли организатора в массовых мероприятиях

По сравнению с прежними методами, система БРС демонстрирует очевидные плюсы во всех рассмотренных областях. Новая система учитывает, какую специализацию выбрал студент. Вместо наказаний за пропуски, она поощряет посещаемость. БРС даёт индивидуальный подход к нормам. Она стимулирует студентов к дополнительной учебе, участию в соревнованиях и публикации своих работ. Такая система также повышает интерес к учебе как у тех, кто испытывает трудности, так и у тех, кто успевает. При этом вся система оценки остается понятной для всех.

Заключение

Внедрение БРС для кафедры «Физическое воспитание», позволит решить актуальные проблемы (результаты опроса) и позволит учитывать, как уникальные особенности вуза, такие как свобода выбора специализации (вида спорта), так и общепринятые методики оценки, проанализированные на основе других университетов [1, 2, 3, 4]. Система состоит из 6 модулей, которые предоставляют студентам возможность самостоятельно определить свой путь для получения зачёта.

Для направления «Физическая культура как средство формирования духовно-нравственных ценностей» особенно важны модули Д и Е нашей БРС, который ориентирован на научную и медийную активность. Согласно исследованию Н.А. Зайцевой, привлечение студентов к созданию медиа-материалов о спортивных событиях способствует развитию навыков работы с информацией и формирует позитивное отношение к здоровому образу жизни. Это превращает студента из простого участника в активного сторонника и популяризатора здорового образа жизни [2].

Предлагаемую систему можно внедрить в ЯГТУ без дополнительных затрат на инфраструктуру или персонал. Необходимы лишь изменения в системе оценивания и обучение преподавателей новым методам контроля и оценки. В дальнейшем предлагаем тестирование системы на одной из специализаций с последующим распространением на всю кафедру «Физическое воспитание», с последующей доработкой на основе полученных результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Воробейчик, Т.Д. Балльно-рейтинговая система как инструмент активизации внеучебной деятельности студентов: модель для Московского финансово-юридического университета МФЮА / Т.Д. Воробейчик // Молодой учёный. – 2025. – № 49 (600). – С. 536-540. – URL: <https://moluch.ru/archive/600/131054> (дата обращения: 10.04.2026)
- 2) Зайцева, Н.А. Балльно-рейтинговая система: особенности и практики применения / Н.А. Зайцева // Проблемы и перспективы профессионального туристического образования. – 2023. – С. 98-100. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ballno-reytingovaya-sistema-osobennosti-i-praktika-primeneniya> (дата обращения: 10.04.2026)
- 3) Коряковцева, О.А. Преимущества и проблемы применения балльно-рейтинговой системы в вузе / О.А. Коряковцева. // Вестник университета. – 2022. – №5. – С. 65-67. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-problemy-primeneniya-ballno-reytingovoy-sistemy-v-vuze> (дата обращения: 10.04.2026)
- 4) Оценивание: сайт университета ИТМО. – URL: <https://faq.itmo.is/study/evaluation> (дата обращения: 10.04.2026)
- 5) Положение о повышенной государственной академической стипендии. Социальная поддержка: ЯГТУ [сайт]: <https://www.ystu.ru/information/students/sotsialnaya-pomoshch/> (дата обращения: 10.04.2026)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ УПРАЖНЕНИЙ В РАЗМИНКЕ ДЛЯ ВОСПИТАНИЯ КООРДИНАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ НА ЗАНЯТИЯХ СО СТУДЕНТАМИ

З.А. Кмицикевич

Научный руководитель – **М.Н. Новиков**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема развития координационных способностей у студентов высших учебных заведений в условиях тотальной гиподинамии и цифровизации образовательного процесса. Обосновывается необходимость пересмотра традиционного подхода к проведению разминки на занятиях физической культурой. Раскрывается сущность координационных способностей как ключевого компонента опорно-двигательной системы человека.

Ключевые слова: координационные способности, гиподинамия, разминка, баланс

USING SPECIAL EXERCISES IN WARM-UPS TO IMPROVE COORDINATION SKILLS IN CLASSES WITH STUDENTS

Z.A. Kmitsikevich

Scientific supervisor – **M.N. Novikov**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the problem of developing coordination abilities in higher education students in the context of total hypodynamia and digitalization of the educational process. The necessity of revising the traditional approach to conducting warm-ups in physical education classes is substantiated. The essence of coordination abilities as a key component of the human musculoskeletal system is revealed.

Keywords: coordination abilities, hypodynamia, warm-up, balance

Актуальность. Проблема развития физических (двигательных) способностей традиционно относится к числу наиболее значимых в педагогике, психологии и физиологии физического воспитания, данная проблема непосредственно связана с подготовкой студентов к будущей профессиональной деятельности и жизнедеятельности. В контексте высшего образования эта проблема приобретает особую остроту, поскольку именно студенческий возраст является завершающим этапом формирования двигательного потенциала человека перед его вступлением в самостоятельную профессиональную деятельность.

Однако в последние десятилетия наблюдается устойчивая тенденция к ухудшению уровня физической подготовленности студентов. Гиподинамия, вызванная цифровизацией обучения и малоподвижным образом жизни, приводит к деградации координационных способностей – одного из ключевых компонентов двигательной одаренности. Традиционная система занятий физической культурой в высших учебных заведениях не в полной мере решает задачу их развития, поскольку разминка, как важнейшая структурная часть занятия, часто проводится шаблонно и не несет тренирующей нагрузки на координационную сферу.

Оценить координационные качества человека без особых затруднений возможно с помощью пробы Ромберга – это стандартизированное неврологическое и функциональное тестирование, используемое для оценки статического равновесия и степени координационных способностей человека. В физическом воспитании и спортивной медицине проба служит индикатором функционального состояния вестибулярного анализатора, проприоцептивной чувствительности и эффективности мозжечкового контроля (рис. 1).

Методика проведения включает последовательное выполнение трех усложняющихся поз:

1) Первая (простая): испытуемый стоит, стопы вместе (пятки и носки сомкнуты), руки вытянуты вперед на уровне груди или вдоль туловища, глаза открыты. Фиксируется время устойчивого положения (максимально – до 60 секунд).

2) Вторая (усложненная): Стопы ставятся в одну линию: пальцы одной ноги прижаты к пятке другой, глаза закрыты. Исключение зрительного контроля переключает нагрузку на проприоцептивные рецепторы мышц, сухожилий и вестибулярный аппарат, что значительно повышает требования к координации.

3) Третья (сенсibilизированная): положение «носок к пятке» (одна стопа ставится перед другой так, чтобы пятка передней ноги касалась носка задней), руки вытянуты вперед, глаза закрыты. Эта поза создает максимальную неустойчивость и выявляет даже незначительные нарушения статокINETической устойчивости.

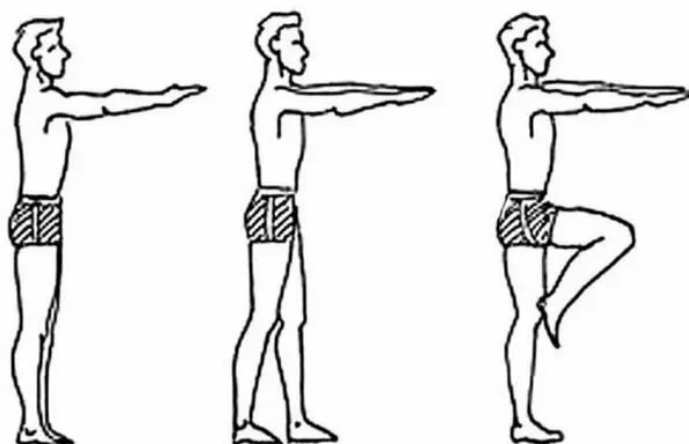


Рис. 1. Позы Ромберга

Критерии оценки: качественным показателем считается время удержания позы без потери равновесия (покачивания, схождения с места, опускания рук, открывания глаз). В норме здоровый молодой человек должен удерживать первую позу в течение 30–60 секунд, вторую – не менее 15–20 секунд, третью – 5–10 секунд и более.

Эмпирические данные подтверждают необходимость целенаправленного развития координационных способностей даже у будущих специалистов в области физической культуры. В исследовании Ю.С. Колосовой (2020), проведенном на базе факультета физической культуры педагогического института ТОГУ г. Хабаровска, приняли участие студенты 1–3 курсов в возрасте от 18 до 22 лет. Результаты практических испытаний выявили неоднородность развития различных параметров координации: студентам оказалось легче определять длинные промежутки времени, но при этом они испытывали затруднения с оценкой длинных пространственных дистанций, а также с удержанием усложненных поз в пробе Ромберга. Автор делает обоснованный вывод о том, что комплексное развитие координационных способностей малоэффективно в силу их разнонаправленного восприятия, и рекомендует внедрять раздельное совершенствование «чувства времени», «чувства пространства» и равновесия с помощью специально подобранных упражнений. Эти данные подчеркивают, что даже студенты профильных факультетов нуждаются в методически грамотном развитии координации, что тем более актуально для основной массы студентов непрофильных специальностей.

Координационные способности как ключевой компонент опорно-двигательной системы человека. Рассматриваемые способности представляют собой фундаментальный компонент опорно-двигательной системы человека, обеспечивающий согласованное и эффективное взаимодействие мышечного, суставно-связочного и нервного аппаратов. В

теории и методике физической культуры под ними понимают способность человека целесообразно строить двигательный акт, быстро перестраивать его в зависимости от внешних условий и обеспечивать точность и дифференцировку мышечных усилий. Развитая координация позволяет индивиду быстро, экономно и точно выполнять сложные двигательные действия, поддерживать статическое и динамическое равновесие, а также адаптироваться к внезапно меняющимся условиям внешней среды. Без высокого уровня координационной подготовленности даже физически сильный человек не сможет в полной мере реализовать свой двигательный потенциал в спорте, профессиональной деятельности или повседневной жизни, поскольку именно координация лежит в основе ловкости, точности и моторной надежности.

В условиях современного общества, характеризующегося тотальной гиподинамией и дефицитом разнообразной двигательной практики, целенаправленное воспитание координационных способностей приобретает особое медико-социальное значение. Специальные упражнения, направленные на развитие чувства равновесия, пространственной ориентации, быстроты реагирования и точности дифференцировки мышечных усилий, не только повышают качество жизни, но и способствуют гармоничному физическому и когнитивному развитию личности. В связи с этим в современной науке и практике физического воспитания координационные способности рассматриваются как один из ключевых интегративных показателей уровня соматического здоровья и двигательной культуры человека.

Функциональное значение разминки и педагогическая целесообразность акцента на координацию и баланс в её структуре. Разминка в структуре занятия по физической культуре выполняет три ключевые функции: вегетативную (обеспечение перехода организма от состояния покоя к интенсивной работе), моторную (подготовка опорно-двигательного аппарата к нагрузкам) и нейродинамическую (настройка центральной нервной системы на решение сложных двигательных задач). Однако традиционная разминка преимущественно решает только первые две задачи, оставляя нейродинамический компонент практически без внимания.

Включение специальных упражнений на координацию и баланс в подготовительную часть занятия позволяет целенаправленно воздействовать на мозжечок, вестибулярные ядра и сенсомоторные зоны коры – структуры, ответственные за управление равновесием, ориентацией в пространстве и точностью движений. Акцентирование координации и баланса в разминке имеет ряд доказанных преимуществ: повышается пластичность нервных процессов, сокращается время двигательной реакции, улучшается способность к перестроению движений в нестандартных ситуациях. Кроме того, координационно-ориентированная разминка снижает риск травматизма в основной части занятия, поскольку развитое чувство баланса и проприоцептивный контроль позволяют быстрее корректировать опасные отклонения тела.

Для студенческого возраста, характеризующегося дефицитом разнообразной двигательной практики и сниженной чувствительностью проприоцептивных систем, акцент на координацию и баланс в разминке становится не просто желательным, а необходимым условием эффективного физического воспитания. Включение балансирующих поз, асимметричных движений и упражнений на переключение внимания не требует дополнительного оборудования и легко интегрируется в любой формат занятия.

Инновационные подходы к развитию координационных способностей. Современная методика физического воспитания располагает широким спектром инновационных упражнений для развития координационных способностей, не требующих специального оборудования. К их числу относятся упражнения на сенсомоторную интеграцию (сочетание движений рук и ног по разным кинематическим схемам), асимметричные локомоции (совокупность передвижений нестандартными способами), а также упражнения с временным и пространственным ограничением (движения под меняющийся ритм или в заданном коридоре). Принципиальное отличие данных методов от

традиционных общеразвивающих упражнений заключается в том, что они требуют от студента постоянного осознанного контроля за положением тела в пространстве.

Особое место среди инновационных подходов занимают упражнения, основанные на принципах биомеханики и нейрофизиологии, которые можно выполнять в условиях обычного спортивного зала. Например, эффективным средством является «гимнастика мозга» – система перекрёстных движений (касание правой рукой левого колена и наоборот), выполнение которых активизирует межполушарное взаимодействие и улучшает сенсомоторную интеграцию. Также к этой группе относятся упражнения на равновесие на уменьшенной площади опоры: стойка на одной ноге с закрытыми глазами, ходьба по линии, начерченной на полу, или имитация «канатоходца». Эти задания не требуют инвентаря, но значительно повышают требования к проприоцепции и способности удерживать равновесие.

Ещё одним перспективным направлением является использование когнитивной нагрузки во время выполнения физических упражнений. Это могут быть задания, требующие одновременного решения математических примеров, запоминания последовательности сигналов или реакции на световые/звуковые команды преподавателя. Такой подход развивает не только двигательную, но и умственную гибкость, что особенно актуально для студентов, чья деятельность связана с интенсивной интеллектуальной работой.

Внедрение игровых и соревновательных элементов также относится к инновационным методам. Использование эстафет с нестандартными правилами (например, бег спиной вперёд, приставными шагами или с имитацией движений животных), челночных бегов с изменением направления по внезапному сигналу или парных упражнений, где один партнёр задаёт темп, а другой должен его повторить, значительно повышает эмоциональную вовлечённость студентов. Это способствует более эффективному закреплению новых двигательных навыков и формированию устойчивой мотивации к занятиям физической культурой. Комплексное применение этих методов позволяет сделать процесс развития координации современным, интересным и максимально результативным.

Выводы. Традиционная структура разминки в рамках занятий по физической культуре со студентами не в полной мере реализует потенциал для развития координационных способностей. Включение в подготовительную часть занятия специально подобранных упражнений на координацию и баланс является педагогически целесообразным и физиологически обоснованным. Инновационные подходы, основанные на принципах нейрофизиологии и биомеханики, позволяют эффективно воздействовать на центральную нервную систему, развивать проприоцептивную чувствительность и способность к перестроению движений. Комплексное применение упражнений на сенсомоторную интеграцию, асимметричные локомоции и когнитивно-двигательных заданий способствует формированию у студентов устойчивых двигательных навыков, повышает интерес к занятиям и является важным фактором профилактики травматизма в условиях дефицита двигательной активности.

Рекомендуется внедрять в структуру разминки не менее 3–5 минут координационно-ориентированных упражнений для достижения оптимального эффекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Бернштейн, Н.А. О ловкости и ее развитии / Н.А. Бернштейн. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 288 с.
- 2) Лях, В.И. Координационные способности: диагностика и развитие / В.И. Лях. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
- 3) Холодов, Ж.К. Теория и методика физической культуры и спорта / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: Академия, 2018. – 496 с.
- 4) Колосова, Ю.С. Исследование параметров координационных способностей студентов факультета физической культуры / Ю.С. Колосова // Молодой ученый. – 2020. – № 26.1 (316.1). – С. 60-62. – URL: <https://moluch.ru/archive/316/72288> (дата обращения: 09.04.2026).

ФИЗКУЛЬТУРА КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ СО СТРЕССОМ У СТУДЕНТОВ

И.О. Лопатин

Научный руководитель – **О.Н. Зайцев**, канд. биол. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается проблема психоэмоционального стресса у студентов в условиях современной образовательной среды. Анализируется взаимосвязь между уровнем стресса и физической активностью на основе данных анонимного анкетирования 28 студентов. Представлены результаты исследования, подтверждающие высокий уровень учебного стресса и его влияние на сон, эмоциональное состояние и поведение в период сессии. Выявлен парадокс снижения физической активности в наиболее напряжённые учебные периоды. Обосновывается антистрессовый потенциал регулярных физических нагрузок и формулируются рекомендации для студентов.

Ключевые слова: стресс, студенты, физическая культура, физическая активность, тревожность, психическое здоровье, анкетирование, барьеры, сессия

PHYSICALEDUCATIONASAMEANSOF COMBATINGSTRESSINSTUDENTS

I.O. Lopatin

Scientific Supervisor – **O.N. Zaitsev**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The problem of psycho-emotional stress among students in a modern educational environment is considered. The relationship between stress levels and physical activity is analyzed based on anonymous survey data from 28 students. The results confirm high levels of academic stress and its impact on sleep, emotional state, and behavior during examination periods. A paradox of decreased physical activity during the most stressful study periods is identified. The anti-stress potential of regular physical activity is substantiated, and practical recommendations for students are formulated.

Keywords: stress, students, physical education, physical activity, anxiety, mental health, survey, barriers, examination session

Введение

Проблема психоэмоционального перенапряжения у студентов приобретает всё более острый характер в условиях современной образовательной среды. Высокая учебная нагрузка, постоянный поток информации, необходимость совмещать учёбу с работой, жёсткие сроки и сессионные периоды формируют хронический стресс, который негативно сказывается не только на успеваемости, но и на физическом и психическом здоровье молодых людей. По данным Всемирной организации здравоохранения, стресс признан одной из ключевых проблем общественного здоровья XXI века.

На фоне роста интереса к методам психологической саморегуляции физическая культура занимает особое место как доступный, научнообоснованный и не требующий дополнительных ресурсов инструмент снижения тревожности. Ряд отечественных и зарубежных исследований (Ильинич В.И., Виленский М.Я., Кабачков В.А., а также материалы журнала JAMA Psychiatry, 2019) убедительно демонстрирует, что регулярные физические нагрузки снижают уровень кортизола, стимулируют выработку эндорфинов и нейропептидов, защищающих нейроны от разрушительного воздействия стресса. Однако вопрос о том, осознают ли студенты эту взаимосвязь и используют ли физическую активность как реальный антистрессовый ресурс, остаётся открытым. Это и обусловило проведение настоящего исследования.

Цель работы – изучить характер взаимосвязи между уровнем стресса у студентов и их физической активностью, а также оценить степень осознанности студентами антистрессового потенциала физической культуры на основе данных анонимного анкетирования.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи исследования:

- Оценить субъективный уровень стресса студентов в учебный период, включая его влияние на сон и эмоциональное состояние.

- Установить фактическую частоту и характер физической активности респондентов.
- Выявить основные барьеры, препятствующие регулярным занятиям физкультурой.
- Проанализировать субъективную оценку студентами влияния физических нагрузок на их эмоциональное состояние.
- Установить, как меняется физическая активность студентов в период наибольшей учебной нагрузки - во время сессии.
- Сформулировать практические выводы и рекомендации для студентов на основе полученных данных.

Методы. В качестве основного метода сбора данных использовалось анонимное анкетирование. Опросник включал 12 вопросов двух типов: вопросы с пятибалльной оценочной шкалой Лайкерта (от 1 - минимальное проявление признака, до 5 - максимальное) и вопросы с предустановленными вариантами ответов, с возможностью написания своего ответа при необходимости. Шкальные вопросы охватывали субъективную оценку уровня стресса, нарушений сна, перегрузки, эмоционального эффекта от тренировок и физической активности в период сессии. Вопросы с множественным выбором позволили установить виды и частоту физической активности, способы борьбы со стрессом и барьеры для занятий. В исследовании приняли участие 28 студентов. Обработка данных проводилась методом описательной статистики: вычислялись средние арифметические значения по шкальным вопросам и процентное распределение по качественным переменным.

Результаты. По первому вопросу - о частоте ощущения перегрузки учёбой - среднее значение составило 3,7 балла из 5. Ответы 4 и 5 выбрали 59% респондентов (10 и 7 человек соответственно), что свидетельствует о преобладании высокого уровня субъективной нагрузки в выборке.

Второй вопрос, касающийся влияния экзаменов и сжатых сроков на эмоциональное состояние, показал наиболее высокое среднее значение по всему опросу - 4,0 балла. Оценки 4 и 5 поставили 71% участников (11 и 9 человек), что указывает на практически универсальную значимость сессионного стресса для студентов.

Третий вопрос - о нарушениях сна вследствие стресса - дал среднее 3,6 балла. Более половины респондентов (57%) выбрали оценки 4 и 5, тогда как на отсутствие проблем со сном указал лишь 1 человек. Это свидетельствует о широкой распространённости стресс-индуцированных нарушений сна в студенческой среде.

Четвёртый вопрос - общая оценка текущего уровня стресса - показал среднее 3,5 балла. Большинство студентов (43%) выбрали срединную оценку 3, тогда как суммарно оценки 3–5 получили 86% выборки.

По пятому вопросу о частоте физической активности выяснилось, что 64% студентов занимаются 1–3 раза в неделю, 21% - 3–6 раз в неделю, 7% - ежедневно. Лишь 6% занимаются крайне редко. Таким образом, подавляющее большинство участников (92%) имеют ту или иную регулярную физическую активность. Наглядная диаграмма представлена на рис. 1.

Как часто вы занимаетесь физической активностью (спорт, тренировки, прогулки от 30 мин)?
28 ответов

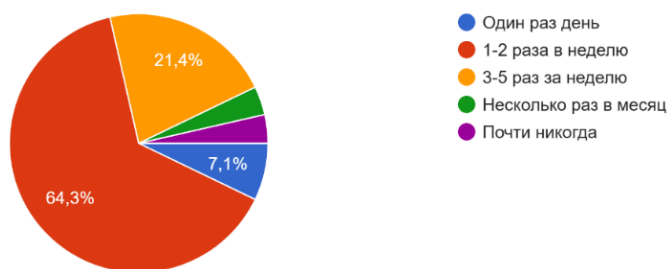


Рис. 1. Диаграмма ответов на вопрос о частоте физической активности

Шестой вопрос выявил наиболее популярные виды физической активности. Лидирующие позиции поровну заняли тренажёрный зал / силовые тренировки и бег / ходьба / велосипед - по 25% каждый. Далее следуют командные виды спорта и йога/ растяжка / медитация - по 10%. Среди единичных ответов встречались плавание, настольный теннис, упражнения с весом собственного тела, танцы и комбинированные занятия. Не занимаются физической активностью вовсе 7% респондентов.

Седьмой вопрос - о субъективно воспринимаемом эмоциональном эффекте от тренировок-показал среднее 3,25 балла. Оценки 4 и 5 выбрали 43% студентов, нейтральную оценку 3 - 32%, низкие оценки 1–2 - 25%.

Восьмой вопрос о барьерах для занятий физкультурой показал, что нехватка времени и усталость после учёбы являются ведущими препятствиями - по 32% каждый. Отсутствие мотивации назвали 14% участников, финансовые трудности и стеснительность - по 3%. Только 10% студентов не видят никаких препятствий для регулярных занятий.

Девятый вопрос - о снижении уровня тревоги непосредственно после физической нагрузки-показал среднее 3,0 балла. Оценки 4–5 выбрали 39% студентов, нейтральную оценку 3 - 29%, низкие оценки 1–2 - 32%. Почти треть выборки затрудняется подтвердить этот эффект, что может быть связано как с недостаточной регулярностью занятий, так и с особенностями субъективного восприятия (рис. 2).

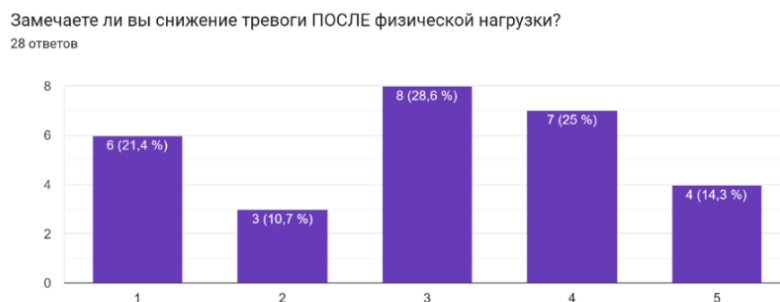


Рис. 2. Диаграмма ответов на вопрос о снижении тревоги после физической нагрузки

Десятый вопрос зафиксировал резкое снижение физической активности в период сессии: 61% студентов (17 человек из 28) выбрали минимальное значение шкалы, то есть фактически прекращают заниматься во время наиболее напряжённых учебных периодов. Среднее значение составило лишь 1,9 балла - самый низкий показатель по всему опросу (рис. 3).



Рис. 3. Диаграмма ответов на вопрос о физической активности в период сессии

Одиннадцатый вопрос о стратегиях борьбы со стрессом показал, что наиболее распространённые способы - сон (32%) и общение с близкими (17%). Физическую активность как основной метод борьбы со стрессом выбрали лишь 7% студентов. Большинство опрошенных (около 28–31%) указали, что справляются со стрессом «по-

разному».

Двенадцатый вопрос - о согласии с утверждением «Мне не хватает физической активности для поддержания психического здоровья» - показал среднее 3,2 балла. Оценки 4–5 (согласен / полностью согласен) выбрали 43% студентов, тогда как 32% скорее не согласны с данным утверждением, а 25% заняли нейтральную позицию (рис. 4).

Насколько вы согласны с данным утверждением: «Мне не хватает физической активности для поддержания психического здоровья»?
28 ответов

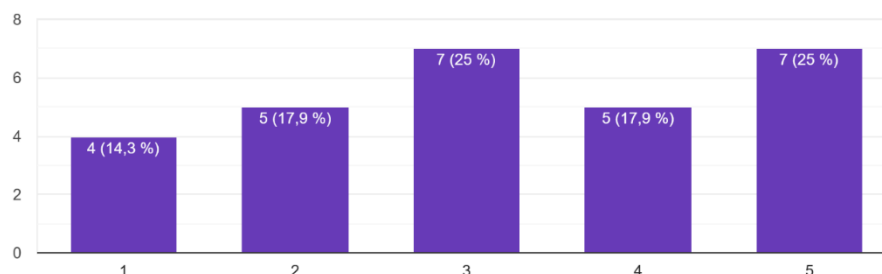


Рис. 4. Диаграмма ответов на вопрос о достаточности физической активности

Анализ результатов. Полученные данные складываются в противоречивую, но закономерную картину студенческого стресса и отношения к физической активности. С одной стороны, уровень стресса в выборке достаточно высок: подавляющее большинство студентов регулярно ощущают учебную перегрузку (среднее 3,7), а экзамены и сроки сдачи оказывают сильное эмоциональное воздействие практически на всех участников исследования (среднее 4,0). Нарушения сна, вызванные стрессом, также широко распространены (среднее 3,6), что сходится с данными Бодрова В.А. о соматических последствиях хронического психологического напряжения. Тревожным сигналом является и то, что 86% выборки оценивают свой текущий стресс, в начале апреля, на уровне трех баллов и выше.

С другой стороны, физически активны большинство респондентов: 92% занимаются хотя бы раз в неделю, причём 21% - достаточно интенсивно (3–6 раз в неделю). Это вполне соответствует рекомендованному режиму умеренных нагрузок (30 минут три раза в неделю), который научно подтверждён как достаточный для снижения уровня тревожности. Разнообразие видов активности - от силовых тренировок и бега до йоги и командных видов спорта - свидетельствует об устойчивом интересе студентов к физической культуре в широком её понимании.

Вместе с тем ключевое противоречие обнаруживается в данных десятого вопроса: 61% студентов резко сокращают или полностью прекращают занятия именно в период сессии - то есть тогда, когда уровень стресса достигает пика. Это поведение прямо противоположно научно обоснованной стратегии: исследования [7; Григорьева, 2004] демонстрируют, что физическая активность наиболее необходима именно в стрессовые периоды, поскольку снижает уровень кортизола и поддерживает нейронную пластичность. Объяснение этому частично даёт восьмой вопрос: главными барьерами являются нехватка времени и усталость от учёбы - именно те факторы, которые резко усиливаются во время экзаменационных сессий.

Субъективное восприятие эффекта от физических нагрузок неоднородно. Положительный эмоциональный эффект от регулярных тренировок фиксируют 43% студентов, а снижение тревоги непосредственно после занятий замечают 39%. Эти показатели умеренные, что может объясняться двумя факторами: недостаточной регулярностью занятий (для формирования устойчивого нейробиохимического эффекта необходима систематичность) и недостаточной осознанностью связи между физической активностью и психическим состоянием. Последнее косвенно подтверждается тем, что лишь 7% студентов называют физическую нагрузку основным способом борьбы со стрессом.

Примечательно, что 43% участников согласны с утверждением о нехватке физической активности для поддержания психического здоровья. Это свидетельствует о том, что значительная часть студентов осознаёт потребность в большей активности, однако не переводит это осознание в реальное поведение - ситуация, известная в психологии как «разрыв между намерением и действием» (intention-behaviour gap). Данный разрыв является целевым объектом для образовательных и мотивационных интервенций в университетской среде.

В совокупности результаты опроса подтверждают вывод, сделанный в ряде научных работ [Соловьёв, Ильинич]: физическая культура обладает реальным антистрессовым потенциалом, однако её эффективность требует именно регулярности и сохранения активности в напряжённые периоды. Студенты в целом понимают значимость физической активности, но сталкиваются с практическими барьерами, преодоление которых требует как личной стратегии планирования, так и системной поддержки со стороны учебного заведения.

Вывод. Проведённое исследование показало, что студенты испытывают значительный стресс в учебный период, причём экзамены оказывают наиболее выраженное воздействие на их эмоциональное состояние. Большинство респондентов физически активны, демонстрируют разнообразие в выборе видов нагрузок и в целом понимают связь между физической культурой и психическим благополучием. Однако именно в период наибольшего стрессового напряжения - во время сессии - 61% студентов прекращают или резко сокращают физическую активность, лишая себя одного из наиболее эффективных и биологически обоснованных инструментов снижения тревожности.

Главными барьерами для регулярных занятий являются дефицит времени и усталость от учёбы - факторы, которые поддаются коррекции при грамотном планировании. Современные данные свидетельствуют о том, что даже 30 минут умеренной нагрузки трижды в неделю достаточно для ощутимого положительного эффекта. Включение физической активности в недельное расписание студента, выбор доступного и приятного вида нагрузки, а также формирование устойчивой привычки к движению – всё это может стать практическим ответом на проблему хронического стресса.

Результаты опроса также подчёркивают необходимость просветительской работы: многие студенты не воспринимают физическую культуру как инструмент антистрессовой стратегии, предпочитая пассивные способы отдыха (сон, развлечения). Повышение осознанности в отношении нейробиологических механизмов влияния физических упражнений на психику способно мотивировать молодых людей сохранять активность даже в самые напряжённые учебные периоды. Физическая культура - это не дополнительная нагрузка поверх учёбы, а её необходимое условие и ресурс.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1) Бодров, В.А. Психологический стресс: развитие и преодоление. – М.: ПЕР СЭ, 2006. – 528 с.
- 2) Виленский, М.Я. Физическая культура и здоровый образ жизни студента: учебное пособие / М.Я. Виленский, А.Г. Горшков. – М.: Гардарики, 2007. — 218 с.
- 3) Григорьева, С.А. Стресс-факторы в процессе учёбы студентов и пути их нейтрализации // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии. – Кемерово, 2004.
- 4) Ильинич, В.И. Физическая культура студента. – М.: Гардарики, 2000. – 448 с.
- 5) Кабачков, В.А. Профессиональная физическая культура в системе непрерывного образования молодежи: научно-методическое пособие / В.А. Кабачков, С.А. Полиевский, А.Э. Буров. – М.: Советский спорт, 2010. – 295 с.
- 6) Соловьёв, Г.М. Здоровьесберегающая система в обеспечении качества образования, здоровья и формирования культуры здорового образа жизни учащейся молодежи: монография. – М.: Илекса, 2009. – 264 с.
- 7) Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis / F.B. Schuch [et al.] // JAMA Psychiatry. – 2016.

РОЛЬ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА В ПРОФОРИЕНТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Р.С. Доев¹, Т.В. Малкова²

Научный руководитель – **Т.В. Малкова**, старший преподаватель

¹Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования „Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I“ в г. Ярославле

²Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматриваются основные формы и методы профориентационной работы, проводимой кафедрой физического воспитания в ЯГТУ. Приведены примеры наиболее интересных мероприятий и форм работы, направленных на улучшение эффективности профориентационной работы в вузе.

Ключевые слова: обучающиеся образовательных организаций, профориентационная работа, мероприятия, формы и методы профориентационной работы

THE ROLE OF UNIVERSITY SPORTS ACTIVITIES IN CAREER GUIDANCE FOR STUDENTS OF GENERAL EDUCATION ORGANIZATIONS

R.S. Doeв¹, T.V. Malkova²

Scientific Supervisor – **T.V. Malkova** Senior Lecturer

¹Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“St. Petersburg State Transport University of Emperor Alexander I” in Yaroslavl

²Yaroslavl State Technical University

This article discusses the main forms and methods of career guidance work conducted by the Department of Physical Education at YSTU. Examples of the most interesting activities and forms of work aimed at improving the effectiveness of career guidance at the University are given.

Keywords: students of educational organizations, career guidance, activities, forms and methods of career guidance

В научно-теоретических источниках профессиональная ориентация трактуется как многоаспектный динамический процесс, в ходе которого у будущих специалистов конструируется система базисных взаимосвязей с профессионально-трудовой сферой [3]. Данный процесс детерминирует актуализацию и самовыражение интеллектуально-духовного и физического потенциала личности, а также способствует выстраиванию релевантных карьерных интенций, перспективных планов и формированию объективной Я-концепции субъекта в роли профессионала [3]. В практическом аспекте профориентация представляет собой структурированный комплекс специализированных мероприятий. Эти инструменты обеспечивают индивиду возможность верификации и выбора направления трудовой деятельности, исходя из баланса личных потребностей и индивидуальных психофизиологических ресурсов. При этом ключевая целевая установка профориентационной работы заключается в фасилитации процесса принятия обучающимися образовательных учреждений самостоятельного и научно обоснованного решения относительно своего карьерного пути.

В рамках реализации данных задач на базе Ярославского государственного технического университета (ЯГТУ) организуется ежегодное репрезентативное профориентационное мероприятие – «День открытых дверей». В ходе данных встреч выпускники средних и средне-специальных учебных заведений получают от профессорско-преподавательского состава и административных сотрудников ЯГТУ верифицированную информацию. Данный информационный блок детально раскрывает условия и алгоритмы

поступления в университет, специфику и преимущества получения высшего образования, а также особенности организации академического досуга и социокультурной жизни студенчества. Наиболее значимым вектором данного взаимодействия выступает детальное ознакомление потенциальных абитуриентов с перспективами и стратегиями дальнейшего трудоустройства выпускников вуза на рынке труда.

В рамках указанных встреч потенциальные абитуриенты в процессе прямой коммуникации с директорами институтов, представителями профессорско-преподавательского корпуса и студенческим активным активом получают исчерпывающие разъяснения по ключевым аспектам приемной кампании. Данный спектр вопросов охватывает как нормативно-методологическую базу (актуальный перечень вступительных испытаний, пороговые значения минимальных баллов, алгоритмы учета индивидуальных достижений поступающих), так и стратегические перспективы последующей профессиональной интеграции выпускников.

Кафедра физического воспитания ЯГТУ (далее – Кафедра) на протяжении всего академического года осуществляет профильную профориентационную деятельность. В ходе специализированных спортивно-ориентированных мероприятий будущие абитуриенты детально знакомятся с материально-технической базой и спортивной инфраструктурой университета. Организаторы раскрывают специфику функционирования сборных команд и спортивных секций, доступных для обучающихся, а также демонстрируют методические особенности реализации элективных дисциплин по физической культуре и спорту.

К числу доминирующих векторов профориентационной работы Кафедры относятся следующие программные мероприятия:

- «Кубок ректора ЯГТУ» по широкому спектру спортивных дисциплин (включая мини-футбол, баскетбол, волейбол, настольный теннис, лапту, самбо и др.), организуемый среди учащихся общеобразовательных учреждений Ярославского региона и сопредельных областей.

- Региональный молодежный спортивно-патриотический фестиваль «Защитник», имеющий инклюзивный характер и объединяющий на одной площадке учащихся школ, студентов профессиональных образовательных организаций (ПОО) и высших учебных заведений.

- Открытые первенства ЯГТУ по инновационным и традиционным видам спорта, включая русскую лапту, тэг-регби, дрон-рейсинг и тактическую стрельбу.

- Специализированные мастер-классы по различным видам двигательной активности и единоборств (самбо, лапта, тэг-регби и т.п.), направленные на демонстрацию спортивно-методического потенциала вуза.

- Обеспечение функционирования Ярославских школьных лиг по различным игровым видам спорта (в частности, по баскетболу) на базе спортивных объектов и площадок университета [2].

Эмпирический анализ статистических данных приемной кампании ЯГТУ позволяет констатировать наличие детерминированной взаимосвязи между вовлеченностью средних учебных заведений в спортивно-массовые мероприятия университета и последующим выбором данного вуза их выпускниками. В ходе проведенного исследовательского контур-анализа (методом анкетирования студентов первого курса) были верифицированы ключевые параметры распределения контингента обучающихся. В частности, определена региональная представленность первокурсников по субъектам их прежнего проживания (рис. 1), детализирована географическая структура дестинаций в разрезе населенных пунктов Ярославской области (рис. 2), а также осуществлен дифференцированный расчет процентного соотношения поступивших в зависимости от типа и наименования образовательной организации, являвшейся предыдущим местом обучения (табл. 1).

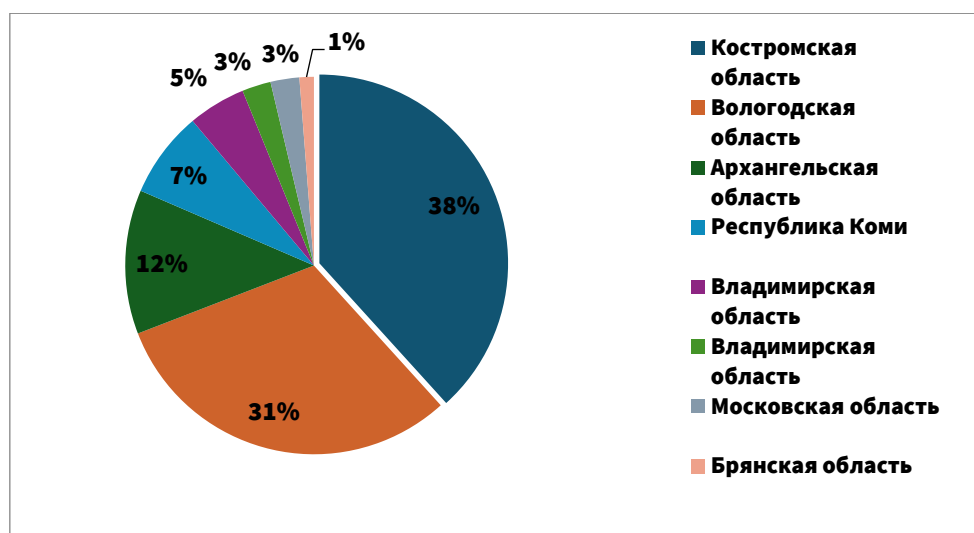


Рис. 1. Диаграмма «Территориальная принадлежность студентов, обучающихся на 1-ом курсе»

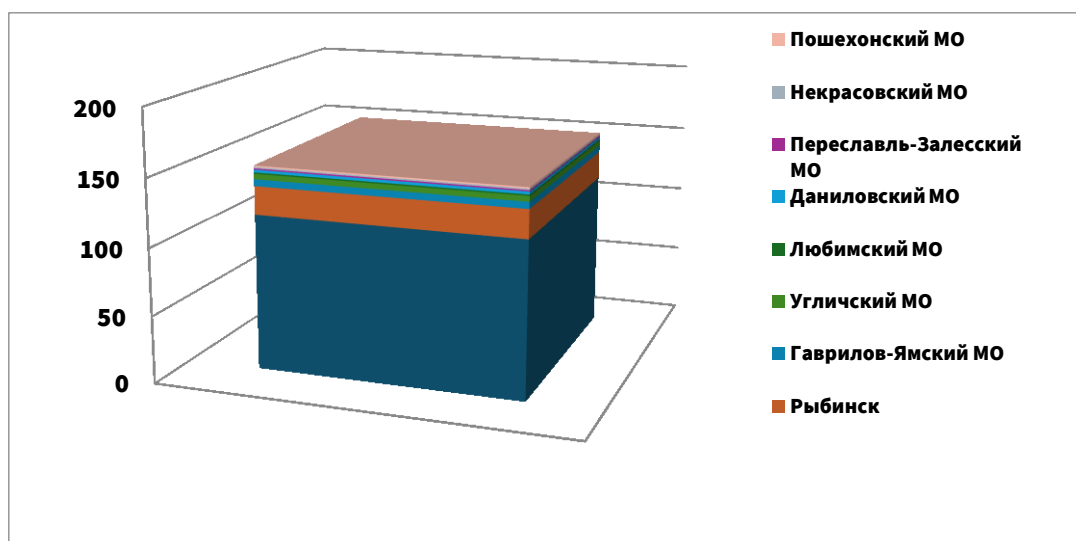


Рис. 2. Диаграмма «Распределение студентов Ярославской области по населенным пунктам»

Таблица 1. Процентное соотношение студентов по образовательным организациям г. Ярославля, которые они заканчивали перед поступлением в ЯГТУ

Наименование образовательной организации	доля от поступивших
МОУ «Средняя школа №58 с углубленным изучением предметов естественно-математического цикла»	7,89%
МОУ "Гимназия №1"	7,02%
МОУ «Средняя школа №2» имени Л.П.Семёновой	6,14%
ГОУ ЯО "Лицей №86"	4,39%
МОУ "Средняя школа №48"	4,39%
МОУ «Гимназия №2»	4,39%
МОУ «Средняя школа №31»	4,39%
МОУ «Средняя школа №59»	4,39%
МОУ «Средняя школа №74 имени Ю.А. Гагарина»	3,51%
МОУ «Средняя школа №89»	3,51%
Остальные ОО г. Ярославля	50%

Необходимо подчеркнуть, что профориентационные мероприятия обладают выраженной двусторонней эффективностью. Данный процесс детерминирует не только успешную адаптацию потенциальных абитуриентов, получающих первичное представление о профессорско-преподавательском составе, материально-технической базе и специфике спортивной инфраструктуры высшего учебного заведения, но и выступает действенным инструментом для профессорско-преподавательского и тренерского корпуса. Программные мероприятия, реализуемые в рамках профориентационной деятельности Кафедры, служат эффективным механизмом селекции и спортивного отбора перспективного контингента для комплектования сборных команд университета. Эмпирический опыт показывает, что учащиеся, продемонстрировавшие высокий уровень физической и технико-тактической подготовленности в ходе данных соревнований, успешно интегрируются в спортивную элиту вуза и зачисляются в сборные команды уже на этапе первого семестра обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) День открытых дверей ярославского Политеха! // ЯГТУ: [сайт]. – URL: https://www.ystu.ru/events/student/den-otkrytykh-dverei-yaroslavskogo-politekha/?sphrase_id=408103 (дата обращения: 10.04.2026).
- 2) Кафедра «Физическое воспитание» ЯГТУ: группа VK. – URL: https://vk.com/ystu_physedu (дата обращения: 10.04.2026).
- 3) Пряжников, Н.С. Самоопределение и профессиональная ориентация учащихся: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Н.С. Пряжников, Л.С. Румянцева. – М.: Академия, 2013. – 208 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАССОВОГО СПОРТА В ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ ЧЕРЕЗ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ

А.В. Мельникова, С.Д. Сахарук

Научный руководитель – **А.В. Райхлина**, канд. экон. наук, доцент

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Ярославский филиал

В статье представлены результаты социологического опроса молодежи, посвященного теме развития массового спорта в Ярославской области, в которой особое внимание уделяется вопросам совершенствования механизмов государственной поддержки вовлечения молодых людей в здоровый образ жизни. Определены основные факторы вовлечённости молодых людей в занятия спортом. Предложены рекомендации по повышению доступности спортивных объектов и повышению роли физической активности в повседневной жизни молодёжи.

Ключевые слова: массовый спорт, молодёжь, Ярославская область, развитие спорта, спортивная инфраструктура, механизмы государственной поддержки

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF MASS SPORTS IN THE YAROSLAVL REGION THROUGH THE IMPROVEMENT OF THE STATE SUPPORT MECHANISMS

A.V. Melnikova, S.D. Sakharuk

Scientific Supervisor – **A.V. Raikhlina**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Financial University under the Government of the Russian Federation, the Yaroslavl branch

The article presents the results of a sociological youth survey on the development of mass sports in the Yaroslavl region, which focuses on improving the mechanisms of state support for the involvement of young people in a healthy lifestyle. The main factors of young people's involvement in sports are identified. Recommendations are proposed to increase the accessibility of sports facilities and enhance the role of physical activity in the daily lives of young people.

Keywords: mass sports, youth, Yaroslavl region, sports development, sports infrastructure, state support mechanisms

Развитие массового спорта имеет разностороннее значение для региона. Во-первых, это укрепление здоровья населения. Регулярная физическая активность способствует снижению уровня хронических заболеваний, повышает работоспособность и продолжительность жизни. Во-вторых, массовый спорт выполняет важную социальную функцию для подрастающего поколения - он способствует адаптации молодёжи, формирует навыки командной работы, дисциплины и ответственности. В-третьих, развитие спорта напрямую связано с показателями экономического роста: развития спортивной инфраструктуры и создания новых рабочих мест.

«Массовый спорт - часть спорта, направленная на физическое воспитание и физическую подготовку граждан посредством их вовлечения в систематические занятия физической культурой и спортом путем предоставления возможности для проведения организованных и (или) самостоятельных занятий и (или) для участия в физкультурных мероприятиях и спортивных соревнованиях» [1].

В отличие от профессионального спорта, основной целью массового спорта является не достижение высоких спортивных результатов, а укрепление здоровья, повышение качества жизни и формирование сложившихся привычек здорового образа жизни [2].

Для Ярославской области, как и для большинства регионов России, развитие массового спорта является приоритетным направлением государственной политики, однако требует совершенствования механизмов поддержки. В соответствии со Стратегией развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года главной целью является увеличение доли граждан, регулярно занимающихся спортом до 70% [3].

В этой связи важно отметить реализацию муниципальной программы «Развитие физической культуры и спорта в городе Ярославле» на 2023–2028 годы. Целью программы является формирование у населения взглядов и установок, ориентированных на ведение здорового образа жизни, посредством привлечения к занятиям физической культурой и спортом. Программа нацелена на увеличение доли граждан, систематически занимающихся физической культурой и спортом (в возрасте 3–79 лет), в общей численности населения (в возрасте 3 - 79 лет) до 64% и повышение уровня удовлетворенности граждан созданными условиями для занятий физической культурой и спортом (по результатам социологических исследований) до 66% [4].

В рамках исследования мы провели опрос среди жителей региона с целью выявления отношения к занятиям спортом, предпочтений и существующих барьеров. В опросе приняли участие преимущественно молодые люди: 94,1% респондентов - учащиеся, 5,9% - работающие. Распределение по полу: 67,4% - женщины, 32,6% - мужчины, что позволяет сделать акцент на восприятии спорта именно среди студенческой молодёжи.

Результаты показали, что наиболее популярными видами физической активности являются:

- 1) силовые тренировки (54,1%),
- 2) бег и ходьба (50,6%),
- 3) фитнес и йога (44,7%),
- 4) танцы (29,4%),
- 5) командные виды спорта (25,9%),
- 6) плавание (14,1%).

Это свидетельствует о высоком интересе к индивидуальным и доступным видам активности, не требующим сложной организации. Что касается мест занятий спортом, респонденты чаще всего выбирают:

- 1) фитнес-клубы и тренажёрные залы (50%),
- 2) занятия дома (47,6%),
- 3) университетские спортивные залы (19%),
- 4) открытые площадки (13,1%).

Таким образом, значительная часть опрошенных ориентируется либо на торговые сети, либо на самостоятельные занятия.

При этом были выявлены существенные ограничения, препятствующие регулярным занятиям спортом:

- 1) нехватка времени (40,7%),
- 2) отсутствие мотивации (26,7%),
- 3) высокая стоимость абонементов (26,7%),
- 4) стеснение или отсутствие понимания, с чего начать (23,3%),
- 5) проблемы со здоровьем (16,3%).

Полученные данные показывают, что, несмотря на высокий интерес к спорту, существует ряд организационных ограничений, требующих внимания со стороны органов государственной власти.

Анализ результатов опроса среди молодежи, позволяет сделать вывод о наличии значительного потенциала для развития массового спорта в Ярославской области. В ходе опроса, были выявлены наиболее существенные проблемы, с которыми сталкиваются молодые люди, несмотря на свое стремление к здоровому образу жизни.

На основе проведённого анализа перспективными с точки зрения совершенствования механизмов государственной поддержки нам представляются следующие меры:

1. С привлечением волонтеров провести аудит задействования имеющихся городских спортивных объектов - спортивных площадок, стадионов, уличных тренажеров, бассейнов для оценки трафика и эффективности использования.

2. Провести городской конкурс среди спортивных и образовательных организаций, любительских коллективов на тему наилучшего использования данных объектов с точки зрения повышения их узнаваемости и увеличения активности их использования разными возрастными группами [5].

3. Для победителей конкурса предусмотреть гранты на реализацию их спортивных просветительских проектов на базе данных объектов с целью проведения спортивных мероприятий и обеспечения необходимым инвентарём.

4. Проведение спортивных тематических мероприятий (кружков, фестивалей, соревнований) осуществлять на регулярной основе, создав соответствующий онлайн календарь на сайте мэрии. Особое внимание следует уделять командным видам спорта, поскольку такие мероприятия объединяют людей и популяризируют здоровый образ жизни. Для участников мероприятий можно предусмотреть бонусы, которые можно будет обменивать на ценные призы (например, мерч любимой команды).

5. В Ярославле как столице Золотого кольца и крупном спортивном центре можно инициировать проведение ежегодной конференции муниципальных специалистов по молодежной политике и спорту для обмена успешными практиками по вовлечению молодежи в спорт.

В целом, данная работа должна осуществляться на системной основе и комплексно, с использованием различных методов [6].

Таким образом, результаты исследования демонстрируют высокий уровень интереса молодёжи Ярославской области к занятиям спортом. Выявлены проблемы, с которыми сталкиваются молодые люди, такие как нехватка времени, недостаточная мотивация, высокая стоимость абонементов. Реализация предложенных мер поможет достигнуть цели муниципальной программы и Стратегии развития физической культуры и спорта до 2030 года. Это будет способствовать укреплению здоровья молодежи и позитивно отразиться на социально-экономическом развитии региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) «О физической культуре и спорте в Российской Федерации»: Федеральный закон от 04.12.2007 № 329-ФЗ. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_73038/cc4ec50f25155f454528b9eb785c5d12e656e7d4/ (дата обращения: 03.04.2026).

2) Пономарев, И.Е. Воспитательный потенциал массового спорта и проблемы его реализации в среде современной российской молодежи / И.Е. Пономарев, П.С. Самыгин, Л.В. Самыгина // Наука. Образование. Современность. – 2024. – № 2. – С. 149-155. – DOI:10.24412/2658-7335-2024-2-13.

3) «Об утверждении Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года»: Распоряжение Правительства РФ от 24.11.2020 № 3081-р– URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_369118/ (дата обращения: 06.04.2026).

4) Об утверждении муниципальной программы “Развитие физической культуры и спорта в городе Ярославле” на 2023–2028 годы»: Постановление мэрии города Ярославля от 03.11.2022 N 992 «Постановление мэрии города Ярославля от 03.11.2022 N 992. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/406287422?ysclid=mnpuatnbbk503878823> (дата обращения: 05.04.2026).

5) Миронов, В.Д. Способы оптимизации привлечения молодежи к занятиям физической культурой и спортом / В.Д. Миронов // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. – 2020. – № 2 (180). – С. 259-264.

6) Методические рекомендации субъектам Российской Федерации, направленные на повышение эффективности вовлечения населения в систематические занятия физической культурой и спортом. – URL: <https://vniifk.ru/content/science/Методические%20рекомендации%20FIN.pdf> (дата обращения: 05.04.2026).

ВКЛЮЧЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ИГР В ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ПРОЦЕСС БОРЦОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ВЕДЕНИЕ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ ПОЕДИНКОВ

Я.А. Прокопенко

Научный руководитель – **В.Н. Ершов**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается включение дополнительных упражнений игрового формата в тренировочном процессе борцов. В последствие, методом стенографии устанавливается картина ведения соревновательного поединка каждого спортсмена и определение влияния игровых упражнений на характер борьбы.

Ключевые слова: подвижные игры, метод стенографии, соревновательные поединки борцов

INCLUSION OF MOVABLE GAMES IN THE TRAINING PROCESS OF WRESTLERS AND THEIR IMPACT ON COMPETITIVE FIGHTING

Y.A. Prokopenko

Scientific Supervisor – **V.N. Ershov**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article considers the inclusion of additional exercises in the training process of wrestlers. Subsequently, the stenography method is used to establish the pattern of each athlete's competitive match and determine the impact of the exercises on the nature of the wrestling.

Keywords: mobile games, stenography method, competitive matches of wrestlers

Введение. Современная спортивная борьба (вольная, греко-римская, самбо, дзюдо) характеризуется постоянным ростом плотности соревновательных действий, повышением требований к скоростно-силовой подготовке, координационным способностям и тактическому мышлению спортсменов. В условиях жесткой конкуренции традиционные методы тренировки, основанные на многократном повторении технико-тактических действий (ТТД) в стандартных условиях, не всегда позволяют сформировать у борцов необходимую вариативность поведения и способность к нестандартным решениям в дефиците времени [4].

Одним из перспективных направлений оптимизации тренировочного процесса является включение подвижных игр. Исторически игра служит естественной формой двигательной активности, однако в подготовке высококвалифицированных борцов она зачастую рассматривается лишь как средство общей физической подготовки (ОФП) на начальных этапах или как способ активного отдыха. Потенциал подвижных игр для моделирования вероятностных, конфликтных и быстро меняющихся ситуаций, максимально приближенных к структуре соревновательного поединка, используется недостаточно [5].

В научно-методической литературе широко представлены работы по применению подвижных игр в детско-юношеском спорте (Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов). Исследования влияния игрового метода на специальную выносливость и ловкость в единоборствах немногочисленны и фрагментарны [2]. Остается открытым вопрос о том, каким образом дозированное включение игр разной направленности (на реакцию, на тактическое взаимодействие, на преодоление сопротивления) трансформирует ключевые параметры соревновательной деятельности борцов: скорость атаки, эффективность защиты, скорость переключения между действиями защиты и нападения, темп соревновательного поединка и качество действий при борьбе за захват.

С одной стороны, существует очевидная потребность тренерской практики в инструментах повышения «игрового интеллекта» и креативности борца на ковре [3]. С другой стороны, отсутствует научно обоснованная методика интеграции подвижных игр в тренировочный процесс на этапах углубленной специализации и спортивного совершенствования, а также недостаточно эмпирических данных о переносе игровых навыков в структуру соревновательного поединка

Методика и организация исследования. В ходе исследовательской работы использовался метод стенографической записи поединков, как наиболее доступный.

В проведении эксперимента принимали участие 40 участников, члены сборных команд по самбо ЯГТУ и ЯВВУ ПВО и ЯрГУ им. П.Г. Демидова. В процессе работы 8-10 поединков записывались системой символов, обозначающих приемы (табл. 1). Анализ записей позволил получить искомые показатели.

Эффективность техники нападения ($\mathcal{E}_\text{н}$) определялась по формуле:

$$\mathcal{E}_\text{н} = \frac{n}{N} \cdot 100 \%,$$

где, n – количество удачно проведенных приемов, N – общее количество попыток проведения приемов.

Эффективность защиты ($\mathcal{E}_\text{з}$) определялась по формуле

$$\mathcal{E}_\text{з} = \frac{n_\text{з}}{N_\text{н}} \cdot 100 \%,$$

где, $n_\text{з}$ – количество попыток проведения приемов, от которых борец защитился, $N_\text{н}$ – общее количество попыток проведения приемов противником.

Для сравнительного анализа использовались показатели эффективности нападения и защиты ведущих спортсменов страны [1, 3].

Темп соревновательного поединка ($T_\text{б}$) определялся по формуле

$$T_\text{б} = \frac{N_\text{н} + N_\text{з}}{300} \cdot 100 \%,$$

где, $N_\text{н}$ – количество попыток проведения приемов в нападении, $N_\text{з}$ – общее количество попыток проведения приемов в защите.

Эффективность борьбы на захватах ($\mathcal{E}_\text{захв}$) определялась по формуле

$$\mathcal{E}_\text{захв} = \frac{K}{N_\text{к}} \cdot 100 \%,$$

где, K – количество успешных проведенных технических приемов (владение захватом); $N_\text{к}$ – общее количество попыток взятия захвата в соревновательной встрече.

Таблица 1. Показатели эффективности характеристик студентов и курсантов до включения подвижных игр в тренировочный процесс

Показатели	Студенты ЯГТУ	Курсанты ЯВВУ ПВО	Студенты ЯрГУ
Эффект. нап. ($\mathcal{E}_\text{н}$)	24%	28%	29%
Эффект. защ. ($\mathcal{E}_\text{з}$)	65%	71%	70%
Темп сор. поединка ($T_\text{б}$)	6%	10%	8%
Эффект. борьбы на захватах	34%	37%	40%

Подвижные игры, включаемые в тренировочный процесс борцов, не являются хаотичным или исключительно развлекательным средством. Они имеют строго очерченные педагогические задачи и направлены на развитие специфических качеств и способностей, которые непосредственно переносятся на ведение соревновательного поединка. На основании анализа стенограмм реальных схваток (выявивших типичные дефициты) и теоретических положений спортивной педагогики, а также из практики борьбы самбо были определены следующие ключевые направления для подбора необходимых подвижных игр на

занятиях: игры, направленные на сокращение латентного времени ответной двигательной реакции борца, на развитие умения предугадывать намерения соперника по его позе, микродвижениям и изменению ритма, на повышение координационной устойчивости технико-тактических действий (ТТД) и на развитие способности скрывать истинные намерения.

После проведения экспериментальной части исследования, повторно производился анализ ведения соревновательных поединков стенографическим методом (табл. 2).

Таблица 2. Показатели эффективности характеристик студентов и курсантов после включения подвижных игр в тренировочный процесс

Показатели	Студенты ЯГТУ	Курсанты ЯВВУ ПВО	Студенты ЯрГУ
Эффект. нап. (Эн)	26%	29%	31%
Эффект. защ. (Эз)	69%	73%	71%
Темп сор. поединка (T_6)	10%	12%	10%
Эффект. борьбы на захватах	40%	39%	42%

Результаты исследования и их обсуждение. Включение подвижных игр в тренировочный процесс борцов привело к улучшению всех анализируемых показателей соревновательной деятельности (эффективность нападения, защиты, темп поединка, борьба на захватах) без исключения. Это подтверждает педагогическую целесообразность использования подвижных игр как средства специальной подготовки.

Выводы. Включение подвижных игр в тренировочный процесс борцов оказывает комплексное положительное влияние на ведение соревновательных поединков. Наиболее ярко это проявляется в ускорении темпа схватки, повышении эффективности борьбы на захватах (особенно у исходно слабой группы) и росте результативности атакующих и защитных действий. Полученная динамика обосновывает рекомендацию по систематическому применению подвижных игр на этапах спортивного совершенствования, причём наибольший эффект достигается у спортсменов с низким исходным уровнем подготовленности. Для дальнейшего прогресса курсантов и студентов ЯрГУ требуется усложнение игровых заданий (введение дополнительных помех, тактических задач, ограничения времени на решение).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Крупник, Е.Я. «Применение специализированных подвижных игр для совершенствования физической подготовленности и технико-тактического мастерства студентов-самбистов»: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1998.
- 2) Аванесян, А.А. Развитие координации у юных самбистов средствами подвижных игр / А.А. Аванесян, Д.Н. Баева, Ю.А. Загоруйко // Вестник науки. – 2024. – Т. 3, № 10 (79). – С. 1105 - 1110. – URL: <https://www.вестник-науки.рф/article/18018>
- 3) Чумаков, Е.М. Тактика борца-самбиста / Е.М. Чумаков. – М.: Физкультура и спорт, 1976. – 224 с.
- 4) Табаков, С.Е. САМБО: Интерактивный справочник-энциклопедия. Том 4/ С.Е. Табаков . – ООО «ВИПв», CD, 2008.
- 5) Методическое пособие по самбо для общеобразовательных организаций. – М., 2016. – URL: z1zpxxyzlyj8iah8m56a.pdf - Яндекс Документы
- 6) Крупник Е.Я. Игровые комплексы в оптимизации мастерства борцов / Е.Я. Крупник, В.Л. Щербаков. – М.: Советский спорт, 2014. – 176 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ ФУТБОЛИСТОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОСВОЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ НАВЫКОВ

А.Р. Ромашов, В.А. Горшенин

Научный руководитель – **В.А. Горшенин**, старший преподаватель,

Ярославский государственный технический университет

Настоящее исследование посвящено анализу эмпирических работ 2022–2025 гг., рассматривающих внедрение технологий виртуальной реальности (VR) в подготовку футболистов. Анализ научных источников показывает, что в практике применяются три основных типа симуляторов: шлемы виртуальной реальности (HMD), проекционные системы (CAVE) и экранные тренажеры. Рандомизированное контролируемое исследование с участием 22 игроков возрастных групп U16–U17 ($16,77 \pm 0,42$ года) зафиксировало рост частоты сканирования поля на 198–456% после семинедельного VR-тренинга. Эксперимент на выборке из 61 ребенка 9–11 лет подтвердил перенос навыка удара головой из виртуальной среды в реальные условия. Данные свидетельствуют о превосходстве VR-интервенций над пассивным контролем по когнитивным параметрам, однако результаты переноса сложных технических элементов остаются дискуссионными.

Ключевые слова: виртуальная реальность, футбол, технические навыки, сенсомоторный перенос, частота сканирования, точность передач, иммерсивное обучение

USE OF VIRTUAL REALITY PROGRAMS IN THE TRAINING PROCESS OF FOOTBALL PLAYERS AND THEIR IMPACT ON THE DEVELOPMENT OF TECHNICAL SKILLS

A.R. Romashov, V.A. Gorshenin

Scientific Supervisor – **V.A. Gorshenin**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article presents an analysis of empirical studies from 2022–2025 on the application of virtual reality (VR) technologies in football training. A systematic review of 18 empirical studies (2014–2023) identified three types of VR tools: HMD, CAVE, and screen-based simulations. An RCT involving 22 U16–U17 players (16.77 ± 0.42 years) showed a 198–456% increase in scanning frequency following 7 weeks of VR training. Transfer of heading skills from VR to real-world conditions was confirmed in a sample of 61 children aged 9–11. VR interventions outperform passive controls on cognitive measures, but evidence for transfer of complex technical skills remains contradictory.

Keywords: virtual reality, football, technical skills, sensorimotor transfer, scanning frequency, passing accuracy, immersive learning

Введение

Актуальность работы определяется тем, что современная игровая деятельность в футболе характеризуется жестким дефицитом времени на принятие решений и необходимостью точного исполнения технических приемов в постоянно меняющейся обстановке. Анализ научных источников показывает, что традиционные тренировочные методики не всегда способны воспроизвести перцептивную нагрузку реального матча, что формирует устойчивый разрыв между тренировочными и соревновательными условиями. Если теперь обратиться к технологическим возможностям, то первое, что нужно отметить, это способность VR-сред моделировать игровые эпизоды с контролируемой вариативностью стимулов. В связи с этим ключевым вопросом остается не только оценка эффективности виртуального тренинга, но и верификация возможности переноса приобретенных навыков на реальное игровое поле.

Методы оценки эффективности VR-тренинга. Степень разработанности научной проблемы исследована достаточно широко в научных работах различных авторов. Систематический обзор 18 эмпирических исследований (2014–2023 гг.), проведенный по методу PRISMA, позволил классифицировать применяемые инструменты симуляции на три группы: шлемы виртуальной реальности (HMD), проекционные системы (CAVE) и экранные симуляторы. В трудах таких ученых, как Leitner и Richlan, представлена точка зрения,

согласно которой виртуальные среды демонстрируют высокую результативность в отработке техники и тактических решений. Следует отметить, что виртуальные тренажёры открывают возможности для отработки технических приёмов в сценариях, воспроизведение которых на реальном поле сопряжено с повышенным травматизмом или организационными ограничениями. В результате изучения и обобщения разных научных взглядов на проблему можно выделить следующие положения, которые определяют теоретико-методологическую основу нашего исследования. Учитывая изложенное, полагаем, что внедрение подобных технологий требует независимой валидации программного обеспечения и обязательного лонгитюдного сопровождения для оценки устойчивости переноса навыков в соревновательную деятельность.

Когнитивно-моторный тренинг в VR: влияние на сканирование поля и точность передач. В исследовательской работе Erişik с группой соавторов (2025) применялась модель случайного распределения испытуемых. Под наблюдение попали двадцать два атлета подростковых составов (диапазон U16–U17, усредненный биологический возраст 16,77 при отклонении 0,42). Одна подгруппа в одиннадцать человек на протяжении семинедельного цикла взаимодействовала с инструментарием SensiballVRTM (устройство HTC Vive Pro Eye дополнялось сенсорной обувью), в то время как вторая половина ограничилась стандартными занятиями. У участников экспериментальной группы, проходивших тренинг в виртуальной среде, зафиксирован значительный рост показателей обзорного поведения: минимальный прирост составил 198%, максимальный достиг 456%. Абсолютные значения увеличились с 18 до 43 эпизодов сканирования в фазе ожидания мяча и с 257 до 714 в бесконтактной фазе игры (для сравнения: в контрольной группе изменения варьировались в диапазоне от –12% до +37%; $p < 0,01$, $ES = 0,58–0,83$). В отношении точности передач результаты оказались неоднородными. Преимущество VR-группы по коротким передачам в одно касание составило 38% ($p = 0,006$, $ES = 0,83$), по проникающим передачам – 108% ($p = 0,029$, $ES = 0,66$). Вместе с тем после введения поправки на множественность сравнений (FDR) статистическая значимость эффекта для передач, выполняемых с предварительным контролем мяча, была утрачена ($q = 0,199$). В действиях, предполагавших несколько касаний, значимых изменений не выявлено ($p > 0,05$).

Проведенный анализ свидетельствует о том, что VR-интервенции обеспечивают устойчивый прирост показателей, относящихся к перцептивно-когнитивной сфере, в первую очередь частоты визуального сканирования игрового пространства. Однако их влияние на сложные многосоставные технические действия, такие как передачи в несколько касаний, требует дополнительного обоснования. На это обращали внимание ряд исследователей, осознавая, что виртуальная среда пока не в полной мере воспроизводит биомеханическую нагрузку и проприоцептивную обратную связь реального взаимодействия с мячом.

Перенос моторного навыка из VR в реальные условия: экспериментальные данные. Lozano-Tarazona и Pinzón (2024) провели эксперимент по переносу навыка удара головой из виртуальной среды в реальный футбол. В исследовании участвовал 61 ребенок в возрасте 9–11 лет (37 девочек), распределенных в три группы: контрольная группа без тренировки; группа, занимавшаяся в оригинальной VR-среде, разработанной авторами; и группа, тренировавшаяся в коммерческой VR-системе. Ключевым элементом дизайна выступала педагогическая прогрессия: авторская среда включала принципы постепенного усложнения и вариативности стимулов. Полученные данные зафиксировали, что обе тренированные группы значительно улучшили навык удара головой по сравнению с контрольной выборкой. Более того, участники, работавшие в оригинальной среде, показали более высокую результативность, чем группа, использовавшая стороннюю разработку. Авторы атрибутируют этот эффект именно элементам дизайна, в частности принципу педагогической прогрессии.

В то же время, оценивая возможность переноса сложных технических навыков, следует констатировать отсутствие единой позиции в научном сообществе. В этом контексте показательны данные, полученные Page и коллегами (2026). В их эксперименте, где применялись краткие сеансы длиной в двадцать минут на отрезке в четыре недели,

наблюдалось дескриптивное наращивание визуального поиска на 49% внутри выборки. Тем не менее, при строгом межгрупповом сопоставлении статистическая убедительность этого превосходства оказалась сомнительной ($F=2,56$, $p=0,132$), а точность пасовых решений осталась на исходных рубежах ($p=0,882$). Из указанного следует не неэффективность методики как таковой, а лишь то обстоятельство, что спрессованные во времени интервенции едва ли обладают достаточным ресурсом для кардинальной перестройки двигательных автоматизмов и их дальнейшего закрепления на зеленом газоне.

Эффекты VR на сенсомоторные навыки в специализированных задачах. Bresciani и соавт. (2024) использовали симулятор дополненной реальности с голографическим вратарем для тренировки пенальти. В эксперименте участвовали 13 молодых элитных игроков. Разработчики внедрили алгоритмы машинного обучения для поддержания оптимального уровня сложности, динамически адаптируя поведение виртуального вратаря к действиям спортсмена. Десять тренировочных сессий по 20 ударов сократили порог перенаправления удара на 120 мс, что составило 28% улучшения относительно исходного показателя. Не менее важно и то, что снижение порога перенаправления наблюдалось у всех тренированных игроков, и при прочих равных условиях это соответствовало оценке улучшения успешности реализации пенальти на 35%. Полученные данные позволяют утверждать, что комбинация VR/AR с адаптивными алгоритмами способна производить измеримые изменения в тонких сенсомоторных навыках за относительно короткий период.

Rusmanto и соавт. (2023) организовали 12-недельное рандомизированное контролируемое исследование с участием 40 молодых футболистов из Университета Джокьякарты (Индонезия). Измерения включали оценку вовлеченности в спорт (Sport Engagement Scale) и технических навыков через тесты на точность ударов и передач. Основные результаты показали, что VR значительно повысила уровень спортивной вовлеченности ($p<0,05$) и технических навыков ($p<0,05$). Авторы делают вывод, что внедрение виртуальных технологий вносит положительный вклад в изменение уровня технической подготовленности спортсменов.

Противоречия в данных и факторы, влияющие на эффективность VR. Сопоставление данных представленных исследований указывает на систематическое противоречие. VR-тренинг стабильно превосходит традиционные методы по показателям перцептивно-когнитивных навыков, однако результаты переноса на сложные технические действия неоднородны: ряд проектов рапортует о росте точности и улучшении сенсомоторной регуляции, тогда как другие испытания фиксируют нулевой прирост по тем же критериям. В крупной сводке, подготовленной Leitner и Richlan (2023) и охватившей двенадцать интервенционных проектов (почти пятьсот участников), подчеркивается, что смоделированные среды дают преимущество перед пассивным ожиданием или даже живым контролем в вопросах тактической гибкости и отклика на внезапные вызовы. Однако решающими факторами здесь видятся не столько сам факт наличия гарнитуры, сколько выстроенная архитектура усложнения задач и качество проработки окружения.

В аналогичном русле высказываются Mavroidi и группа ее единомышленников (2022), чей опыт с FITLIGHT Trainer на выборке из 38 юношей 10–15 лет показал существенные сдвиги во времени реагирования (минус 11,8%) и когнитивных тестах внутри группы, но при сравнении с традиционной подготовкой прибавка сверх нормы практически нивелировалась. Данный факт красноречиво указывает: позитивные колебания показателей внутри когорты еще не являются неопровержимым доказательством превосходства технологии, если не учтен естественный ход тренировочного прогресса.

Дискуссия и практические рекомендации. Синтезируя многочисленные взгляды на затронутую проблематику за последние три года, есть основания резюмировать следующее. Виртуальная реальность бесспорно эффективна для форсирования «футбольного кругозора» и скорости переработки зрительных сигналов (зафиксирован скачок частоты сканирования на сотни процентов, а порог перенаправления при пенальти сжимается на 120 мс). В то же время перенос на многокомпонентную технику носит ограниченный и не всегда предсказуемый характер: выигрыш очевиден для элементарных приемов и ударов корпусом у

младших возрастов, но сходит на нет в сложносочиненных эпизодах. Таким образом, есть все основания считать, что виртуальные среды следует позиционировать не как полноценную замену полевой работы, а в качестве дополнительного инструмента. Продолжительность курса желательно выдерживать в границах от шести до восьми недель при двух-трех включениях в недельный цикл. Перспективные изыскания должны сконцентрироваться на выверенных протоколах дозировки, чтобы добиться гарантированного переноса тонкой техники из симуляции в настоящую игровую действительность.

Заключение. На основе анализа эмпирических исследований 2022–2025 гг. установлено, что VR-технологии являются эффективным инструментом для развития перцептивно-когнитивных навыков футболистов, включая частоту сканирования поля (+198–456% после 7 недель тренинга), скорость обработки зрительной информации и антиципацию. Данные о переносе на технические навыки противоречивы: значимые эффекты подтверждены для коротких передач в одно касание (+38%) и сенсомоторного контроля при исполнении пенальти (сокращение порога перенаправления на 120 мс, +35% успешности), но не обнаружены в отношении многоходовых комбинаций и точности паса в условиях краткосрочных интервенций.

Прямое доказательство положительного переноса моторного навыка из виртуальной среды в реальную игровую деятельность получено на модели удара головой у детей 9–11 лет. Российские исследования подтверждают актуальность внедрения цифровых технологий, включая VR, в учебно-тренировочный процесс футболистов на различных этапах подготовки. Дальнейшие исследования должны быть направлены на стандартизацию протоколов VR-тренинга, определение пороговых доз для переноса сложных технических навыков и разработку интегрированных систем, сочетающих виртуальную реальность с биомеханическим анализом и обратной связью в реальном времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Erişik, K. Effects of virtual reality-based cognitive and technical drills on scanning and passing performance in youth football players: a randomized controlled study / K. Erişik, A.O. Cerrah, F.S. Cinarli // BMC Sports Science. Medicine and Rehabilitation. – 2025. – Vol. 17. – P. 371. – DOI: 10.1186/s13102-025-01425-7. PMID: 41444702.
- 2) Lozano-Tarazona, A.M. Improvement of real soccer motor skills using virtual reality / A.M. Lozano-Tarazona, D.M.R. Pinzón // Interactive Learning Environments. – 2024. – Vol. 32, No. 9. – P. 5766–5778. – DOI: 10.1080/10494820.2023.2231498.
- 3) It's not all in your feet: Improving penalty kick performance with human-avatar interaction and machine learning / J.-P. Bresciani [et al.] // The Innovation. – 2024. – DOI: 10.1016/j.xinn.2024.100584.
- 4) Leitner, M. Virtual training, real effects: a narrative review on sports performance enhancement through interventions in virtual reality / M. Leitner, F. Richlan // Frontiers in Psychology. – 2023. – Vol. 14. – DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1240790.
- 5) Evaluating the impact of VR training on scanning frequency in national level youth football: insights into transfer and performance / R. Page [et al.] // Virtual Reality. – 2026. – Vol. 30. – Article 92. – DOI: 10.1007/s10055-026-01357-8.
- 6) Virtual Reality to Promoting Sports Engagement and Some Technical skills in Junior Football Athletes: A 12-Week Randomized Controlled Trial / R. Rusmanto, T. Tomoliyus, A. Sulastion [et al.] // Retos. – 2023. – Vol. 50. – DOI: 10.47197/retos.v50.100319.
- 7) Application of Simulation Technology in Football Training: A Systematic Review of Empirical Studies // The Open Sports Sciences Journal. – 2024. – DOI: 10.2174/1875399X277947231228071109.
- 8) The Effects of a Visual Stimuli Training Program on Reaction Time, Cognitive Function, and Fitness in Young Soccer Players / C. Mavroidi [et al.] // Sensors. – 2022. – Vol. 22, No. 17. – P. 6680. – DOI: 10.3390/s22176680.
- 9) Внедрение технологии виртуальной реальности в футбол как инструмента повышения результативности / Я. Ван, Л.В. Капилевич, Ц. Ло, Ф. Сяо // Наука и спорт: современные тенденции. 2024. – Т. 12, № 3. – С. 53–57. – DOI: 10.36028/2308-8826-2024-12-3-53-57.
- 10) Низаметдинова, З.Х. Цифровые технологии в спорте: монография / З.Х. Низаметдинова, А.Е. Матвеев. – М.: Русайнс, 2023. – 185 с.

**ТРАНСФОРМАЦИЯ КЛАССИЧЕСКОГО ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ:
ИНТЕГРАЦИЯ ФИТНЕС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ КАЧЕСТВ ЛИЧНОСТИ**

В.В. Селиванова

Научный руководитель – **Л.А. Андриянова**, канд. экон. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Работа посвящена актуальной проблеме трансформации классического физического воспитания посредством интеграции фитнес-технологий для эффективного совершенствования двигательных качеств личности.

Ключевые слова: физическое воспитание, фитнес-технологии, двигательные качества, кроссфит, функциональный тренинг, трансформация образования, мотивация студентов

**TRANSFORMATION OF CLASSICAL PHYSICAL EDUCATION:
INTEGRATION OF FITNESS TECHNOLOGIES FOR EFFECTIVE
IMPROVEMENT OF PERSONAL MOTOR SKILLS**

V.V. Selivanova

Scientific Supervisor – **L.A. Andriyanova**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The work is devoted to the urgent problem of transforming classical physical education through the integration of fitness technologies for the effective improvement of personal motor qualities.

Keywords: physical education, fitness technologies, motor qualities, CrossFit, functional training, transformation of education, student motivation

Актуальность трансформации классического физического воспитания через интеграцию фитнес-технологий обусловлена рядом социально-экономических, медицинских и образовательных факторов. Эти факторы создают потребность в модернизации подходов к развитию двигательных качеств личности и формированию здорового образа жизни.

Ухудшение состояния здоровья населения. Во всём мире фиксируется тенденция к снижению уровня здоровья населения. В России, по данным исследований, до 79% абитуриентов поступают в вузы с отклонениями в состоянии здоровья. Это подчёркивает необходимость разработки и внедрения «здоровьесберегающих» технологий, направленных на формирование, укрепление и сохранение здоровья.

Снижение физической подготовленности и мотивации к занятиям. В образовательных учреждениях (школах, вузах) наблюдается снижение уровня физической подготовленности учащихся и студентов. Традиционные формы физического воспитания часто не вызывают интереса, особенно в средних и старших классах, что ведёт к низкой посещаемости занятий и пассивности. Фитнес-технологии (аэробика, пилатес, кроссфит и др.) могут повысить мотивацию за счёт новизны, разнообразия и эмоциональной привлекательности занятий.

Малоподвижный образ жизни. Современные условия, связанные с цифровизацией и ростом доли сидячих профессий, способствуют увеличению числа людей, ведущих малоподвижный образ жизни. Это повышает риск развития ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, диабета и других патологий. Интеграция фитнес-технологий в физическое воспитание помогает стимулировать регулярную физическую активность и формировать привычку к здоровому образу жизни.

Потребность в персонализации обучения. Классические программы часто не учитывают индивидуальные особенности, уровень подготовки, цели и предпочтения занимающихся. Фитнес-технологии, включая цифровые инструменты (фитнес-трекеры, мобильные приложения, смарт-устройства), позволяют адаптировать нагрузки под конкретного человека, отслеживать прогресс и корректировать программы в реальном времени. Это снижает риск травм и повышает эффективность.

Социокультурный запрос на здоровье и красоту. Современное общество всё больше ценит физическую привлекательность и здоровье. Это создаёт внешний импульс для развития фитнес-технологий, которые активно воспринимаются фитнес-индустрией и могут быть интегрированы в систему физического воспитания.

Необходимость профилактики заболеваний. Фитнес-технологии способствуют не только улучшению физической формы, но и профилактике различных заболеваний. Регулярные занятия, контролируемые с помощью цифровых инструментов, помогают снизить риски ожирения, сердечно-сосудистых патологий, диабета и других недугов. Цель работы

теоретически обосновать и экспериментально проверить эффективность трансформации классического физического воспитания через интеграцию фитнес-технологий для совершенствования двигательных качеств личности.

Для выполнения поставленной цели мы поставили для себя следующие задачи:

- 1) Провести анализ научной литературы по теме исследования;
- 2) Проанализировать эффективность развития двигательных качеств (гибкости и силы) за счет внедрения современных фитнес-направлений в систему занятий по физическому воспитанию;

- 3) Изучить результаты эксперимента и оценить динамику показателей;

Методы исследования включают:

- теоретический анализ научной литературы;
- педагогическое наблюдение;
- тестирование физических качеств (силовые тесты, тесты на выносливость и гибкость);
- методы математической статистики для обработки результатов.

С одной стороны, классическая система, сформировавшаяся в отечественной педагогике в XX веке, обладает рядом фундаментальных преимуществ, которые обеспечивают её устойчивость, методическую ценность и не могут быть утрачены в процессе трансформации [2, с. 22].

1. Универсальность и сбалансированный охват всех двигательных качеств. Фитнес-технологии зачастую узко специализированы (например, пилатес – только на силу кора и гибкость, ВИИТ – преимущественно на выносливость). Классическая система обеспечивает гармоничное развитие всех десяти основных физических способностей (по классификации В.И. Ляха): силы, быстроты, выносливости, гибкости и координации. Такой подход предотвращает дисбаланс в развитии опорно-двигательного аппарата и снижает риск травм, связанных с односторонней нагрузкой [3, с. 67].

2. Методически выверенная техника безопасности. В классическом физическом воспитании каждое упражнение сопровождается строгими правилами выполнения, страховкой и визуальным контролем состояния занимающихся. В ряде современных фитнес-направлений (например, в кроссфите) высокая скорость выполнения движений часто идёт в ущерб технике, что повышает травматизм. Классическая школа даёт: детальную проработку биомеханики движений, стандартизированные способы страховки и само страховки, контроль внешних признаков утомления по проверенным шкалам (например, шкала Борга) [4].

3. Формирование волевых качеств и дисциплины. Классическое физическое воспитание в рамках учебных заведений всегда выполняло не только оздоровительную, но и воспитательную функцию. Через преодоление усталости, выполнение нормативов (ГТО, бег на время, подтягивания) и соблюдение распорядка занятий у личности развиваются дисциплинированность, ответственность, настойчивость в достижении цели. Фитнес-технологии чаще нацелены на удовольствие от процесса (через игрофикацию, быструю смену активностей) и не всегда формируют способность переносить монотонную нагрузку [5, с. 112].

Но с другой стороны классическая модель уже не вызывает интереса у молодых поколений, так как подобные занятия воспринимаются как формальность и не позволяют осознать ответственность за своё здоровье. Важно отметить, что классический подход не отвечает в полной мере актуальным потребностям молодёжи в двигательной активности, что приводит к ухудшению показателей здоровья и физической подготовленности. Вследствие

этого у обучающихся создаётся негативное мнение о занятиях спортом в учебных учреждениях и снижается мотивация к тренировкам, что также неблагоприятно влияет на уровень физического состояния учащихся и их функциональные возможности.

Интеграция фитнес-технологий в классическую систему физического воспитания позволяет, сохраняя её фундаментальные преимущества (системность, доступность, безопасность), решить ряд актуальных проблем современного образования [1, с. 45]. К основным преимуществам такого внедрения относятся:

- **Повышение мотивации и интереса студентов.** Фитнес-технологии (кроссфит, функциональный тренинг, ВИИТ) предлагают разнообразие, игровые форматы и возможность отслеживания прогресса через мобильные приложения. Это снижает количество пропусков занятий и формирует устойчивую потребность в регулярной двигательной активности [9, с. 56].

- **Персонализация нагрузки.** В отличие от усреднённых нормативов классической системы, фитнес-технологии позволяют адаптировать интенсивность и объём упражнений под индивидуальный уровень подготовленности, пол и функциональное состояние обучающегося с помощью трекинга пульса и других показателей.

- **Экономия времени при высокой эффективности.** Высокоинтенсивные методы (ВИИТ, круговая тренировка) обеспечивают значительный тренировочный эффект за 20-30 минут, что критически важно при дефиците времени.

- **Развитие функциональных двигательных качеств.** Фитнес-технологии нацелены не на изолированное развитие отдельных качеств, а на их комплексное совершенствование в движениях, приближенных к реальной жизнедеятельности. Это повышает прикладную ценность занятий.

- **Соответствие запросам современной молодёжи.** Интеграция фитнес-трендов делает физическое воспитание актуальным, снимает психологический барьер («устаревшая система») и способствует формированию моды на здоровый образ жизни.

Таким образом, внедрение фитнес-технологий не заменяет, а органично дополняет классическую модель, повышая её эффективность и привлекательность для молодого поколения [6].

Трансформация классического подхода предполагает не полную замену традиционного содержания, а его дополнение и обновление элементами фитнес-индустрии. К таким технологиям относятся: кроссфит (развитие общей физической подготовленности), функциональный тренинг (совершенствование координации и силы), высокоинтенсивный интервальный тренинг (развитие выносливости), а также технологии отслеживания физического состояния (пульсометры, мобильные приложения, фитнес-часы) [8].

Внедрение фитнес-технологий позволяет воздействовать на все основные двигательные качества личности более комплексно и в условиях, приближенных к реальной жизнедеятельности, а также персонализировать физическое воспитание. В табл. 1 представлено сравнение классической и интегрированной методики.

Предлагаемая модель интеграции включает три этапа:

1. Диагностический – оценка исходного уровня двигательных качеств и мотивации с использованием цифровых инструментов.
2. Основной – циклическое применение фитнес-комплексов (например, WOD – Workout of the Day) длительностью 20-30 минут в рамках учебного занятия.
3. Рефлексивно-корректирующий – анализ данных трекинга и коррекция нагрузки.

Результаты внедрения элементов фитнес-технологий в учебный процесс (на базе Ярославского государственного технического университета в 2023-2025 уч. г., выборка 47-ми человек, студенты, которые сдавали одни и те же тесты на 1- и 3-м курсах) показали: как показано в табл. 1 и на рис. 1, внедрение фитнес-технологий обеспечило положительную динамику по всем трём критериям. Наибольший прирост отмечен в отжиманиях (+400%, с 2 до 10 раз) и гибкости (+14,3%, с 14 до 16 см). Минимальное улучшение пресса (+3,4%, с 29 до 30 раз) объясняется акцентом программы на функциональные, а не изолированные упражнения. Полученные данные подтверждают эффективность интеграции фитнес-

технологий для совершенствования двигательных качеств, особенно силовых и координационных.

Таблица 1. Динамика показателей физической подготовленности студенток в процессе внедрения фитнес-технологий

Показатель	До интеграции (классическая модель)	После интеграции фитнес технологий	Прирост (в %)
Пресс	29	30	+3,4
Гибкость	14	15	+14,3
Отжимания	2	10	+400

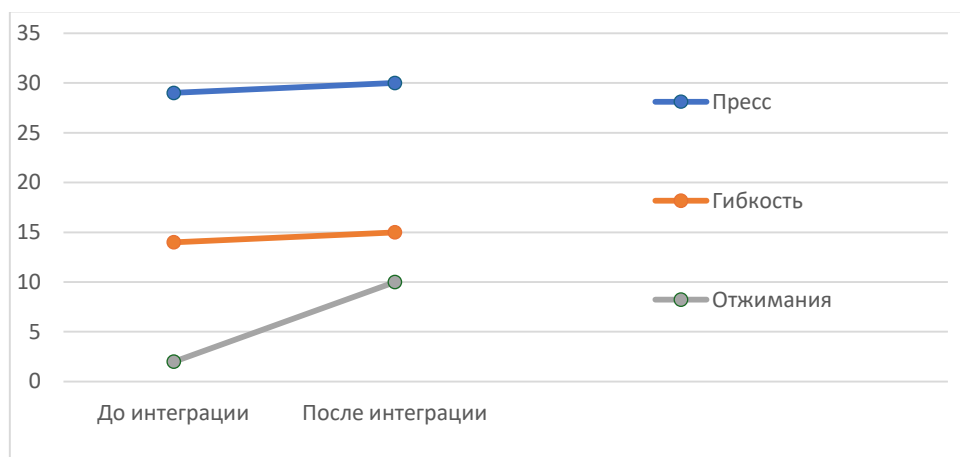


Рис. 1. Динамика изменения показателей физической подготовленности студентов до и после внедрения фитнес-технологий (точечная диаграмма с маркерами)

Таким образом, интеграция фитнес-технологий в классическое физическое воспитание является эффективным направлением трансформации образовательного процесса. Она позволяет не только совершенствовать двигательные качества личности на современном технологичном уровне, но и формирует устойчивую потребность в регулярных занятиях физической культурой, что соответствует задачам обеспечения технологического лидерства России через развитие человеческого капитала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Лубшева, Ю.В. Трансформация физического воспитания в вузе: от традиционной модели к фитнесизации / Ю.В. Лубшева // Теория и практика физической культуры. – 2023. – № 4. – С. 44-47.
- 2) Лесгафт, П.Ф. Руководство по физическому образованию детей школьного возраста / П.Ф. Лесгафт. – М.: Физкультура и спорт, 2019. – 280 с.
- 3) Лях, В.И. Координационные способности: диагностика и развитие / В.И. Лях. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
- 4) Гайгер, Г. Применение шкалы индивидуального восприятия физической нагрузки (RPE, шкала Борга) в реабилитации и спортивной медицине / Г. Гайгер // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 3 (75). – С. 24-27. – EDN MUIWIJ.
- 5) Выдрин, В.М. Теория физической культуры (Культуровед. аспект): учеб. пособие / В.М. Выдрин; Гос. ин-т физ. культуры им. П. Ф. Лесгафта. – Л.: ГДОИФК, 1988. – 43 с.
- 6) Селуянов, В.Н. Технологии оздоровительной физической культуры / В.Н. Селуянов. – М.: СпортАкадемПресс, 2021. – 284 с.;
- 7) ГТО: история и современность: официальный сайт. – URL: <https://www.gto.ru/history> (дата обращения: 5.04.2026);
- 8) Зиннатнуров А.З. Кроссфит как направление совершенствования процесса физического воспитания в вузе / А.З. Зиннатнуров, И.И. Панов // Известия ТулГУ. Физическая культура. Спорт. – 2014. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/krossfit-kak-napravlenie-sovershenstvovaniya-protssessa-fizicheskogo-vospitaniya-v-vuze>

О ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТЯЖКИ В ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАНЯТИЯ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ТРАВМ И ОПТИМИЗАЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ У СТУДЕНТОВ

М.А. Смирнова

Научный руководитель – **Е.Б. Низамаева**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматривается роль заминки как обязательный элемент тренировочного процесса, её влияние на готовность организма к нагрузке, восстановление после неё и профилактику травм.

Ключевые слова: растяжка, профилактика, оптимизация травм, восстановление

ON THE USE OF STRETCHING IN THE FINAL PART OF A CLASS TO PREVENT INJURIES AND OPTIMIZE RECOVERY IN STUDENTS

M.A. Smirnova

Scientific advisor – **E.B. Nizamaeva**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

This article discusses the role of stretching as an essential element of the training process, its impact on the body's readiness for exercise, recovery, and injury prevention.

Keywords: stretching, prevention, injury optimization, and recovery

Цель данной статьи – исследовать эффективность использования растяжки в заключительной части занятия для профилактики травм и оптимизации восстановления у студентов. В статье рассматривается влияние растяжки на эластичность мышц, а также минимизацию риска травм, связанных с физической активностью.

Актуальность данной статьи обусловлена ростом числа спортивных травм и необходимостью поддержания физического здоровья у студентов. Эффективная растяжка способствует улучшению гибкости, снижению мышечного напряжения и ускорению восстановительных процессов, что критично для активных студентов.

Заминка после тренировки – это важная часть процесса восстановления организма и предотвращения возможных травм. Во время физической активности мышцы подвергаются стрессу, микротравмам и другим негативным последствиям для организма.

В статье Гунченко А.А. “Значение разминки и заминки в тренировочном процессе” говорится о том, что заминка включает в себя:

– Дыхательно-восстановительные упражнения – помогают нормализовать пульс и дыхание после физической нагрузки.

– Статическая растяжка – способствует расслаблению мышц, уменьшает напряжение и снижает риск поздних болевых ощущений.

– Лёгкие аэробные движения – позволяют постепенно уменьшить уровень активности и ускоряют выведение продуктов метаболизма.

Василькова А. в статье “Заминка после тренировки: зачем она нужна и как ее делать” писала, что заминка помогает избежать резкого перепада пульса, нормализовать дыхание, а также сократить ощущение напряжения мышц.

В статье “Наука: важность травм” говорят о том, что интенсивные нагрузки создают микрповреждения в мышцах, что является естественной частью процесса их роста и

укрепления. Но если не выполнять заминку, то увеличивается риск травм во время последующих тренировок.

В блоге по теме “Заминка после тренировки: зачем нужна и как делать, правильные упражнения” сказано, что упражнения для заминки стоит выполнять по 20-40 секунд, заминку стоит начинать с лёгкой ходьбы, а в финале добавить упражнения на дыхание и расслабление, пульс должен опуститься до 90 – 110 ударов, а акцент стоит направлять на заднюю, переднюю и внутреннюю поверхность бедра, а также на грудные мышцы и шею.

В процессе изучения и анализе статей на тему заминки и грамотности использования было принято решение остановиться на данных источниках. В них было компетентно обоснована значимость заминки, её смысл, а также наилучшее описание техники выполнения.

В структуре заключительной части занятия важное место занимают средства заминки, направленные на оптимизацию восстановления. Одним из таких подходов является «итальянская разминка», представляющая собой комплекс упражнений аэробного и стретчинг-характера с постепенным снижением интенсивности (7–10 минут). Данный метод способствует нормализации функциональных показателей, улучшению венозного возврата, снижению мышечного напряжения и рассматривается как эффективное средство профилактики травматизма.

Заминка является одной из важнейших составляющих тренировочного процесса. Правильно проведенная заминка даёт организму снять весь мышечный спазм, восстановить дыхание и ускорить подготовку тела к последующей тренировке. Игнорирование данного этапа ведет за собой снижение спортивных результатов, а также повышает риск получения травм. Поэтому включение заминки в каждую тренировку должно быть обязательным правилом для каждого, кто заботится о своём здоровье и спортивном прогрессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Васинова, А. Заминка после тренировки: зачем она нужна и как ее делать / А. Васинова // Спорт Mail.ru. Фитнес: [сайт]. – URL: <https://sportmail.ru/article/fitness/70102282/>
- 2) Гунченко, А.А. Значение разминки и заминки в тренировочном процессе / А.А. Гунченко // Молодой ученый. – 2025. – № 19 (570). – С. 425–426. – URL: <https://moluch.ru/archive/570/124897/>
- 3) Наука: важность заминки // Траектория: [сайт]. – URL: <https://www.traectoria.ru/blog/news/nauka-vazhnost-zaminki/>
- 4) Заминка после тренировки: зачем нужна и как делать, правильные упражнения // Prime Kraft: [сайт]. – URL: <https://primekraft.ru/articles/zaminka-posle-trenirovki-zachem-nuzhna-i-kak-delat-pravilnye-uprazhneniya/>
- 5) Патрушева, Л.В. Стретчинг в спортивной тренировке / Л.В. Патрушева // Амурский государственный университет. – Благовещенск. – URL: https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/11597.pdf
- 6) Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. – Киев: Олимпийская литература, 2015.

ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА СО СПОРТИВНЫМИ ФЕДЕРАЦИЯМИ И СТУДЕНЧЕСКИМИ ЛИГАМИ В РАЗВИТИИ И ПОПУЛЯРИЗАЦИИ ЛАПТЫ СРЕДИ СТУДЕНТОВ

Н.М. Смирнов

Научный руководитель – **М.И. Вологдин**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается опыт взаимодействия технического университета со спортивными федерациями и студенческими спортивными лигами в вопросах развития и популяризации традиционного вида спорта – русской лапты. На примере Ярославского государственного технического университета (ЯГТУ) представлен комплекс организационно-педагогических мероприятий, направленных на возрождение и развитие национальных видов спорта в образовательной среде высшей школы. Отражены ключевые направления совместной деятельности с Федерацией лапты Ярославской области: проведение Кубка ректора ЯГТУ по мини-лапте, включение лапты в программу Универсиады вузов региона, организация курсов подготовки судей по виду спорта «лапта», а также предстоящее первенство институтов ЯГТУ. Особое внимание уделено педагогическим аспектам внедрения лапты в систему внеучебной спортивной работы вуза и её значению как инструмента физического и духовно-нравственного воспитания молодежи.

Ключевые слова: лапта, вуз, физическая культура, федерация, взаимодействие, студенческий спорт, мини-лапта, подготовка судей, традиционные виды спорта

EXPERIENCE OF INTERACTION OF TECHNICAL UNIVERSITY WITH SPORTS FEDERATIONS AND STUDENT LEAGUES IN THE DEVELOPMENT AND POPULARIZATION OF LAPTA AMONG STUDENTS

N.M. Smirnov

Scientific Supervisor – **M.I. Vologdin**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the experience of interaction of technical university with sports federations and student sports leagues in matters of development and popularization of traditional sport - Russian lapta. Using the example of Yaroslavl State Technical University (YSTU), a set of organizational and pedagogical measures aimed at the revival and development of national sports in the educational environment of higher education is presented. The key areas of joint activity with the Lapta Federation of the Yaroslavl Region are reflected: the holding of the YSTU Rector's Cup in mini-lapta, the inclusion of lapta in the program of the University Games of the region's universities, and the organization of training courses for judges in this sport.

Keywords: lapta, university, physical education, federation, interaction, student sports, mini-lapta, training of referees, traditional sports

Введение

Современная система физического воспитания в образовательных организациях высшего образования (ООВО) претерпевает значительные изменения, направленные на обновление форм и методов организации спортивной деятельности студентов. Особую актуальность приобретает обращение к национальным видам спорта как к важному элементу культурного наследия России и действенному инструменту патриотического, духовно-нравственного и физического воспитания молодежи. Одним из таких видов спорта является **русская лапта** – уникальная народная игра, сочетающая элементы командного взаимодействия, ловкости, быстроты и тактического мышления.

Исторически лапта занимала особое место в системе физического воспитания школьников и студентов. В трудах А.Ю. Костарева, Л.Г. Гусева, В.И. Щемелинина,

Р.М. Валиахметова и других исследователей подчеркивается значение лапты как универсального средства развития физических качеств и формирования коллективных навыков [Костарев, 2001; Готовцев, 2019]. Однако в последние десятилетия данный вид спорта был частично вытеснен современными игровыми дисциплинами, что обусловило необходимость его научно-методического возрождения.

В этих условиях деятельность **технического университета** (на примере Ярославского государственного технического университета) по взаимодействию с **Федерацией лапты Ярославской области** и **студенческими спортивными лигами** представляется показательной. Университет реализует комплексную модель развития лапты, включающую:

- заключение официального **соглашения о сотрудничестве** с Федерацией лапты Ярославской области;
- организацию **Кубка ректора ЯГТУ по мини-лапте** (февраль 2025 г.) среди школьников региона;
- **включение лапты в программу Универсиады вузов**;
- проведение в декабре 2025 г. **первенства институтов ЯГТУ по мини-лапте**;
- разработку образовательного курса **«Школа начинающего судьи по виду спорта лапта»**, направленного на подготовку студентов-судей.

Таким образом, деятельность ЯГТУ выходит за рамки вузовской физкультурно-оздоровительной работы и формирует устойчивую систему взаимодействия между образованием и спортивным сообществом, способствуя институциональному укреплению национальных видов спорта.

В контексте государственной политики по развитию массового и студенческого спорта (в соответствии со Стратегией развития физической культуры и спорта в Российской Федерации до 2030 г.) подобная практика приобретает особое значение. Она демонстрирует пример интеграции традиционных игр в современные формы университетской спортивной активности и формирует педагогическую модель, ориентированную на гармоничное развитие личности обучающегося.

Теоретические основы взаимодействия образовательных организаций высшего образования и спортивных федераций

Современная система физического воспитания и спорта в вузах представляет собой сложную социально-педагогическую структуру, в которой переплетаются образовательные, культурные и воспитательные функции. Одной из ключевых тенденций развития спортивного движения в России становится укрепление **взаимодействия между образовательными организациями высшего образования (ООВО) и спортивными федерациями**, призванного обеспечить преемственность между академическим и профессиональным спортом, а также интеграцию научных и практических подходов к подготовке спортсменов и специалистов в сфере физической культуры.

Согласно стратегическим документам, определяющим развитие отрасли, в частности **Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации до 2030 года**, вузы рассматриваются как центры формирования устойчивой мотивации к занятиям спортом и как институты, способные создавать образовательную и инфраструктурную базу для массового и профессионального спорта. В этом контексте сотрудничество вузов с профильными федерациями становится фактором, способствующим системному развитию конкретных видов спорта, их популяризации среди молодежи и совершенствованию методики подготовки кадров.

Научно-педагогические предпосылки взаимодействия

Проблема взаимодействия образовательных учреждений с внешними спортивными структурами имеет глубокие педагогические корни. Ещё в трудах Л.П. Матвеева, В.И. Ляха, В.К. Бальсевича подчёркивалось, что эффективность спортивной подготовки во многом определяется **организационно-методическим единством образовательных и спортивных процессов**. Университеты, обладая научным потенциалом и методологической базой,

способны стать площадкой для разработки инновационных форм обучения, тестирования, судейства и соревновательной деятельности [Костарев, 2001; Ежова, 2019].

Исследования отечественных авторов в области традиционных видов спорта [Валиахметов, 1996; Готовцев, 2019] показывают, что такие дисциплины, как **русская лапта**, обладают высокой педагогической ценностью. Она развивает не только координационные и скоростно-силовые качества, но и коллективное взаимодействие, чувство ответственности, быстроту принятия решений. В этом смысле лапта гармонично вписывается в образовательную миссию современного университета, где спорт является инструментом формирования социально активной, инициативной и физически подготовленной личности.

Нормативно-организационные основы взаимодействия

Взаимодействие ООВО со спортивными федерациями регулируется рядом нормативных актов, в числе которых – **Федеральный закон «О физической культуре и спорте в Российской Федерации» № 329-ФЗ**, а также **приказы Минобрнауки России**, направленные на развитие студенческого спорта. Эти документы определяют формы сотрудничества, включающие:

- совместное проведение соревнований и фестивалей;
- подготовку спортивных судей и инструкторов;
- разработку образовательных программ дополнительного профессионального образования;
- участие представителей федераций в научно-практических конференциях и проектах вузов.

В рамках данных направлений формируется **модель сетевого взаимодействия**, при которой вуз выступает не только образовательным учреждением, но и **партнёром спортивного сообщества**. Такой формат позволяет использовать потенциал федераций для повышения качества спортивной подготовки студентов, совершенствования материально-технической базы, а также внедрения единых стандартов судейства и соревновательной деятельности.

Лапта как средство интеграции образования, науки и спорта

Русская лапта занимает особое место среди национальных видов спорта России. Это не просто игра, а культурный феномен, отражающий традиции и ценности народного воспитания. Как отмечает А. Г. Лупаштян (2020), лапта является «универсальным средством развития обучающихся», способствующим комплексному воздействию на физические, психические и социальные качества личности.

Современные методические разработки [Костарев, 1996; Ежова, 2019] подтверждают, что лапта сочетает в себе элементы лёгкой атлетики, гимнастики, метания и командных игр, что делает её доступной и эффективной в образовательном процессе. При этом федерации лапты, действующие в субъектах Российской Федерации, обладают богатым опытом методического сопровождения, судейской подготовки и организации соревнований.

Сотрудничество вуза с такой федерацией открывает широкие перспективы:

- адаптация программ физического воспитания с включением национальных игр;
- использование научных разработок университета для совершенствования тренировочного процесса;
- организация массовых и студенческих соревнований, направленных на популяризацию лапты;
- подготовка кадров – судей, организаторов, тренеров – из числа студентов.

Тем самым реализуется **интеграционная модель** «вуз – федерация – студенческое сообщество», где образовательная организация становится драйвером развития вида спорта на региональном уровне.

Роль преподавателя и научно-практического сопровождения

Взаимодействие вуза и спортивных федераций невозможно без активного участия профессорско-преподавательского состава. Преподаватель физической культуры и спорта в

данном контексте выступает не только в роли наставника, но и как **организатор, исследователь и популяризатор традиционных видов спорта**.

Именно преподаватели разрабатывают учебные и методические программы, проводят семинары, участвуют в судейских конференциях, формируют у студентов интерес к национальным видам физической активности. Научно-практическая база университета позволяет анализировать эффективность методик, проводить педагогические наблюдения и тиражировать положительный опыт в другие образовательные учреждения.

Таким образом, теоретические предпосылки взаимодействия образовательных организаций со спортивными федерациями основываются на взаимной заинтересованности сторон: вуз получает методическую поддержку, возможность участия студентов в соревнованиях и повышение качества подготовки; федерация – приток молодых кадров, расширение аудитории и укрепление имиджа национального спорта.

Соглашение о сотрудничестве как основа взаимодействия

Ключевым шагом в институционализации отношений между вузом и спортивным сообществом стало **подписание официального соглашения о сотрудничестве между ЯГТУ и Федерацией лапты Ярославской области**.

Документ закрепил взаимные обязательства сторон по:

- совместной организации спортивных мероприятий регионального уровня;
- внедрению лапты в образовательные и внеучебные программы университета;
- повышению квалификации преподавателей и судей;
- развитию методической базы и популяризации лапты среди молодежи.

Заключение данного соглашения имеет важное педагогическое значение. Оно не только формализует партнерство, но и открывает возможности для интеграции образовательной и спортивной деятельности. Федерация предоставляет экспертную и организационную поддержку, а университет – кадровый, научный и инфраструктурный потенциал. Такое взаимодействие способствует **формированию единого образовательного пространства**, где спорт становится неотъемлемой частью профессиональной и гражданской социализации студентов.

Кубок ректора ЯГТУ по мини-лапте: первый опыт массового взаимодействия

В феврале 2025 года в рамках соглашения состоялось значимое событие – **первый Кубок ректора ЯГТУ по мини-лапте среди школьников города и области**. Мероприятие стало не просто соревнованием, а **педагогическим проектом**, направленным на популяризацию лапты среди подрастающего поколения и формирование интереса к физической культуре на основе национальных традиций.

Организаторами выступили Федерация лапты Ярославской области и кафедра физического воспитания ЯГТУ при активной поддержке ректората университета. В соревнованиях приняли участие школьные команды из разных районов области.

Особенностью мероприятия стало то, что в его организации и судействе участвовали **студенты ЯГТУ**, прошедшие предварительную подготовку в рамках курса по судейской практике. Таким образом, Кубок ректора выполнял одновременно **воспитательную, образовательную и профессионально-ориентированную функции**.

Итогом стало:

- формирование устойчивого интереса к лапте среди школьников и студентов;
- накопление опыта проведения массовых мероприятий нового формата;
- укрепление имиджа ЯГТУ как центра спортивного и культурного развития региона.

2.3. Включение лапты в программу Универсиады вузов

Следующим важным этапом развития сотрудничества стало **включение лапты в программу Универсиады вузов Ярославской области**. Данное решение было принято при поддержке региональной федерации и руководства ЯГТУ, что свидетельствует о признании лапты как **полноценного студенческого вида спорта**, обладающего методической, игровой и соревновательной ценностью.

Включение национальной игры в Универсиаду стало результатом настойчивой работы университета, который продемонстрировал эффективность внедрения лапты в спортивно-массовую практику. Это решение имеет не только спортивный, но и **культурно-воспитательный смысл**, так как способствует возрождению отечественных традиций и расширению спектра доступных студентам видов физической активности.

Для студентов, не занимающихся профессиональным спортом, лапта становится демократичным и интересным инструментом поддержания физической формы и формирования командного духа. Включение этого вида спорта в официальную программу соревнований вузов региона также создает условия для проведения регулярных турниров, обмена опытом и расширения спортивного календаря.

2.4. Предстоящее первенство институтов ЯГТУ по мини-лапте

В декабре 2025 года в ЯГТУ планируется проведение **первенства институтов университета по мини-лапте**, которое станет логическим продолжением Кубка ректора и важным этапом в развитии студенческого спорта в стенах вуза.

Данное соревнование призвано не только выявить сильнейшие команды, но и **укрепить традицию внутривузовских состязаний**, развивающих спортивную культуру студентов. В отличие от школьного Кубка, в первенстве институтов предполагается более высокий уровень организации, применение официальных правил, судейство студентами, прошедшими сертификацию по линии Федерации лапты.

Проведение первенства имеет комплексный педагогический эффект:

- стимулирует межинститутское взаимодействие;
- формирует у студентов навыки коллективной ответственности и честной конкуренции;
- развивает инициативу и лидерские качества;
- способствует формированию устойчивого интереса к традиционным видам спорта.

2.5. Образовательная инициатива: курс «Школа начинающего судьи по виду спорта лапта»

Одним из наиболее значимых направлений сотрудничества стало создание **авторского учебного курса "Школа начинающего судьи по виду спорта «лапта»"**, разработанного преподавателями ЯГТУ совместно с Федерацией лапты Ярославской области.

Курс направлен на:

- формирование у студентов базовых знаний по правилам и особенностям судейства;
- освоение практических навыков по организации и проведению соревнований;
- получение квалификационной категории судьи по виду спорта «лапта».

Образовательная программа включает как теоретические, так и практические модули, основанные на методических материалах Валиахметова, Костарева и Гусева (1996, 2000, 2007), а также современных пособиях [Готовцев, 2019; Ежова, 2019].

В процессе обучения студенты участвуют в судействе школьных и студенческих турниров, анализируют игровые эпизоды, осваивают правила и методику работы судьи. По окончании курса слушателям выдаются **сертификаты Федерации лапты**, что значительно повышает их профессиональные компетенции и открывает возможности для дальнейшей работы в спортивной сфере.

Таким образом, курс «Школа начинающего судьи» выполняет функции:

- образовательную (обучение и сертификация студентов);
- воспитательную (формирование ответственности, справедливости, коммуникативных навыков);
- социальную (вовлечение молодежи в спортивное движение).

Эта инициатива ЯГТУ подтверждает, что вуз может не только готовить спортсменов, но и формировать **новое поколение специалистов** в сфере судейства, организации и методики традиционных видов спорта.

2.6. Педагогические результаты и перспективы развития

Первые итоги взаимодействия технического университета с Федерацией лапты свидетельствуют о высоком педагогическом потенциале данного направления. Лапта, как форма игровой деятельности, органично вписывается в систему физического воспитания студентов технического вуза, где преобладают аналитический склад мышления и высокая учебная нагрузка.

Игра способствует снятию эмоционального напряжения, развивает реакцию, координацию, чувство партнерства и командной ответственности. Проведение регулярных соревнований и обучение студентов судейским навыкам формируют у молодежи активную гражданскую позицию, укрепляют ценностные ориентиры, направленные на здоровый образ жизни и уважение к национальным традициям.

Сотрудничество с Федерацией лапты открывает перед университетом долгосрочные перспективы:

- развитие спортивных секций и кружков по лапте;
- включение дисциплины в элективные курсы физического воспитания;
- проведение научно-практических конференций по вопросам популяризации национальных видов спорта;
- участие студентов и преподавателей в региональных и всероссийских соревнованиях.

В целом, практический опыт ЯГТУ демонстрирует, как взаимодействие образовательной и спортивной структур может стать мощным катализатором для **возрождения культурных традиций и формирования новой модели студенческого спорта.**

Педагогическое значение и перспективы интеграции традиционных видов спорта в университетскую среду

3.1. Лапта как фактор физического, нравственного и социального воспитания

Формирование гармонично развитой личности студента требует комплексного подхода, сочетающего физическое, интеллектуальное и духовно-нравственное развитие. В этом контексте традиционные виды спорта, к которым относится **русская лапта**, обладают уникальными педагогическими возможностями.

По мнению Костарева А.Ю. (2004), лапта представляет собой не только средство физического развития, но и социально ориентированную форму игровой деятельности, направленную на формирование коллективных ценностей, уважения к сопернику, честности и самодисциплины. В процессе игры студенты учатся взаимодействовать, принимать решения в условиях ограниченного времени, проявлять инициативу и чувство ответственности.

С точки зрения педагогики, лапта выполняет несколько ключевых функций:

- **воспитательную**, способствуя формированию патриотизма и уважения к национальным традициям;
- **развивающую**, направленную на совершенствование физических качеств, координации и пространственного мышления;
- **коммуникативную**, формирующую навыки командного взаимодействия и взаимопомощи;
- **социализирующую**, интегрирующую студентов различных направлений подготовки в единую спортивную общность.

Для технического университета, где образовательная среда традиционно ориентирована на инженерное мышление и аналитические дисциплины, включение лапты в систему физического воспитания вносит **человекоцентрированный компонент** – через эмоции, взаимодействие и коллективную деятельность.

Интеграция науки, образования и спорта: опыт ЯГТУ

Практика Ярославского государственного технического университета демонстрирует успешную реализацию **интеграционного подхода**, при котором спорт становится не изолированным направлением, а частью общей стратегии развития вуза.

Во-первых, взаимодействие с Федерацией лапты позволило внедрить в образовательный процесс **новые формы внеучебной активности**, соответствующие современным педагогическим стандартам. Во-вторых, разработка курса «Школа начинающего судьи» представляет собой пример **сочетания образовательной и профессиональной подготовки**: студенты не только изучают теорию, но и применяют знания на практике, судя реальные соревнования.

Кроме того, университет формирует **научно-практическую базу** для дальнейших исследований в области методики преподавания национальных игр, адаптации правил под студенческую аудиторию, психолого-педагогического анализа командных взаимодействий. Такое направление работы соответствует приоритетам ФГОС ВО по направлению «Физическая культура», где акцент сделан на **инновационность, практикоориентированность и воспитательную направленность** физического воспитания.

Перспективы развития и тиражирования опыта

Опыт взаимодействия ЯГТУ с Федерацией лапты Ярославской области может быть тиражирован в других технических вузах и учреждениях высшего образования. Для этого необходимо создание методических рекомендаций и организационно-управленческой модели, включающей:

- разработку региональных программ сотрудничества между вузами и спортивными федерациями;
- проведение студенческих чемпионатов по национальным видам спорта;
- внедрение элективных курсов и факультативов по лапте;
- создание межвузовских судейских школ и семинаров;
- активное участие студентов в волонтерских и спортивных проектах.

Перспективным направлением является также **научно-исследовательская деятельность**: анализ эффективности традиционных видов спорта в формировании физической подготовленности, развитие прикладных методик обучения и психолого-педагогическое сопровождение соревновательной деятельности.

Особую роль играет **информационно-просветительская работа** – публикации, медиаконтент, студенческие репортажи, которые способствуют популяризации лапты в молодежной среде. Таким образом, спорт становится не только предметом практической деятельности, но и объектом научного интереса и творчества.

Национальный спорт как элемент культурной идентичности

Традиционные виды спорта, такие как лапта, имеют глубокие исторические корни и несут мощный культурный код. Включение их в образовательное пространство вуза позволяет решать не только задачи физического развития, но и укреплять **национальную идентичность** студентов.

Лапта, как отмечает Лупаштян А.Г. (2020), является универсальным инструментом воспитания, так как формирует у участников уважение к традициям, чувство сопричастности к отечественной культуре и истории. Через спортивное взаимодействие студенты приобщаются к идее преемственности поколений и осознанию ценности культурного наследия России.

Для технического университета, где обучаются будущие инженеры, конструкторы, специалисты промышленной и научной сфер, участие в таких проектах способствует **гармонизации профессионального и личностного развития**. Это формирует ту самую многогранную личность, которая сочетает рациональное мышление и социальную активность.

Заключение

Опыт взаимодействия Ярославского государственного технического университета с Федерацией лапты Ярославской области и студенческими спортивными лигами представляет собой пример эффективной интеграции образования, спорта и общественного партнерства.

Проведение **Кубка ректора ЯГТУ по мини-лапте, включение лапты в Универсиаду вузов региона, создание курса подготовки судей и организация первенства институтов ЯГТУ** – все эти шаги формируют устойчивую систему развития национальных видов спорта в образовательной среде.

Данный опыт демонстрирует, что взаимодействие ООВО и спортивных федераций способно решать не только задачи физической подготовки студентов, но и более широкие педагогические задачи: воспитание патриотизма, развитие социальных компетенций, формирование активной гражданской позиции и популяризацию здорового образа жизни.

Таким образом, модель, реализованная ЯГТУ, может служить **примером для других вузов** как форма внедрения традиционных видов спорта в образовательную практику, обеспечивающая преемственность культурных традиций и развитие современной студенческой спортивной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Народная игра лапта: методическое пособие / Р.М. Валиахметов, Л.Г. Гусев, А.Ю. Костарев, В.И. Щемелинин; Министерство образования Республики Башкирия. – Уфа: Уфимский полиграфкомбинат, 2003. – 176 с. – EDN SAADNZ.
- 2) Валиахметов, Р. М. Русская лапта с методикой преподавания / Р.М. Валиахметов, А.Ю. Костарев, Л.Г. Гусев. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 1996. – 15 с. – EDN VRKDMD.
- 3) Валиахметов, Р.М. Русская лапта в школе: учебно-методическое пособие / Р.М. Валиахметов, Л.Г. Гусев, А.Ю. Костарев. – Уфа: Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, 2000. – 94 с. – EDN YJVEBO.
- 4) Готовцев, Е.В. Национальные виды спорта и игры. Лапта: учебник для вузов / Е.В. Готовцев, Г.Н. Германов, И.В. Машошина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2026. – 394 с. // Образовательная платформа Юрайт: [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/438934> (дата обращения: 08.11.2022).
- 5) Ежова, А.В. Русская лапта: основные правила игры и методика обучения техническим приёмам: учебно-методическое пособие. – Воронеж: ВГИФК, 2019. – 61 с.
- 6) Костарев, А.Ю. Индивидуализация тренировочного процесса в русской лапте: монография. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2001. – 104 с.
- 7) Костарев, А.Ю. Соревновательная деятельность высококвалифицированных спортсменов – игроков в русскую лапту: монография. – М.: Советский спорт, 2004. – 224 с.
- 8) Костарев, А.Ю. Лапта. Техническая и тактическая подготовка игроков / А.Ю. Костарев, Л.Г. Гусев, В.И. Щемелинин. – Уфа: БГПИ, 1996. – 40 с.
- 9) Лупаштян, А.Г. Лапта – универсальное средство развития обучающихся. // Электронный научный журнал. – 2020. – № 9(38). – С. 74–77.

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ МОЛОДЁЖНОЙ ПОЛИТИКИ КАК УСЛОВИЕ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ЕЁ РЕАЛИЗАЦИИ

А.В. Шошнев

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается роль физической культуры и спортивной деятельности в системе молодёжной политики как одного из ключевых условий повышения эффективности её реализации. Анализируются основные направления государственной работы с молодым поколением, ориентированные на всестороннее развитие личности, укрепление здоровья и формирование активной жизненной позиции. Особое внимание уделяется значению физкультурно-спортивной активности как инструмента профилактики негативных социальных явлений, социализации и воспитания социально значимых качеств. Обосновывается, что использование спортивно-оздоровительных программ и массовых форм двигательной активности способствует расширению вовлечённости молодёжи в общественно полезную деятельность и повышению результативности реализуемых инициатив в сфере молодёжной политики.

Ключевые слова: молодёжная политика, развитие личности, государственная политика, здоровый образ жизни

PHYSICAL CULTURE AND SPORTS ACTIVITIES IN THE SYSTEM OF YOUTH POLICY AS A CONDITION FOR INCREASING THE EFFECTIVENESS OF ITS IMPLEMENTATION

A.V. Shoshnev

Yaroslavl State Technical University

This article examines the role of physical education and sports activities in youth policy as a key factor in enhancing its effectiveness. It analyzes the key areas of government work with the younger generation, focusing on comprehensive personal development, health promotion, and fostering an active lifestyle. Particular attention is paid to the importance of physical education and sports activities as a tool for preventing negative social phenomena, socialization, and fostering socially significant qualities. It is argued that the use of sports and fitness programs and mass forms of physical activity contributes to increased youth engagement in socially beneficial activities and improves the effectiveness of youth policy initiatives.

Keywords: youth policy, personal development, public policy, healthy lifestyle

В современных условиях общественного развития особое значение приобретают вопросы формирования и реализации политики, ориентированной на поддержку и развитие подрастающего поколения. Молодые люди рассматриваются как важнейший социальный и стратегический ресурс, от уровня их физического, социального и личностного потенциала во многом зависит будущее государства и общества в целом [2].

К числу приоритетных направлений работы с молодым поколением относятся образовательная поддержка, содействие трудоустройству, развитие гражданской активности, формирование установок на здоровый образ жизни, а также профилактика негативных социальных явлений. Существенное внимание уделяется созданию доступной и благоприятной среды для раскрытия индивидуальных возможностей, а также формированию устойчивых ценностных ориентаций. Реализация данных задач осуществляется через систему программ, проектов и инициатив, в рамках которых используются социальные, культурные и спортивные ресурсы.

В условиях роста информационных, эмоциональных и психологических нагрузок особую актуальность приобретают направления, связанные с укреплением здоровья и развитием активного образа жизни [3]. В этом контексте физкультурно-спортивная деятельность выступает важной составляющей комплексной работы с молодыми людьми,

дополняя образовательные и воспитательные меры и усиливая их практическую направленность.

Спортивная активность занимает особое место в системе реализации молодёжной политики, поскольку напрямую связана с сохранением и укреплением здоровья. В отличие от ряда других направлений, она сочетает в себе оздоровительные, воспитательные и социальные функции. Регулярные занятия способствуют не только физическому развитию, но и формированию таких личностных качеств, как дисциплинированность, ответственность, целеустремлённость и умение работать в коллективе.

Физическое воспитание в рамках работы с молодым поколением реализуется через массовые мероприятия, секционные и клубные занятия, соревнования, спортивные фестивали и разнообразные формы досуговой активности. Подобные форматы позволяют вовлекать широкие слои юношей и девушек независимо от уровня подготовленности и состояния здоровья. При этом добровольный характер участия способствует росту мотивации и устойчивого интереса к регулярной двигательной активности.

Социальная значимость спортивно-оздоровительной деятельности проявляется также в создании условий для общения, взаимодействия и социальной интеграции. Командные виды активности и участие в спортивных объединениях формируют чувство принадлежности, взаимной поддержки и ответственности за общий результат [1]. Это особенно важно на этапе становления социальной идентичности и включения молодых людей в общественные процессы.

Эффективность реализации молодёжной политики во многом определяется соответствием предлагаемых форм работы интересам и потребностям целевой аудитории. Физическая культура и спортивная деятельность обладают высоким уровнем привлекательности, что позволяет использовать их как действенный инструмент вовлечения молодых людей в социально значимую, конструктивную и общественно полезную деятельность. Кроме того, спортивно-оздоровительные программы нередко становятся доступным каналом взаимодействия с теми категориями молодёжи, которые менее активно включаются в традиционные образовательные и воспитательные форматы.

В современных условиях особое значение приобретает использование гибких и вариативных форм физкультурно-спортивной деятельности, ориентированных на интересы и запросы молодёжи. Развитие уличных видов спорта, фитнес-направлений, студенческих лиг и различных форматов позволяет расширить охват участников и повысить уровень их вовлечённости.

В результате физическая культура и спорт в системе молодёжной политики выступают важным фактором повышения эффективности её реализации, обеспечивая комплексное воздействие на личностное и социальное развитие молодёжи. Их планомерное и системное внедрение способствует формированию активной гражданской позиции, укреплению физического и психического здоровья, профилактике асоциальных явлений, развитию социально значимых и коммуникативных качеств, а также созданию условий для самореализации и успешной социализации молодого поколения. Всё это в совокупности подготавливает молодёжь к полноценному, ответственному и продуктивному участию в жизни общества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Чупров, В.И. Социология молодёжи / В.И. Чупров, Ю.А. Зубок,. – М.: Норма, 2018.
- 2) Кузнецов, В.С. Физическая культура и спорт в системе образования / В.С. Кузнецов, Г.А. Колодницкий. – М.: Кнорус, 2016.
- 3) Лисицын, Ю.П. Общественное здоровье и здравоохранение. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010.

УДК 693.6

РОБОТИЗАЦИЯ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ – ШТУКАТУРНОЕ ПОКРЫТИЕ

М.В. Астафьев, В.В. Талов, А.Н. Басов

Научный руководитель – **А.Н. Басов**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Штукатурные работы считаются одним из самых трудоемких процессов в строительстве. В целях повышения эффективности и сокращения трудозатрат предлагается роботизировать данный процесс.

Ключевые слова: штукатурные работы, роботизация, механизация, производительность, трудозатраты, робот-штукатур

ROBOTIZATION OF GENERAL CONSTRUCTION WORKS – PLASTER COATING

M.V. Astafyev, V.V. Talov, A.N. Basov

Scientific Supervisor – **A.N. Basov**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

Plastering is considered one of the most labor-intensive processes in construction. In order to increase efficiency and reduce labor costs, it is proposed to robotize this process.

Keywords: plastering, robotization, mechanization, productivity, labor costs, robot plasterer

Штукатурные работы считаются одним из самых трудоемких процессов в строительстве. Несмотря на технологический прогресс человека в механизации, доля ручного труда при выполнении штукатурных работ по-прежнему остается значительной и превышает 60%. Кроме того, этот вид работ характеризуется высокой влажностью, распылением раствора и вибрацией, что негативно сказывается на здоровье работников и делает его непривлекательным для многих специалистов.

Для повышения эффективности и сокращения трудозатрат во многих странах активно исследуются и внедряются технологии механизации и автоматизации штукатурных работ. К ним относятся процессы нанесения штукатурного раствора на поверхность, его разравнивания и затирки. Одним из перспективных путей решения этих задач выступает применение робототехники.

В процессе роботизации штукатурных работ актуальными становятся задачи автоматизации не только самого процесса нанесения раствора, но и его приготовления и транспортировки.

Роботизированный технологический комплекс (РТК) должен включать в себя установку для приема, смешивания и транспортировки раствора и известкового молока, а также насосные установки для подачи материалов к рабочему инструменту. К нему относятся автоматические манипуляторы с рабочими органами, предназначенными для нанесения и выравнивания слоев раствора, а также затирки поверхностей. С помощью таких комплексов можно выполнять набрызг, уплотнение и выравнивание обрызга, грунтовок и накрывки.

Передвижные растворные узлы, входящие в состав РТК, оснащаются системами контроля, защиты, а также автоматического и дистанционного управления. Для регулировки подачи раствора на этажи здания на трубопроводах устанавливаются электромагнитные клапаны, а также датчики давления, которые позволяют контролировать работу насосных агрегатов. Роботизированные штукатурные комплексы комплектуются автоматизированными штукатурно-смесительными агрегатами с дистанционным управлением.

Для подачи растворов к манипуляторам в этих комплексах применяются плунжерные одноступенчатые горизонтальные насосы, которые являются частью штукатурных агрегатов и станций. Для выполнения масштабных штукатурных работ оптимальным решением является использование штукатурной машины, установленной на рабочем этаже. В машину

сухая штукатурка подается компрессором из силоса, расположенного на нулевой отметке сооружения. Растворовод, доставляющий готовый штукатурный раствор к месту работы, может иметь длину 10-15 метров.

Ниже приведены достоинства и недостатки применения механизированных методов штукатурной обработки (роботизированных комплексов).

Достоинства:

1. Высокая производительность. Роботизированные системы и штукатурные станции ускоряют процесс в 3–7 раз по сравнению с ручным трудом. Один робот способен обработать от 200 до 750 м² поверхности в день.

2. Экономия материалов. Механизация позволяет снизить расход смесей на 30% благодаря точному дозированию и равномерному тонкому слою нанесения. Смеси для машинного нанесения часто стоят дешевле аналогов для ручной работы.

3. Качество и адгезия. Раствор подается под высоким давлением, что обеспечивает отличное сцепление с основанием. Автоматическое перемешивание гарантирует однородную консистенцию без комочков.

4. Идеально ровная поверхность: Роботы учитывают неровности стен в реальном времени, минимизируя дефекты и необходимость последующей шпатлевки.

5. Безопасность и гигиена. Снижается физическая нагрузка на рабочих и уровень травматизма. Работы могут проводиться в общественных помещениях с соблюдением экологических норм.

Недостатки:

1. Высокая стоимость оборудования. Покупка или аренда роботизированных комплексов требует серьезных инвестиций (от 350 до 700 тысяч рублей за станцию).

2. Ограничения по объему и условиям. Применение техники нецелесообразно на малых площадях (менее 40–100 м²) из-за сложности доставки и настройки.

3. Требования к инфраструктуре: Необходим доступ к стабильному электроснабжению (часто 380В) и водопроводу с определенным давлением (не менее 2,5 бар).

4. Сложность в труднодоступных местах. Роботы и станции малоэффективны на криволинейных поверхностях, колоннах или в помещениях со сложной геометрией и проемами – такие участки часто требуют ручной доработки.

5. Необходимость квалификации. Для обслуживания и настройки оборудования требуются специалисты с опытом; ошибки в настройке могут привести к браку всей поверхности.

Трудоёмкость штукатурных работ при использовании робота снижается в 10–15 раз по сравнению с ручным трудом. В то время как один рабочий в среднем оштукатуривает 10–25 м² за смену, роботизированный комплекс способен обработать от 200 до 750 м² за тот же период (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительные показатели производительности

Параметр	Человек (вручную)	Робот-штукатур
Выработка за час	1,5-3 м ²	до 70-90 м ²
Выработка за смену (8ч)	10-25 м ²	200-750 м ²
Трудозатраты на 100 м ²	35 чел-ч	2,3-4,57 маш-ч
Состав звена/бригады	1-2 человека	2 оператора

Ключевые отличия в трудозатратах заключаются в следующем: один роботизированный комплекс по объему выполняемых работ заменяет бригаду из 15 квалифицированных штукатуров; робот работает непрерывно, не нуждается в перерывах и сохраняет стабильную скорость в течение всей смены, в то время как производительность человека падает к концу дня из-за физической усталости; основная доля трудозатрат при

использовании робота смещается с физического нанесения раствора на настройку оборудования, установку направляющих и загрузку смеси; роботы наиболее эффективны на больших открытых площадях с высокими потолками (до 5 метров).

Пример современного робота штукатур (рис. 1).



Рис. 1. Робот-штукатур RT-PRO 320

Техническое описание модели RT-PRO 320:

1. Максимальная высота работы: 320 см;
2. Ширина нанесения: 80–110 см;
3. Производительность: 8 м²/мин, до 500 м² за смену;
4. Тип смесей: цементные, гипсовые, известковые;
5. Источник питания: 220 В, 50 Гц;
6. Мощность двигателя: 2,2 кВт;
7. Система управления: PLC + сенсорная панель;
8. Скорость подъёма платформы: до 3 м/мин;
9. Точность выравнивания: ±3 мм;
10. Объём бункера: 100 литров;
11. Габариты (Д×Ш×В): 1200×800×1850 мм;
12. Вес: 136 кг;
13. Материал конструкции: сталь с порошковым покрытием;
14. Количество операторов: 1 человек;
15. Страна производства: Китай.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Механизированная штукатурка стен: плюсы и минусы // СтройПодсказка: [сайт]. – URL: <https://stroy-podskazka.ru/shtukaturka/mechaniziruemaya/> (дата обращения: 07.04.2026).
- 2) Гумерова, Э.И. Способы производства штукатурных работ / Э.И. Гумерова, О.С. Гамаюнова // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2016. – № 7 (46). – С. 7-16. – EDN WHDENZ (дата обращения: 07.04.2026).
- 3) Роботы и роботизированные комплексы для штукатурных работ // StudFiles: [сайт]. – URL: <https://studfile.net/preview/3616822/page:4/> (дата обращения: 07.04.2026).
- 4) Автоматическая штукатурная машина, робот-штукатур ТМ "DERUTU" // OZON: [сайт]. – URL: <https://www.ozon.ru/product/avtomaticheskaya-shtukaturnaya-mashina-robot-shtukatur-tm-derutu-2653118175/?at=WPtNYY132HzkPQZIHwL0mGOHmPxD7OUGWmPwLcOQWV0> (дата обращения: 07.04.2026).

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КОЛЬЦЕВЫХ РАЗВЯЗОК В BIM-МОДЕЛИРОВАНИИ

Е.А. Веревкина

Научный руководитель – **К.А.Куликова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрена проблема отсутствия параметрических BIM-семейств для элементов кольцевых развязок. Предложен подход к созданию интеллектуальных компонентов (направляющих островков, криволинейных бордюров) с взаимосвязанными геометрическими, атрибутивными и функциональными параметрами. Показано, что использование типовых параметрических сборок снижает трудоёмкость проектирования и количество коллизий.

Ключевые слова: библиотека элементов, информационное моделирование дорог, кольцевая транспортная развязка, параметрическое семейство (BIM-семейство)

PARAMETERIZATION OF ROUNDABOUTS IN BIM MODELING

E.A.Verevkin

Scientific Supervisor – **K.A. Kulikova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The problem of the lack of parametric BIM families for the elements of roundabouts is considered. An approach to the creation of intelligent components (guiding islands, curved curbs) with interrelated geometric, attributive and functional parameters is proposed. It is shown that the use of standard parametric assemblies reduces the complexity of design and the number of collisions.

Keywords: library of elements, information modeling of roads, roundabout, parametric family (BIM-family)

Современное проектирование транспортной инфраструктуры переходит на BIM-технологии, однако типовые библиотеки существующих решений ориентированы преимущественно на промышленно-гражданское строительство. Проектировщик кольцевой развязки часто возвращается к плоскому черчению в AutoCAD, поскольку в BIM-среде отсутствуют готовые параметрические семейства для криволинейных бордюров, разделительных островков и сопряжений съездов. Особенно остро эта проблема стоит для новичков: создать островок безопасности или закругленный бордюр из стандартных примитивов в AutoCAD (линий, дуг, полилиний и 3D-тел) крайне сложно, так как невозможно корректно задать радиус, плавное сужение или обеспечить правильную видимость. Как отмечается в материалах Академии BIM, «BIM-семейства – это интеллектуальные элементы, которые обладают заданными параметрами и могут адаптироваться под различные проектные условия» [1].

Согласно ОДМ 218.1.1.003-2026 «Методические рекомендации по внедрению инноваций в системе Федерального дорожного агентства», параметрический объект представляет собой цифровое представление физического объекта при помощи набора параметров, влияющих на его структуру, положение, форму и размеры [2]. Для кольцевых развязок критически важны три типа параметров: геометрические (радиус кольца, ширина проезжей части), атрибутивные (материал покрытия, тип бордюра) и функциональные (правила поведения элемента при изменении радиуса сопряжения). Сочетание этих параметров превращает 3D-модель в полноценный BIM-элемент, пригодный для автоматической генерации спецификаций.

Кольцевая развязка включает круговое проезжее кольцо, въезды и съезды, разделительные островки, тротуары и бордюрное ограждение. Каждый элемент требует собственного параметрического семейства, причем семейства должны быть взаимосвязаны: изменение ширины кольца автоматически подтягивает геометрию съездов и положение бордюров [2].

Наиболее сложный элемент – направляющий островок. В традиционном AutoCAD он чертится как набор дуг и сплайнов, что требует высокой квалификации. В BIM-среде островок должен быть единым семейством, форма которого управляется радиусом внешнего кольца, углом наклона грани, длиной «носа» и шириной разделительной полосы (рис. 1). Геометрия должна перестраиваться автоматически, сохраняя нормативные радиусы закруглений (0,5-1,0 м) [3]. Дополнительная сложность – создание 3D-геометрии бордюра с вертикальным подъемом 15-20 см и плавным опусканием в «ноль» на носике островка [4].

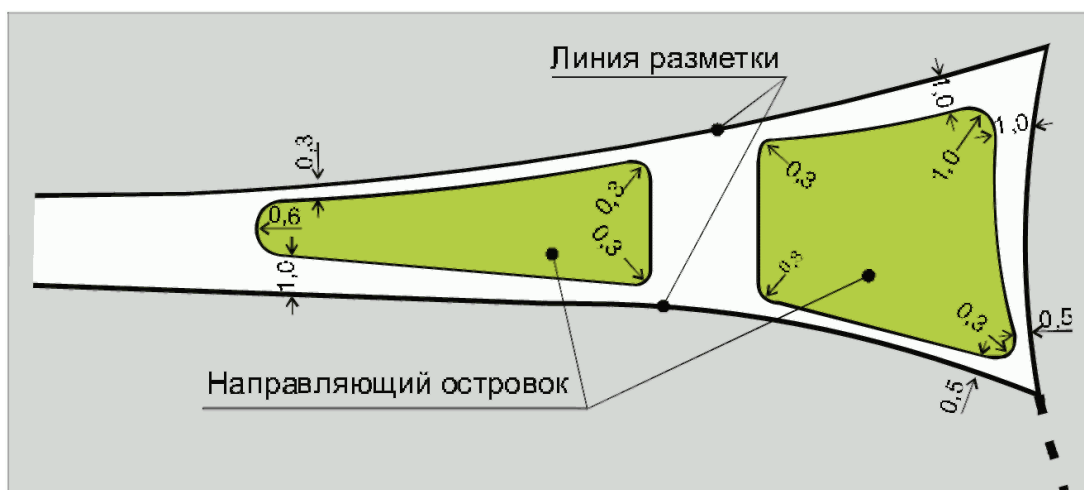


Рис. 1. Схема параметрического направляющего островка [4]

Криволинейные бордюры требуют параметризации радиуса дуги и автоматического вычисления длины дуги (рис. 2). Важно предусмотреть сопряжение с прямыми участками через параметры «Угол сопряжения» и «Длина прямого хвостовика». Использование параметрических библиотек снижает коллизии между разделами проекта [1].



Рис. 2. Пример параметрического бордюрного блока с изменяемым радиусом [5]

Для кольцевых развязок рекомендуется создать категорию «Транспортные развязки → Кольцевые → Элементы», хранящую не только отдельные семейства, но и типовые сборки – «Кольцо типовое 4 съезда R = 30 м» или «Островок направляющий для двухполосного

въезда». Новичок может загрузить готовый блок и изменить 3-4 ключевых параметра, а сложная математика сопряжений останется «за кадром».

Разработка параметрических библиотек для кольцевых развязок – необходимое условие внедрения ВІМ в дорожное проектирование. Рекомендуется, чтобы этим занимались специализированные ВІМ-отделы с учетом требований ОДМ 218.1.1.003-2026. Только тогда проектировщик сможет выбрать из библиотеки готовый островок и изменить его радиус, не задумываясь о пересчете геометрии [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Разработка ВІМ-семейств и библиотек // Академия ВІМ: [сайт]. – URL: <https://bimacad.ru/uslugi/razrabotka-bim-semejstv-i-bibliotek/> (дата обращения: 06.04.2026).
- 2) ОДМ 218.1.1.003-2026 Методические рекомендации по внедрению инноваций в системе Федерального дорожного агентства // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1316301202> (дата обращения: 06.04.2026).
- 3) СП 34.13330.2021 "СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги" (с Изменением № 1) / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573818172> (дата обращения: 06.04.2026).
- 4) ГОСТ Р 52766-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200057674> (дата обращения: 06.04.2026).
- 5) Бордюры радиальный облегченный // Полбрук: [сайт]. – URL: <https://polbruk.by/bordyur-radialnyj-oblegchennyj.html> (дата обращения: 06.04.2026).

СИСТЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ВЕСОВОГО И ГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

А.А. Грачёв, Д.В. Герасимов

Научный руководитель – **Д.В. Герасимов**, канд. техн. наук., доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются современные системы весогабаритного контроля, предназначенные для выявления перегруженного и негабаритного транспорта в дорожном потоке. Описаны принципы работы и структура WIM-систем (Weigh-In-Motion), их классификация, а также основные типы применяемых датчиков: изгибные пластины, тензодатчики, пьезоэлектрические и волоконно-оптические сенсоры. Проведён сравнительный анализ характеристик датчиков по точности, стоимости, надёжности и сроку службы. Отдельное внимание уделено габаритным датчикам, включая индуктивные петли, видеокамеры и лазерные сканеры.

Ключевые слова: весогабаритный контроль, WIM, динамическое взвешивание, весогабаритный контроль, интеллектуальные транспортные системы, дорожное покрытие

SYSTEMS FOR DYNAMIC WEIGHT AND DIMENSION CONTROL OF VEHICLES

A.A. Grachev, D.V. Gerasimov

Scientific Supervisor – **D.V. Gerasimov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article examines modern weight-in-motion (WIM) systems designed to detect overloaded and oversized vehicles in traffic. It describes the operating principles and structure of WIM (Weight-In-Motion) systems, their classification into low-speed and high-speed, and the main types of sensors used: bending plates, strain gauges, piezoelectric, and fiber-optic sensors. A comparative analysis of sensor performance in terms of accuracy, cost, reliability, and service life was conducted. Particular attention was paid to dimensional sensors, including inductive loops, video cameras, and laser scanners. It was demonstrated that the implementation of WIM systems enables effective monitoring of vehicle weight and dimensions without reducing road capacity, thereby contributing to the preservation of road infrastructure and improving traffic safety.

Keywords: weight and dimension monitoring, WIM, dynamic weighing, weight and dimension monitoring, intelligent transport systems, road pavement

Дорожная инфраструктура играет огромную роль в экономическом и социальном развитии государства, обеспечивая связь между регионами. Надлежащее содержание автодорог является важным фактором экономико-социального процесса.

Одним из факторов износа дорожной инфраструктуры является воздействие на нее перегруженного и негабаритного грузового транспорта. При таком воздействии наблюдается разрушение дорожного покрытия, образование колеи, повреждение мостов, путепроводов, водопропускных труб, что приводит к увеличению аварийности на автомобильных дорогах и ухудшению их транспортно-эксплуатационного состояния [1].

Рядом зарубежных исследований доказано, что наличие перегруженных транспортных средств может увеличить стоимость ремонта дороги более чем на 100% по сравнению с затратами при использовании тех же транспортных средств, но с нормативными нагрузками [3].

Традиционным методом контроля массы грузового транспорта является использование статических весов, требующих полной остановки транспортного средства. Однако, как отмечается в некоторых исследованиях, такие пункты приводят к значительному уменьшению

пропускной способности дорог, вплоть до образования заторов и не позволяют проводить весогабаритный контроль на всей сети автомобильных дорог [3].

В качестве альтернативы, для решения данной проблемы были разработаны системы динамического взвешивания в движении – Weigh-In-Motion (WIM). Системы WIM позволяют производить все замеры в условиях плотного трафика, не ограничивая движение автотранспорта.

Такие системы могут состоять из:

- датчиков обнаружения, взвешивания и классификации транспортных средств.
- программного обеспечения и электроники для сбора, анализа и хранения данных.
- коммуникационного оборудования для передачи измерений за пределы площадки [4].

Устройство типового пункта весогабаритного контроля в движении представлено на рис. 1.

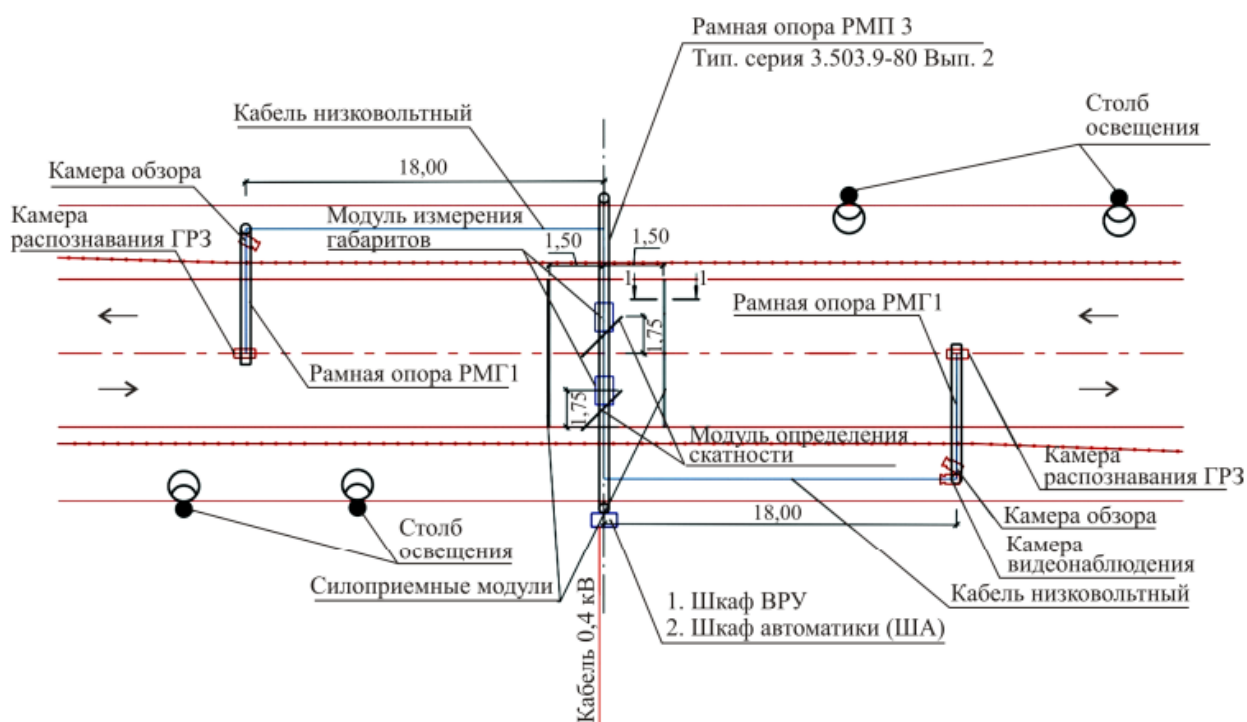


Рис. 1. Устройство системы взвешивания в движении (WIM) [2]

Системы взвешивания в движении классифицируются на низкоскоростные (LS-WIM) и высокоскоростные (HS-WIM).

Низкоскоростные системы устанавливаются в зонах постов оплаты или въездов на магистрали, где транспортные средства движутся со скоростью в диапазоне 10-20 км/ч. Однако средневзвешенная скорость на дорогах общего пользования за городом составляет порядка 60-80 км/ч, что, несомненно, приводит к снижению пропускной способности участка дороги, и обуславливает необходимость специальной инфраструктуры (постов, переходно-скоростных полос, и прочих средств организации дорожного движения – световые табло, знаки, светофорные объекты).

Высокоскоростные предназначены для динамического взвешивания транспортных средств, движущихся с любой скоростью в пределах установленных законом ограничений [1], что исключает необходимость в специальной инфраструктуре (только ферма установки измерительного оборудования над автомобильной дорогой), однако такие системы обладают существенно большей погрешностью (в 5-10%) по сравнению с предыдущими. Кроме того, как показывает практика, недобросовестные водители научились обходить контроль: проезд на пониженной скорости (менее 5 км/ч) искажает показания, а наезд на датчик только одним колесом или объезд по обочине вовсе делает взвешивание некорректным [2].

Помимо градации по скорости, системы различаются по типам применяемых датчиков. Анализ литературы показывает, что основными сенсорами являются тензодатчики, изгибные пластины, различные пьезоэлектрические датчики и волоконно-оптические сенсоры, сравнение которых представлено в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение характеристик датчиков [4]

Характеристика		Изгибные пластины	Тензодатчик	Пьезоэлектрические датчики	Кварцевые пьезоэлектрические датчики
стоимость	Стоимость установки	Средняя (~1.600.000 Р)	Высокая (~4.000.000 Р)	Низкая (~700.000 Р)	Средняя (~1.600.000 Р)
	Годовые расходы	Средняя (~480.000 Р)	Высокая (~650.000 Р)	Низкая (~400.000 Р)	Высокие
Точность(доверительный интервал $\geq 95\%$)		$\pm 10 \%$	$\pm 6 \%$	$\pm 15 \%$	$\pm 10 \%$
Чувствительность		средняя	средняя	высокая	Высокая
Срок службы (лет)		6	12	4	Более 15
Надежность		средняя	высокая	низкая	средняя

Датчики изгиба состоят из стальных пластин, называемых весовыми подушками, установленными в желобе на уровне проезжей части. Они могут работать при более высокоскоростном режиме, чем другие, но при большой нагрузке могут быстро выйти из строя [1].

Одними из самых точных и долговечных считаются тензодатчики, они давно применяются в дорожном строительстве, однако их установка требует значительных затрат. Они работают за счёт преобразования механической силы в электрическую величину, такую как напряжение, ток или сопротивление [4].

Пьезоэлектрические датчики изготавливаются из полимеров, керамики и кварца – структур, генерирующих электрический заряд, пропорционально приложенной к ним механической силе. Однако все типы датчиков, кроме кварцевых, при измерениях обладают сильной зависимостью от температуры [1].

Также существуют волоконно-оптические датчики, работающие на изменении длины волны света. Они не восприимчивы к электромагнитным помехам, благодаря простой конструкции и отсутствию металлических элементов их срок службы оценивается в 20-30 лет, но из-за зависимости от температуры, скорости транспортного средства и давления в шинах в данный момент они используются, в основном, в системах подсчета и обнаружения движения [5].

Габаритные датчики представлены индуктивными петлевыми детекторами, системой распознавания габаритов по изображению с камеры и лазерными датчиками, также такие приборы используются для определения скорости движения транспортного средства, необходимого для более точного определения массы.

Индуктивные петлевые детекторы работают на принципе изменения индуктивности в катушке. Они позволяют определить расстояние между осями транспортного средства, что необходимо для расчета скорости движения, однако этого недостаточно для определения точных габаритов[5].

С помощью видео фиксации с нескольких камер также можно установить габариты транспортного средства. При тестировании такого способа удалось добиться погрешности в 2,3% по габаритам и 1,15 км/ч по скорости [6].

Лазерное сканирование – самое распространённый вид габаритного датчика. Оно работает на принципе отражения лазерного луча от автомобиля. При таком сканировании создаётся 3D модель, по которой определяются все нужные параметры. Однако такая система довольно дорогостоящая [5].

Таким образом, современные системы весогабаритного контроля позволяют эффективно выявлять перегруженный и негабаритный транспорт прямо в потоке, не создавая заторов. Их работа основана на использовании различных датчиков – от изгибных пластин и тензодатчиков до лазерных сканеров и камер, что обеспечивает высокую точность и надёжность измерений. Внедрение таких систем способствует сохранности дорожной инфраструктуры, снижает расходы на ремонт и повышает безопасность движения, что важно для устойчивого развития транспортной сети страны.

Анализ датчиков показывает, что для измерения массы оптимальны тензодатчики благодаря высокой точности и долговечности, несмотря на дороговизну установки. Для определения габаритов и скорости наиболее эффективны лазерные сканеры и видеосистемы, обеспечивающие минимальные погрешности. Индуктивные петли подходят для определения скорости и расстояния между осями, но не дают полной информации о габаритах. Пьезоэлектрические и волоконно-оптические датчики пока чаще применяются для подсчёта и обнаружения транспортных средств, однако их потенциал для комплексных систем контроля также перспективен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Weigh-in-motion systems review: methods for axle and gross vehicle weight estimation / E.O. Rocheti [et al.] // IEEE Access. – 2024. – Т. 12. – С. 134822-134836. – DOI: 10.1109/ACCESS.2024.3461653
- 2) Опыт использования автоматической системы весогабаритного контроля в Пермском крае / Н.В. Чмых [и др.] // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2020. – №. 3. – С. 44-51. – DOI: 10.15593/24111678/2020.03.06.
- 3) Sensor data fusion in multi-sensor weigh-in-motion systems / J. Gajda [et al.] // Sensors. – 2020. – Т. 20, №. 12. – С. 3357. – DOI: 10.3390/s20123357
- 4) LTBP program's literature review on weigh-in-motion systems – 2016 / I. Al-Qadi [et al.]. – URL: (PDF) LTBP Program's Literature Review on Weigh-in-Motion Systems
- 5) Actual types of sensors used for weighing in motion / I. Agape [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – Т. 572. – №. 1. – С. 012102. – DOI: 10.1088/1757-899X/572/1/012102
- 6) Vehicle speed and dimensions estimation using on-road cameras by identifying popular vehicles / H. Khosravi [et al.] // Scientia Iranica. Transaction D, Computer Science & Engineering & Electrical Engineering. – 2022. – Т. 29. – №. 5. – DOI: 10.24200/sci.2020.55331.4174

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ГИПСА С ДОБАВКОЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВОЛОКОН

И.Н. Давыдов, Я.О. Аршинов

Научный руководитель – П.Б. Разговоров, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В работе выполнено сравнение прочностных характеристик гипсовых композитов с включением в их состав льняного волокна. Выявлено, что добавление 1-3% льняных волокон в гипс марки ГЗ увеличивает прочность образцов на изгиб примерно на 83%, а на сжатие – на 95%. Выявлено, что в смеси с гипсом низкой марки льняные волокна, измельченные до степени помола по Шонпер-Риглеру 50 и 70 градусов, способствуют улучшению прочностных свойств. Для гипса высокой марки (Г16) внесение добавки растительных волокон может быть полезным, но должно быть лимитировано (≤ 1 мас%).

Ключевые слова: композиты из гипса, прочность на изгиб, прочность на сжатие, растительные волокна, льняное волокно

STRENGTH PROPERTIES OF GYPSUM-BASED COMPOSITES WITH ADDITION OF VEGETABLE FIBERS

I.N. Davydov, Ya.O. Arshinov

Scientific Supervisor – P.B. Razgovorov, Doctor of Engineering Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The study presents a comparison of the strength characteristics of gypsum composites incorporating flax fibers. It was found that adding 1-3% flax fibers to G3 grade gypsum increases the flexural strength of samples by approximately 83% and compressive strength by 95%. It was also revealed that in mixtures with low-grade gypsum, flax fibers, ground to Schopper-Riegler degrees of 50 and 70, contribute to improved strength properties. For high-grade gypsum (G16), the addition of plant fibers can be beneficial but should be limited (≤ 1 wt.%).

Keywords: gypsum composites, flexural strength, compressive strength, vegetable fibers, flax fiber

Введение

Современное строительство сталкивается с рядом вызовов, включая нехватку природных ресурсов, рост цен на строительные материалы и необходимость снижения негативного воздействия на окружающую среду. В связи с этим, разработка новых композитных материалов, включающих в свой состав попутные продукты и отходы строительных работ, как это показано в обзорной работе [1], представляет собой актуальную и перспективную область исследований. Строительные отходы, образующиеся в процессе возведения, ремонта и сноса зданий, зачастую становятся причиной экологических проблем, включая загрязнение окружающей среды и переполнение свалок.

Использование растительных отходов в качестве вторичных компонентов для производства строительных материалов не только способствует снижению их объемов, но и позволяет получить новые, более устойчивые и экономически выгодные строительные решения. Такие композитные материалы могут обладать улучшенными физико-механическими свойствами, что делает их конкурентоспособными на рынке строительных материалов.

В данной работе целью исследования является изучение возможности разработки новых композиционных материалов с использованием природного сырья и отходов, потенциального преимущества и конкретизация ниши применения в строительной отрасли. Внимание акцентируется на методах переработки растительных отходов, их интеграции в состав композитов и оценке экологической и экономической целесообразности принятых решений.

Существует несколько основных способов утилизации строительных отходов, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Вот некоторые из наиболее распространенных методов: переработка, повторное использование, компостирование, энергетическая утилизация, захоронение, сортировка и утилизация по типу, производство новых строительных материалов. Эти методы помогают снизить объем строительных отходов, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и продвигать устойчивое строительство [2].

Экспериментальная часть

Задачей являлось определение марки строительного гипса по прочности и оценка влияния льняных волокон на физико-механические свойства композитов. Для ее решения контролировали следующие параметры: нормальная густота гипсового теста, сроки схватывания, прочность образцов на растяжение и предел прочности при сжатии. Прочность образцов на изгиб определяли на испытательной машине МИИ-100 (рис. 1 а), а предел прочности при сжатии – на гидравлическом прессе П-50 (рис. 1 б).



Рис. 1. Общий вид машины МИИ-100 для испытаний гипсовых композитов на изгиб (а) и гидравлический пресс П-50 (б)

Композиты получали на основе гипса марок Г-3 и Г16. Для определения нормальной густоты готовили смесь из 300 г гипса и воды (30-70 % от массы гипса). После перемешивания заполняли цилиндр вискозиметра тестом, резко его поднимали и определяли густоту при диаметре расплыва (180 ± 5) мм.

Время схватывания определяли с помощью прибора Вика. Тесто заливали в смазанное кольцо, установленное на стеклянной пластине. Иглу опускали с интервалом 60 с, фиксируя глубину проникновения. Начало схватывания отвечало моменту, когда игла переставала касаться основания, а окончание процесса фиксировали, когда глубина погружения достигала 0,5 мм.

Прочность гипсового камня оценивали по пределам прочности при изгибе и сжатии на стандартных образцах $4 \times 4 \times 16$ см [3]. Образцы формовали из 1,2 кг гипса при нормальной густоте, выдерживали 7 сут. в сухом помещении до постоянной массы, затем испытывали их на изгиб и на сжатие.

Предел прочности на сжатие $R_{сж}$, кгс/см² (МПа), рассчитывали:

$$R_{сж} = \frac{P_1}{S}, \quad (1)$$

где P – разрушающее усилие, кгс;

S – рабочая площадь металлической пластинки, равная 25 см².

Средний предел прочности на сжатие $R_{сж}^{ср}$, кгс/см² (МПа), рассчитывали:

$$R_{сж}^{ср} = \frac{R_{сж1} + R_{сж2}}{2}. \quad (2)$$

Результаты и их анализ

На первом этапе работы варьировалась концентрация льняных волокон в составе гипсовых композитов. В случае если применялся гипс Г-3, оптимум количества добавки льняного волокна составлял 1-3 мас% (табл. 1).

Таблица 1. Прочность композитов (гипс Г-3) на изгиб при включении в состав 1-5 мас% льняного волокна с различной степенью помола

Степень помола, °ШР	Доля льняных волокон от мас% гипса, МПа			
	0%	1%	3%	5%
30	1,65	2,48	1,40	2,22
50	1,65	2,05	3,02	2,03
70	1,65	2,18	3,02	2,75

Для получения прочного при изгибе композита на базе гипса марки Г-3 требуется 3 % добавки волокна в условиях средней (50 град. по Шоппер-Риглеру, далее – ШР) и повышенной (70 °ШР) степени помола волокна.

Анализ испытаний образцов на сжатие ($\sigma_{сж}$) показал, что введение добавки в количестве ≤ 5 мас в гипс Г-3 может быть целесообразно (табл. 2).

Таблица 2. Прочность гипсовых композитов на сжатие с включением 1-5 мас% влажных льняных волокон с различной степенью помола

Степень помола, °ШР	Доля льняных волокон от мас% гипса, МПа			
	0%	1%	3%	5%
30	2,34	3,77	1,81	3,83
50	2,34	3,10	4,57	3,25
70	2,34	3,47	4,78	4,42

В табл. 3 представлены результаты прочности композитных материалов на основе гипса более высокой марки (Г-16).

Таблица 3. Предел прочности при сжатии композитов на базе гипса Г-16 с включением 1-5 мас% льняных волокон с различной степенью помола

Степень помола, °ШР	Доля волокон в композите, масс. %, МПа			
	0	1	3	5
30	19,34	18,42	15,66	17,77
50	19,34	18,27	15,52	16,65
70	19,34	18,81	14,76	15,28

Как видно из табл. 3, чтобы не допустить сильного снижения прочности материала, количество армирующей добавки в гипс марки Г-16 должно быть ограничено (не более 1 %).

Итак, для гипса марки Г-3 введение 3 мас% льняных волокон, измельченных до степени 50-70 °ШР, повышает прочность при изгибе на 83%, а при сжатии – примерно на 95%. Для гипса марки Г-16 даже малая добавка волокон снижает прочность на сжатие до 24%.

В итоге испытаний выявлено, что эффективность армирования изучаемых материалов определяется не только концентрацией и степенью помола льняного волокна, но и исходным уровнем прочности гипсовой матрицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Переработка алюмосиликатного сырья и отвалов строительства метрополитена в композиционные сорбенты для очистки водных и маслосодержащих сред / П.Б. Разговоров, А.А. Игнатьев, М.А. Абрамов, Р.С. Нагорнов // Умные композиты в строительстве. – 2020. – Т. 1. – № 1. – С. 10-26.
- 2) Асанова, А.С. Современные материалосберегающие методы переработки строительных отходов / А.С. Асанова, Е.А. Лузгина // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 11. – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/11/74347> (дата обращения: 08.04.2026).
- 3) Козин, А.В. Неорганические вяжущие материалы: практикум / Политехнический ин-т ДВФУ. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2023.

РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА РЫБИНСКА

В.А. Денисов, О.В. Ладыгина

Научный руководитель – **О.В. Ладыгина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В данной статье рассматривается развитие интеллектуальной транспортной системы (ИТС) в городе Рыбинске как способ улучшения транспортной инфраструктуры и повышения безопасности дорожного движения. Анализируются текущие проблемы в транспортном секторе, структуры ИТС и успешные примеры внедрения в других городах. Выявляются основные направления развития ИТС, включая их внедрение и использование новейших технологий.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, Рыбинск, транспортная инфраструктура, технологии, автоматизация

DEVELOPMENT OF THE INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM IN RYBINSK

V.A. Denisov, O.V. Ladygina

Scientific Supervisor – **O.V. Ladygina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article examines the development of an intelligent transportation system (ITS) in the city of Rybinsk as a way to improve transportation infrastructure and enhance road safety. It analyzes current issues in the transportation sector, the structure of ITS, and successful implementation cases in other cities. The article identifies key areas for the development of ITS, including its implementation and the use of advanced technologies.

Keywords: intelligent transport system, Rybinsk, transport infrastructure, technologies, automation

Интеллектуальная транспортная система (ИТС) представляет собой комплекс современных технологий, которые помогают управлять транспортными потоками и обеспечивают пользователей более полной информацией и повышенной безопасностью. С учетом растущей урбанизации и увеличения числа автомобилей, внедрение ИТС становится особенно актуальным для городов. Рыбинск, обладая важным транспортным статусом, сталкивается с рядом вызовов, связанных с управлением движением и контролем транспортных потоков.

Цель данной статьи – анализ состояния транспортной системы Рыбинска и разработка предложений по её улучшению.

Задачи исследования включают:

- 1) Оценку текущего состояния транспортной системы.
- 2) Выявление основных проблем и ограничений.
- 3) Разработку приоритетных направлений по улучшению системы.

В настоящее время город Рыбинск сталкивается с рядом проблем, связанных с транспортом, включая:

1) Перегруженность и неудовлетворительное состояние дорог: Увеличение количества транспортных средств, большое количество дефектов дорожного покрытия приводит к заторам, особенно в часы пиковой нагрузки.

2) Недостаток общественного транспорта: техническое состояние общественного транспорта зачастую не соответствует нормам, а наличие нерегулярности в движении (несоблюдение расписания) маршрутных средств, вынуждает людей использовать личные автомобили или такси.

3) Высокий уровень аварийности: проблемы с обеспечением безопасности дорожного движения требуют внедрения современных технологий, способствующих улучшению ситуации на улицах города.

Эти проблемы приводят к необходимости разработки ИТС, направленной на оптимизацию транспортных потоков и снижение количества аварий.

Интеллектуальная транспортная система состоит из нескольких основных элементов:

1) Система управления движением: Установка датчиков и камер позволит отслеживать дорожную обстановку в реальном времени и оперативно регулировать работу светофоров, что поможет сократить пробки и увеличить пропускную способность улиц.

2) Информационные технологии: Применение мобильных приложений для оповещения жителей о состоянии общественного транспорта, расписании и прогнозах времени в пути способствует повышению комфорта передвижения и увеличению привлекательности общественного транспорта.

3) Безопасность дорожного движения: Автоматизированные системы контроля и регистрации нарушений заметно увеличивают уровень безопасности.

К примеру, оснащение основных магистралей видеонаблюдением помогает быстро реагировать на аварийные ситуации.

Внедрение ИТС в таких городах, как Москва и Казань, дает позитивные результаты. Например, в Москве адаптивное управление светофорами снизило заторы примерно на 30%, что может служить ориентиром для интеллектуальной транспортной системы города Рыбинска.

Перспективы развития интеллектуальной транспортной системы в Рыбинске охватывают следующие направления:

1) Инфраструктурные изменения: Модернизация существующих дорог, установка новых датчиков и камер, а также создание единой платформы для управления и координации движения.

2) Образование и информирование населения: Повышение осведомленности граждан о новых технологиях и предоставление информации о безопасном поведении на дороге.

3) Сотрудничество с бизнесом: Привлечение инвестиций и современных технологий со стороны частных компаний облегчит реализацию проектов и ускорит внедрение инноваций в сфере транспорта.

Заключение

Развитие интеллектуальной транспортной системы в Рыбинске представляет собой ключевой элемент улучшения транспортной инфраструктуры города. Внедрение современных технологий и оптимальных систем управления движением способно уменьшить количество аварий и повысить уровень комфорта жителей города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Мировой и российский опыт применения интеллектуальных транспортных систем / С.В. Егоров, П.В. Шационок, А.И. Ерпылева, Д.И. Жарков // Транспортное дело России. – 2022. – № 2. – С. 130–136.

2) Гребенкина, С.А. Интеллектуальные транспортные системы в разрезе национальных интересов РФ: новые вызовы и угрозы / С.А. Гребенкина, И.А. Гребенкина // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2022. Т. – 7, № 4. – С. 444–450.

3) Солодкий, А.И. Развитие интеллектуальных транспортных систем в России: проблемы и пути их решения. Новый этап // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 6. – С. 10–19.

4) Сырцова, Е.А. Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем в регионах России // Государственное управление. Электронный вестник. – 2023. – № 101. – С. 159–169.

5) Басков, В.Н. Оценка уровня интеллектуализации дорожно-транспортной системы / В.Н. Басков, Е.И. Исаева // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 2 (77). – С. 76–84.

6) Евстигнеев, И.А. Интеллектуальные транспортные системы на автомобильных дорогах федерального значения России / И.А. Евстигнеев. – М.: Перо, 2015. – 161 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕДУЦИРОВАНИЯ СЕЧЕНИЯ ПРОФИЛИРОВАННОГО НАСТИЛА В РАСЧЕТАХ ПРОЧНОСТИ В ПОКРЫТИИ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДАНИЯ

Н.А. Жукова, С.А. Тумаков

Научный руководитель – С.А. Тумаков, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Научная работа отражает инновационный подход в определении геометрических характеристик эффективного сечения профилированного листа. А также анализ несущей способности при редукации сечения.

Ключевые слова: редуцирование сечения, профнастил, надежность, прочность, устойчивость

RESEARCH OF THE EFFECT OF REDUCING THE SECTION OF A PROFILE PLANK ON THE STRENGTH CALCULATIONS OF A PUBLIC BUILDING

N.A. Zhukova, S.A. Tumakov

Scientific Supervisor – S.A. Tumakov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The scientific work reflects an innovative approach in determining the geometric characteristics of the effective section of the profiled sheet. It also includes an analysis of the load-bearing capacity during section reduction.

Keywords: section reduction, corrugated board, reliability, strength, stability

При расчёте профилированных настилов в покрытии зданий важно учитывать локальные потери устойчивости - выпучивание узких участков сечения (полок, стенок) под нагрузкой, возникающие до достижения предела текучести. Традиционные методы, основанные на полном сечении, часто приводят к избыточному запасу прочности и неоправданному расходу материала [1].

Решение предлагает метод редуцирования сечения, отражённый в СП 260.1325800.2016 [2] и СП 294.1325800.2017[3]. Он предполагает расчёт с использованием эффективных геометрических характеристик, площади и моментов инерции, скорректированных с учётом снижения несущей способности участков, склонных к местной потере устойчивости. Это позволяет более точно моделировать реальную работу профиля и избежать избыточной прочности.

Объектом исследования выступил спортивный комплекс, расположенный в городе Ярославль на улице Проектируемой.

Конструктивная схема покрытия включает стропильные фермы, имеющие уклон кровли 6° и пролёт 26,2 метра, установленные с шагом 6 и 6,2 метра. На основе выполненных расчётов по несущей способности, жёсткости и устойчивости принято решение о применении для ферм сварных гнутосварных квадратных профилей, изготавливаемых из стального листа.

Покрытие выполнено беспрогонным, опирание профилированного настила Н153-840-1,0 по ГОСТ 24045-2016 [1] осуществляется по верхнему поясу ферм. Расчёт конструкции выполнен по однопролётной схеме загрузки с расчётным пролётом 6 метров. Также для обеспечения пространственной жёсткости и устойчивости каркаса по верхнему поясу ферм предусмотрены горизонтальные продольные и поперечные связи, а также установлены распорки, работающие на сжатие и предотвращающие поперечные смещения. Кроме того,

для предотвращения потери устойчивости ферм из плоскости предусмотрены вертикальные связи, устанавливаемые в пролётах между фермами.

Схема расположения конструкций покрытия блока спортивного комплекса с плавательным бассейном показана на рис. 1.

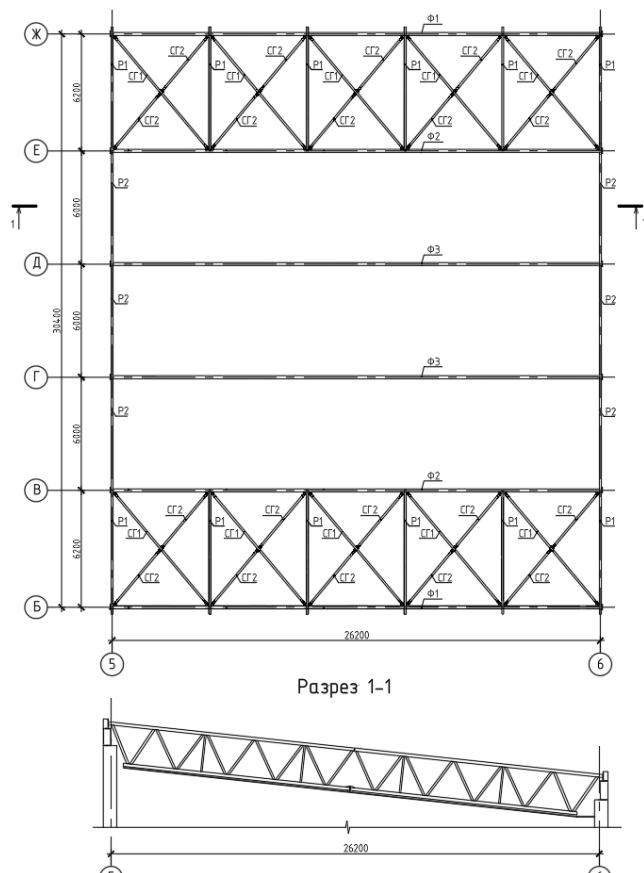


Рис. 1. Схема расположения конструкций покрытия

По результатам расчетов с учетом редуцирования профнастила Н153-840-1,0 получено эффективное поперечное сечение, представленное на рис. 2.

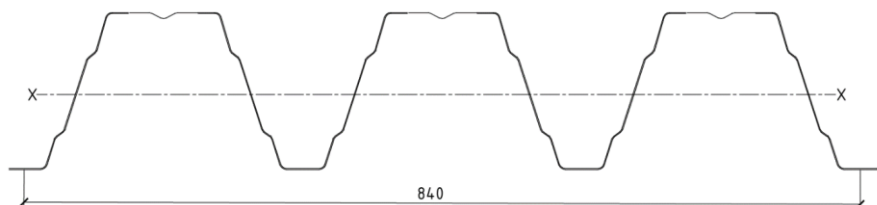


Рис. 2. Схема эффективного поперечного сечения профилированного настила

Основные геометрические характеристики профилированного настила с учетом редукиции получены на основе эффективного поперечного сечения. Расчеты выполнены с использованием специализированного программного модуля «Тонус», указанные в табл. 1.

Таблица 1. Геометрические характеристики профилированного настила

Профиль Н153-840-1,0	Справочные значения на 1 м ширины при сжатых полках					
	узких			широких		
	$I_x, \text{см}^4$	$W_{x1}, \text{см}^3$	$W_{x2}, \text{см}^3$	$I_x, \text{см}^4$	$W_{x1}, \text{см}^3$	$W_{x2}, \text{см}^3$
Нормативные значения	533,30	59,80	79,70	528,60	59,70	78,50
Значения с учетом редуцированной толщины	496,86	55,08	68,47	457,21	52,91	59,90

Редуцирование участков сечения профнастила влечет за собой снижение момента сопротивления. Поэтому необходимо выполнить проверку выполнения условия, выраженное формулой 1.

$$\frac{M}{W_{\min} \cdot R_y} \leq 1, \quad (1)$$

где M — расчетное значение изгибающего момента в рассматриваемом сечении;

$W_{\min}$ — минимальный расчетный момент сопротивления в рассматриваемом сечении;

R_y — расчетное сопротивление изгибу.

Максимальный момент составляет:

$$M = \frac{2,62 \cdot 6^2}{8} = 11,8 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

При однопролетной схеме опирания и укладке настила узкой полкой вниз в зоне максимального изгибающего момента сжатию подвергаются узкие полки, следовательно, принимается $W_{\min} = W_x = 55,08 \text{ см}^3 [1]$.

$$\frac{M}{W_{\min} \cdot R_y} = \frac{11,8}{55,08 \cdot 10^{-6} \cdot 245 \cdot 10^3} = 0,87 < 1.$$

Условие выполняется, несущая способность настила соответствует нормативным требованиям, что делает конструкцию покрытия безопасной и устойчивой к внешним воздействиям.

При традиционных расчетах момент сопротивления определяется по геометрии полного сечения, без учета потери устойчивости элементов жесткости (например, сжатых полок или стенок). Это дает завышенные значения прочностных характеристик.

Разница в значениях геометрических характеристик показывает, что расчет с учетом редуцирования сечения более корректен. Он учитывает реальное поведение тонкостенного профиля под нагрузкой и обеспечивает безопасность конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) ГОСТ 24045-2016 Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия. — М.: Стандартиформ, 2016. — 22 с.
- 2) СП 260.1325800.2016 Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования. — М: Минстрой России, 2016. — 124 с.
- 3) СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования (с Изменениями № 1, № 2 и №3). — М.: ФГБУ "РСТ", 2023. — 182 с.

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОФНАСТИЛА В ПОКРЫТИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Ю.С. Зенина

Научный руководитель – С.А. Тумаков, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема повышения надежности покрытий промышленных зданий. Основное внимание уделяется исследованию влияния редуцирования сечений на несущую способность разных марок профнастила. Представлен инновационный метод определения параметров эффективного сечения профилированного листа.

Ключевые слова: Профилированный настил, редуцирование сечений, несущая способность, геометрические характеристики

AN INNOVATIVE WAY TO INCREASE THE RELIABILITY OF PROFILED FLOORING IN THE COVERING OF INDUSTRIAL BUILDINGS

I.S. Zenina

Scientific Supervisor – S.A. Tumakov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the problem of increasing the reliability of industrial buildings' roofs. The main focus is on studying the effect of section reduction on the load-bearing capacity of different types of profiled sheets. An innovative method for determining the effective cross-section parameters of profiled flooring is presented.

Keywords: Profiled flooring, section reduction, load capacity, geometric characteristics

Легкие тонкостенные конструкции, к которым относятся профилированные настилы, широко используются в зданиях промышленного назначения: складские и производственные помещения заводов и логистические центры предприятий. Эти объекты играют важную роль в экономике, и любая авария, включая обрушение кровельных конструкций, может привести к значительным финансовым потерям и угрозе жизни работников. Таким образом, одной из актуальных проблем современного проектирования покрытий с применением профилированных настилов является повышение их надежности за счет модернизации методов расчета, учитывающих особенности напряженно-деформированного состояния профилированных листов под нагрузкой. В частности, с помощью учета редуцирования сечений профнастила.

Обзор научной и технической литературы, анализ состояния вопроса исследования по развитию методов расчета легких холодногнутых стальных тонкостенных конструкций с учетом редуцирования сечения приведены в публикации [1, 2].

В качестве объекта исследования была рассмотрена конструкция покрытия склада логистического центра оптовой торговли, расположенного в г. Ярославль.

В роли несущего элемента кровли был принят профилированный настил марки Н75-750-0,8, как самый минимальный для обеспечения требуемой степени огнестойкости для зданий с IV степенью огнестойкости, как указано в заключении ВНИИПО[3]. Для уменьшения расчетных усилий в сечении настила, а также его расчетного пролета данную марку профнастила рекомендуется укладывать на прогоны с шагом до трех метров. Поэтому покрытие было реализовано с использованием прогонов из швеллера 30, которые в свою очередь, опираются на стропильные фермы с шагом 6 метров (рис. 1).

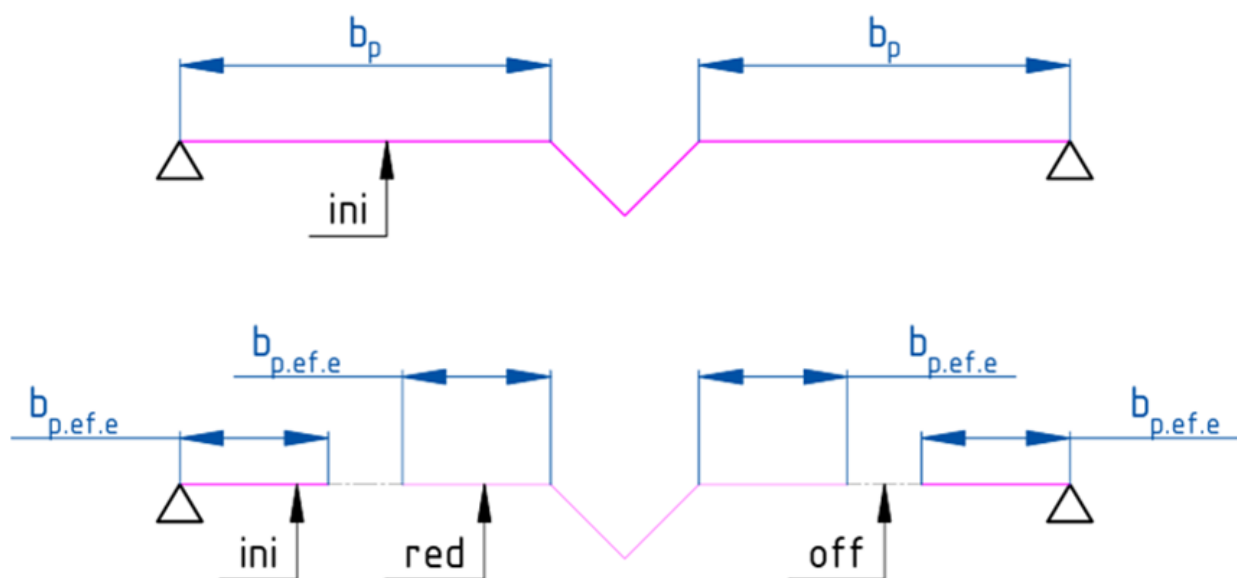


Рис. 2. Эффективное сечение полки с элементом жесткости:

Ini (initial) – начальный участок;
red (reduced) – редуцированный участок;
off – выключенный участок.

В результате расчетов были получены новые эффективные геометрические характеристики сечений трех разных марок профилированного настила, которые представлены в табл. 1.

Таблица 1. Эффективные геометрические характеристики сечений разных марок профнастила

Марка профиля	Расчетные значения на 1 м ширины при сжатых полках					
	узких			широких		
	$I_x, \text{см}^4$	$W_{x1}, \text{см}^3$	$W_{x2}, \text{см}^3$	$I_x, \text{см}^4$	$W_{x1}, \text{см}^3$	$W_{x2}, \text{см}^3$
H75-750-0,8	82,74	21,84	22,29	80,30	20,51	21,79
H114-750-1,0	285,32	46,54	52,11	252,76	41,56	46,24
H153-840-1,0	497,72	55,12	68,46	458,31	52,95	59,96
Примечание: I_x и W_x определены с учетом t_{red} элементов жесткости.						

Для наглядного анализа редуцированных геометрических характеристик со справочными из ГОСТа 24045-2016 [7] для марок H75 и H114, и СТО-071-2017 для H153, была составлена таблица процентного уменьшения геометрических показателей сечений (табл. 2).

Таблица 2. Процентное уменьшение значений геометрических характеристик

Марка профиля	Процентное уменьшение геометрических характеристик на 1 м ширины при сжатых полках					
	узких			широких		
	$I_x, \text{см}^4$	$W_{x1}, \text{см}^3$	$W_{x2}, \text{см}^3$	$I_x, \text{см}^4$	$W_{x1}, \text{см}^3$	$W_{x2}, \text{см}^3$
H75-750-0,8	28%	15,35%	30,78%	30,13%	28,04%	34,17%
H114-750-1,0	25,62%	27,05%	26,71%	34,11%	34,86%	34,96%
H153-840-1,0	6,67%	7,83%	14,10%	13,30%	11,31%	23,62%

Исходя из результатов, можно сделать несколько выводов:

1. Расчет с учетом редуцирования оказывает наибольшее влияние на момент сопротивления сечения, в основном, при широких сжатых полках у всех рассматриваемых

марок профнастила. Из этого следует, что именно эти значения стоит проверять на прочность с помощью формулы 1:

$$\frac{M}{W_{\min} \cdot R_y} \leq 1, \quad (1)$$

где M – расчетное значение изгибающего момента в рассматриваемом сечении;

$W_{\min}$ – минимальный расчетный момент сопротивления в рассматриваемом сечении;

R_y – расчетное сопротивление изгибу.

2. При проверке на прочность марки Н75-750-0,8 его несущая способность обеспечивается, даже при учете редуцирования сечения. Однако это единственный вид профнастила из рассматриваемых, который укладывается по прогонам, а, следовательно, имеет расчетный пролет 3 метра, в отличие от остальных, у которых расчетный пролет составляет 6 метров. Это делает его надежным типом конструкции, но не самым выгодным из-за применения прогонов.

3. Если рассматривать беспрогонную конструкцию покрытия, то выигрышным вариантом будет являться марка Н153-840-1,0. Не только потому, что редуцирование оказывает на неё наименьшее влияние по сравнению с остальными, но и при расчете на прочность он обеспечивает требуемую несущую способность в отличие от марки Н114-750-1,0.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Зенина, Ю.С. Покрытие с профилированным настилом, рассчитанным стандартным способом, и обзор публикаций по учету редукции сечения / Ю.С. Зенина, Н.А. Тестова // IX Международный студенческий строительный форум - 2024: сборник докладов форума, Белгород, 29 ноября 2024 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2024. – С. 48-51. – EDN KAUNJK.

2) Зенина Ю.С. Инновационный подход в проектировании профилированных настилов с учетом редуцирования сечений /Ю.С. Зенина, Н.А. Тестова, С.А. Тумаков // Семьдесят восьмая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием «Научные разработки и инженерные кадры для технологического лидерства России». (23 апреля 2025 г., Ярославль): сб. материалов конференции – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2025 – 185-189 с.

3) Заключение по оценке пределов огнестойкости и классов пожарной опасности покрытий с различными типами утеплителя и кровлей, состоящей из рулонных материалов или полимерных мастичных материалов, а также рекомендации по применению данных покрытий в зданиях различного функционального назначения. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 144 с.

4) СП 260.1325800.2016 Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования. – М: Минстрой России, 2016. – 124 с.

5) СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования. – М: Минстрой России, 2016. – 110 с.

6) СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования (с Изменениями № 1, № 2 и №3). – М.: ФГБУ "РСТ", 2023. – 182 с.

7) ГОСТ 24045-2016 Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 26 с.

О РАЗВИТИИ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РОССИЙСКИХ ГОРОДАХ

А.В. Калинин

Научный руководитель – **О.В. Ладыгина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается понятие зеленой инфраструктуры, ее элементы и экосистемные услуги. Анализируются вопросы регулирования зеленой инфраструктуры в российских нормативных документах и ее внедрения в практику градостроительного планирования и благоустройства.

Ключевые слова: зеленая инфраструктура, экосистемные услуги, природоподобные решения, градостроительное планирование, благоустройство территорий

ON THE DEVELOPMENT OF GREEN INFRASTRUCTURE IN RUSSIAN CITIES

A.V. Kalinin

Scientific Supervisor – **O.V. Ladygina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper examines the concept of green infrastructure, its elements and ecosystem services. The regulation of green infrastructure in Russian regulations and its implementation in urban planning and development practices are analyzed.

Keywords: green infrastructure, ecosystem services, nature-based solutions, urban planning, landscaping

Сегодня большинство экосистем представляют собой антропо-природные системы, в развитии которых важнейшую роль играет деятельность человека [8]. Антропо-природные системы являются средой обитания человека и других живых существ, а наиболее преобразованными, в значительной мере искусственными системами являются города. Города сосредотачивают в себе практически все социальные, экономические и экологические проблемы, и их решение на основе принципов устойчивого развития является необходимым условием для благополучия человеческой цивилизации сегодня и в будущем.

В современной ситуации высокого уровня климатических и природных неопределенностей и рисков антропо-природные системы нуждаются в пристальном внимании к динамике изменения основных своих качественных параметров с позиций поддержания устойчивого развития: жизнеспособности, связности и здоровья среды [9]. Концепции системного подхода и живых систем предлагают новый взгляд на обеспечение жизнеспособности и устойчивости антропо-природных систем, в том числе городов: переход от частей к целому, от объектов – к взаимоотношениям. Рассмотрение города как живой системы, характеризующейся свойством эмерджентности, вызывает необходимость создания новых подходов к формированию зеленой инфраструктуры (ЗИ).

В ходе исторического развития городов менялись взгляды на ЗИ: от декоративно-эстетического и рекреационного (сады и бульвары) к экологическому («зеленые пояса») [7]. В современных условиях ЗИ представляет собой комплексный инструмент обеспечения климатической устойчивости, социальной справедливости, сохранения здоровья населения, сохранения биоразнообразия. Повышение экологического благополучия и адаптация к изменению климата являются одними из приоритетов развития России (Национальный проект «Экологическое благополучие»; Стратегия социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года). ЗИ играет ключевую роль в повышении экологической устойчивости, приспособлении к изменению климата и, как следствие, повышении комфортности проживания населения и обеспечении долгосрочного экономического благополучия городов.

Под термином «зелёная инфраструктура» понимается стратегически спланированная сеть естественных и полуестественных территорий в совокупности со всеми особенностями окружающей среды (природными процессами), которая обеспечивает широкий спектр экосистемных услуг, приносящих социальные и экологические выгоды, а также природоподобных решений (nature-based solutions – NBS), дополняющих или замещающих серую инженерную инфраструктуру города. Термин включает в себя два основных блока: общепринятое в Европе определение ЗИ как стратегически спланированной сети природных и полуприродных территорий и других экологических элементов, обеспечивающих широкий спектр экосистемных услуг и поддерживающих биоразнообразие [2, 4] и принятую в США фокусировку на управлении дождевыми стоками и водным циклом, при которой также признаются социальные и экологические выгоды [1, 5]. В основе концепции лежат два ключевых понятия: многофункциональность и связность. Многофункциональность предполагает, что один и тот же участок земли (например, пойма реки) может одновременно служить местом для отдыха, средой обитания для птиц и естественным буфером, поглощающим излишки воды во время ливней. Связность необходима, поскольку для эффективной работы экосистем они не должны быть изолированы: зеленые коридоры позволяют видам перемещаться, а генетическому материалу – обновляться [3, 6].

К элементам ЗИ в городе можно отнести:

- естественные и полуестественные природные территории: городские леса, лесопарки, незастроенные пойменные участки, особо охраняемые природные территории;
- элементы традиционного городского озеленения, состоящие из древесно-кустарниковых насаждений и газонов: парки, скверы, городские сады, бульвары, дворовые придомовые территории, элементы декоративного уличного озеленения (деревья, газоны, клумбы).
- незапечатанные территории, покрытые растительностью: санитарно-защитные зоны предприятий, охранные зоны инженерных коммуникаций, заброшенные и неосвоенные земельные участки, кладбища;
- земли сельскохозяйственного назначения;
- природоподобные решения (биоплато, дождевые сады, биодренажные канавы, зеленые кровли, вертикальное озеленение и т.п.).

В соответствии с определением, основная характеристика зеленой инфраструктуры – обеспечение экосистемных услуг. Ключевые экосистемные услуги ЗИ в городах приведены в табл. 1.

Таблица 1. Основные группы экосистемных услуг ЗИ

Группа услуг	Примеры функций ЗИ	Основные эффекты	Элементы ЗИ
Регулирующие	Регуляция температуры, стока, воздуха, шума	Смягчение жары, снижение наводнений, улучшение воздуха	Древесно-кустарниковые насаждения, природоподобные решения
Обеспечивающие	Пища, сырьё, вода (в т.ч. городское земледелие)	Локальные продукты, зеленая экономика	Земли сельскохозяйственного назначения
Культурные	Рекреация, эстетика, здоровье, социальное общение	Улучшение психического/физического здоровья, чувство места	Лесопарки, парки, сады, скверы, бульвары, городские леса, озеленение дворовых и общественных территорий
Поддерживающие	Среда обитания, опыление, почвообразование	Биоразнообразие, устойчивость экосистем	Лесопарки, парки, городские леса, ООПТ

ЗИ выполняет одновременно инженерные, экологические и социальные функции: охлаждает город, управляет водным циклом, очищает воздух, поддерживает биоразнообразие и здоровье людей. При этом важно учитывать, что разные типы ЗИ дают разные наборы услуги степень multifunctionality. Кроме того, помимо услуг ЗИ может продуцировать и дисуслуги (аллергены, насекомые и др.), поэтому важно грамотное планирование и подбор подходящих элементов ЗИ для конкретных условий. Наибольший эффект достигается при планировании ЗИ как связанной, multifunctional сети, учитывающей как выгоды, так и возможные риски.

Российские нормативные документы и методические рекомендации (СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СП 82.13330.2016 «Благоустройство территорий», ГОСТ Р 70387-2022 «Комплексное благоустройство и эксплуатация городских территорий», ГОСТ Р 71332-2024 «Зеленые» стандарты. Вертикальное озеленение фасадов зданий и сооружений. Технические и экологические требования»; ГОСТ Р 58875-2020 «Зеленые» стандарты. Озеленяемые и эксплуатируемые крыши зданий и сооружений. Технические и экологические требования», «Методические рекомендации по организации водоотвода на улично-дорожной сети городов, не имеющих подземной (трубопроводной) ливневой канализации») задают основные направления и граничные условия по планированию ЗИ в городах: создание непрерывной иерархичной системы озеленения в увязке с природным каркасом территории, соблюдение установленных норм по количеству и доступности ЗИ для населения, функциональность ЗИ для создания комфортной городской среды и адаптации к изменениям климата (нивелирование эффекта городского острова тепла, обеспечение водоотвода, снижение негативного воздействия сильных ветров). При этом в нормативную базу введены наиболее распространенные природоподобные решения: вертикальное, кровельное и контейнерное озеленение, системы отведения и очистки поверхностных стоков.

Однако остается актуальным вопрос внедрения концепции ЗИ в практику городского планирования, учет в разработке генеральных планов городов, проектах благоустройства. Значение показателей доли озелененных территорий и доли населения, имеющего доступ к озелененным территориям в российских городах довольно велико, однако их качество зачастую не отвечает современным представлениям о комфортной городской среде. На сегодняшний день активно реализуются объекты благоустройства по программе «Формирование комфортной городской среды» в рамках Национального проекта «Инфраструктура для жизни»: преобразуются отдельные общественные пространства и дворовые территории. Однако следует выделить следующие проблемы:

- отсутствие системного планирования зеленой инфраструктуры в виде связанной сети в генеральных планах городов;
- отсутствие единого методологического подхода к планированию зеленой инфраструктуры городов в виде связанной системы;
- сосредоточенность проектов благоустройства озелененных территорий городов в основном на эстетической составляющей;
- отсутствие обоснования проектов исходя из предоставляемых экосистемных услуг ЗИ, недоучет ее ценности;
- недостаточное распространение и внедрение природоподобных решений как элемента городской ЗИ.

Внедрение концепции ЗИ в практику градостроительного планирования и благоустройства территорий требует перехода от логики создания и поддержания декоративного озеленения к формированию функциональной экосистемы. Рассмотрим возможные направления для включения ЗИ в процесс государственного регулирования развития городских территорий.

Правила благоустройства:

- нормативы десцементации – установить обязательный процент водопроницаемых покрытий для парковок и пешеходных зон;
- зеленая кровля и фасады – включить коэффициенты озеленения не только для традиционных озелененных территорий, но и для вертикальных поверхностей зданий (особенно в плотной застройке);

- приоритет многолетников – заменить в регламентах высадку клумб из однолетних цветов на многоярусные композиции из местных кустарников и многолетних трав, которые требуют меньше полива и ухода.

Градостроительное зонирование

- введение КУО (коэффициента удерживания осадков) – обязать застройщиков применять при проектировании природоподобные решения для водоотведения (дождевые сады, биодренажные каналы) на территориях, не обеспеченных ливневой канализацией;

- экологические коридоры – закрепить в картах зонирования неразрывные связи между крупными озелененными территориями внутри города и с пригородом, чтобы предотвратить фрагментацию экосистемы.

Регламенты муниципальных закупок:

- зеленые критерии – включить в техзадания требования по внедрению природоподобных решений;

- экосистемные услуги – оценивать стоимость контракта с учетом долгосрочных выгод, в том числе нематериальных.

Охрана зеленых насаждений:

- защита при строительстве – ужесточить штрафы за повреждение корневой системы деревьев и обязать использовать защитные короба;

- инвентаризация – перейти к цифровому реестру каждого дерева с использованием ГИС, чтобы отслеживать актуальное состояние и экологическую ценность зеленых насаждений.

Стимулирующие меры:

- налоговые льготы – разработать механизмы снижения местных налогов (например, на имущество или землю) для бизнеса, внедряющего сертифицированные «зеленые» технологии;

- гранты на микро-озеленение – упростить порядок выделения субсидий для ТСЖ и ТОСов на создание карманных парков и придомового озеленения.

Учет концепции ЗИ в нормативном регулировании и стимулирование ее применения в градостроительной практике позволит обеспечить эволюционное развитие ЗИ в российских городах.

СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ

1) Adesoji, T. Interdisciplinary Perspectives on Green Infrastructure: A Systematic Exploration of Definitions and Their Origins / T. Adesoji, A. Pearce // *Environments*. – 2024. – Vol. 11, № 8. – URL: <https://doi.org/10.3390/environments11010008>

2) Padmashree, P. Green Infrastructure, Elevating Urban Resilience: A Literature Review / P. Padmashree, D. Soumya, P. Bindh // *Journal of Information Systems Engineering and Management*. – 2025. – Vol. 10. – No.29s. – URL: <https://doi.org/10.52783/jisem.v10i29s.4504>

3) Hammack, K. Green Infrastructure. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals / K. Hammack, M. Barber. – URL: <https://doi.org/10.7591/cornell/9781501705823.003.0028>

4) Monteiro, R. Green Infrastructure Planning Principles: An Integrated Literature Review / R. Monteiro, J. Ferreira, P. Antunes // *Land*. – 2020. Vol. 9, № (12). – URL: <https://doi.org/10.3390/land9120525>

5) Stefanakis, A. The Role of Constructed Wetlands as Green Infrastructure for Sustainable Urban Water Management // *Sustainability*. – 2019. – Vol. 11, № (24). – URL: <https://doi.org/10.3390/su11246981>

6) Wang, J. Towards a better understanding of Green Infrastructure: A critical review / J. Wang, E. Banzhaf // *Ecological Indicators*. – 2018. – Vol. 85. – URL: https://www.researchgate.net/publication/321796257_Towards_a_better_understanding_of_Green_Infrastructure_A_critical_review

7) Глазычев, В.Л. Урбанистика / В.Л. Глазычев. – М.: Европа, 2008. – 220 с.

8) Фоменко, Г.А. Устойчивый экосистемный дизайн: предпосылки и подходы: учебно-методическое пособие / Г.А. Фоменко. – Ярославль: АНО НИПИ «Кадастр», 2021. – 216 с. – (Серия «Планирование и проектирование пространственного развития»).

9) Фоменко, Г.А. Устойчивый экосистемный дизайн: фокус на экосистемные услуги: учебно-методическое пособие / Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко. – Ярославль: АНО НИПИ «Кадастр», 2022. – 260 с. – (Серия «Планирование и проектирование пространственного развития»).

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ СУЛЬФОКАТИОНИТОВОГО КАТАЛИЗАТОРА В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

М.В. Касперавичюс, С.В. Отрубина, О.В. Ладыгина

Научный руководитель – **О.В. Ладыгина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается потенциальное направление использования отходов сульфокатионитового катализатора (КУ-2ФПП), в качестве добавки для производства строительного материала с улучшенными шумозащитными свойствами. Проводится обзор и анализ свойств отработанного сульфокатионитового катализатора, позволяющих применить его в качестве добавки в бетон. Оценивается влияние введения отработанного катализатора на физико-механические, эксплуатационные и экологические характеристики конечного строительного материала. Обосновывается перспективность разработки и внедрения технологий переработки отходов сульфокатионитового катализатора в строительной отрасли как экологически безопасного и экономически выгодного решения, способствующего ресурсосбережению и созданию новых материалов с улучшенными характеристиками.

Ключевые слова: отходы, сульфокатионитовый катализатор КУ-2ФПП, бетон, шум.

PROSPECTS FOR THE USE OF SULFKATIONITE CATALYST WASTE IN BUILDING MATERIALS

M.V. Kasperavicius, S.V. Otrubina, O.V. Ladygina

Scientific Supervisor – **O.V. Ladygina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the potential use of sulfocationite catalyst waste (KU-2FPP) as an additive for the production of a building material with improved noise-reducing properties. The article provides a review and analysis of the properties of spent sulfocationite catalyst, which make it suitable for use as an additive in concrete. The article evaluates the impact of adding spent catalyst on the physical, mechanical, operational, and environmental characteristics of the final building material. The article substantiates the prospects of developing and implementing technologies for recycling sulfocationite catalyst waste in the construction industry as an environmentally friendly and economically viable solution that promotes resource conservation and the creation of new materials with improved characteristics.

Keywords: waste, KU-2FPP sulfocationite catalyst, concrete, and noise

Нефтехимические и нефтеперерабатывающие предприятия занимают лидирующую позицию в современных стремительно развивающихся производствах. Усложнение технологических процессов служит основой выпуска незаменимых продуктов с уникальными свойствами, используемых в различных отраслях. Однако технологический прогресс оказывает и негативное влияние, в связи с образованием большего количества отходов производства. Дополнительно к образующимся отходам, в условиях плотной городской застройки и роста промышленных зон, одной из наиболее острых проблем становится шумовое загрязнение. Повышение уровня шума не только негативно влияет на здоровье человека, но также ведёт к потере производительности труда и ухудшению условий качества жизни в целом [1, 2].

Значимую роль в производственных процессах занимают катализаторы. В частности, ионообменный катализатор КУ-2ФПП используется в дегидратации спиртов, алкилировании изобутана олефинами для получения высокооктановых компонентов бензина, получении ацетальдегида, изобутилена, метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) и других химических реакциях [3-8]. После исчерпания своего ресурса катализатор теряет активные свойства. Он превращается в крупнотоннажный отход, требующий утилизации. В настоящее время

основным способом обращения с такими отходами является захоронение на полигонах, что несет значительную экологическую нагрузку и снижает экономическую эффективность процессов [3].

В связи с этим возникает необходимость разработки технологии повторного использования отходов сульфокатионитового катализатора для решения двух основных задач:

1. Снижения техногенного воздействия на окружающую природную среду путем повторного использования отхода;
2. Улучшение шумозащитных характеристик строительного материала с помощью нового компонента.

Самым распространенным строительным материалом является бетон. Он имеет ряд преимуществ, которые очень ценны в строительной отрасли. Во-первых, способность изменять физико-химические свойства, за счет добавок и новых компонентов. Во-вторых, универсальность – использование в различных областях и сферах, например, строительство дорог, мостов, плотин, фундаментов зданий и сооружений и т.п. В-третьих, бетон является экономически доступным материалом [1]. Требования к строительным материалам ужесточаются. Сегодня недостаточно, чтобы материал был просто прочным и устойчивым к внешним воздействиям. Большое значение имеют функциональные свойства.

Ионообменный катализатор КУ-2ФПП представляет собой сульфированный сополимер стирола с дивинилбензолом. Его полимерная матрица – пространственный трехмерный каркас, обладающий высокой химической стойкостью. Потеря каталитической активности в процессе работы полностью не лишает полимер полезных свойств: он остается упругим, имеет развитую удельную поверхность и слабую, но сохраняющуюся ионообменную способность [8]. Для звукоизоляции бетона предлагается использовать добавку на основе отхода этого катализатора, которая будет добавлена прямо в смесь. Она должна создать в материале необходимую пористость или повысить вязкость упругой фазы, благодаря чему звуковая энергия будет рассеиваться.

Чтобы оценить обоснованность применения отработанного катализатора КУ-2ФПП в роли базового компонента для модифицирующей добавки, требуется подробно изучить природу данного материала. Физическая структура данного материала представляет собой гранулы в форме цилиндров, колец серого, желтовато цвета. Насыпная плотность катализатора составляет не более 600 кг/м^3 . Именно эта особенность открывает широкие перспективы для его использования в качестве легкого заполнителя или структурообразующей компоненты. Поверхность гранул катализатора содержит загрязняющие вещества, накопленные в процессе промышленной эксплуатации, и требуют предварительной обработки [4].

Кроме того, важной характеристикой катализатора является его гранулометрический состав. Для получения однородной модифицирующей добавки, обеспечивающей стабильный эффект, необходима классификация частиц по размерам, а также их предварительная активация. Предварительная активация представляет механическое или химическое воздействие, обработку, которая призвана очистить поверхности гранул, увеличив их шероховатость, усилить адгезию с цементной матрицей, и, возможно, на создать на их поверхности активные центры, способствующие дополнительному структурированию цементного камня [7].

Еще одной важной характеристикой, которую необходимо учитывать при разработке добавки, является наличие в структуре катализатора сульфогрупп ($-\text{SO}_3\text{H}$). В активном состоянии эти группы обеспечивают катионообменные свойства. В отработанном состоянии часть групп дезактивирована, но их присутствие может влиять на кинетику схватывания цемента [5]. Разработка технологии получения модифицирующей добавки требует комплексного подхода, включающего этапы подготовки сырья, его активации и подбора оптимального состава, совместимого с цементной системой.

Стоимость традиционных модифицирующих добавок, особенно импортного производства, направленных на улучшение акустических свойств (например, резиновая

крошка, полипропиленовая фибра специальных марок, акриловые сополимеры), остается высокой. Это ограничивает их массовое применение. Отработанный катализатор КУ-2ФПП является низкотратным сырьем, так как предприятия, эксплуатирующие ионообменные установки, вынуждены нести расходы на его утилизацию. Использование такого материала в качестве добавки позволит не только снизить затраты на утилизацию отходов для производственных предприятий, но и получить для производителей бетона дешевое и эффективное сырье. Снижение себестоимости строительных материалов без потери, а в ряде случаев и с улучшением их эксплуатационных свойств, является мощным конкурентным преимуществом.

Инновационность подхода заключается в использовании отработанного катализатора КУ-2ФПП в качестве сырья для создания модифицирующей добавки в строительный материал. Данная добавка предназначена для изготовления строительных материалов и изделий из бетона, используемых на объектах транспортной инфраструктуры (шумозащитные плиты, дорожные ограждения). Предлагаемое решение позволяет одновременно достичь нескольких целей: утилизировать опасный техногенный отход, уменьшить себестоимость строительных материалов благодаря вовлечению вторичного сырья, а также улучшить акустические характеристики возводимых конструкций.

Существующие методы борьбы с шумом часто сводятся к увеличению массы конструкции, ее толщины или использованию отдельно монтируемых звукопоглощающих систем. Предлагаемый подход повышения шумозащитных характеристик бетона путем управления его внутренней структурой на микроуровне позволит создать композиционный материал, в котором функция шумопоглощения заложена изначально. Введение модифицирующей добавки на основе полимерной матрицы КУ-2ФПП позволит создать в бетоне систему замкнутых и сообщающихся пор, а также зоны с разной акустической жесткостью. Проходя через такой композит, звуковая волна многократно отражается, преломляется и затухает за счет вязкостных потерь в полимерной фазе. Техническая новизна работы состоит в обосновании параметров подготовки и введения специфического полимерного отхода, который ранее не рассматривался как эффективный акустический модификатор композитов.

Разработка технологии получения модифицирующей добавки из отработанного катализатора КУ-2ФПП открывает широкие перспективы. Реализация подобных технологий позволит не только решить проблему утилизации специфических отходов нефтехимической промышленности в масштабах региона, но и создать новый класс строительных материалов – акустически комфортных. Особенно это актуально для строительства вблизи трамвайных и железнодорожных путей.

Таким образом, исследуемая тема является крайне актуальной, научно значимой и практически востребованной. Сочетание экологической направленности (утилизация отхода), экономической эффективности (снижение себестоимости) и улучшения технических характеристик конечного продукта (повышение шумозащиты) соответствует современным тенденциям развития строительной науки и промышленности.

Высокий научно-технический потенциал заключается в создании синергетического эффекта от использования специфических свойств полимерной матрицы отработанного катализатора для формирования оптимальной акустической структуры бетона. Реализация технологии позволит не только расширить номенклатуру эффективных строительных материалов, но и внести существенный вклад в решение проблемы накопленных техногенных отходов, что соответствует «Стратегии развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года» [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Акулин, В.А. Применение бетона в строительстве // Наука и образование сегодня. – 2019. – №3 (38).
- 2) Бутенко, М.П. Влияние шума и вибрации на жизнь и работу человека // Вестник науки. – 2026. – № 2 (95). – С. 1091-1101.

- 3) Егоров, А.Н. Эффективные пути утилизации отходов нефтегазоперерабатывающей отрасли / А.Н. Егоров, В.Д. Шантарин // Известия вузов. Нефть и газ. 2012. №1, С. 95-101.
- 4) Опыт разработки технологии утилизации дезактивированных катализаторов нефтехимической промышленности / Г.Р. Котельников, Д.В. Качалов, Е.Г., Степанов, Л.Г. Герасимова, В.П. Беспалов // Труды Кольского научного центра РАН. – 2015. – № 5 (31).
- 5) Сравнительное исследование каталитической активности сульфокатионитов макропористой и гелевой структуры в процессе этерификации жирных кислот / К.В. Отопкова, А.Л. Есипович, Е.А. Канаков, Т.А. Чарыкова, В.Е. Байдаченко, Т.А. Рябова // Кинетика и катализ. – 2022. – Т. 63, № 6. – С. 749-759. – DOI: 10.31857/S0453881122060090
- 6) Стратегия развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года с прогнозом до 2035 года, утверждённая распоряжением Правительства РФ от 31 октября 2022 года №3268-р. – URL: AdmXczBBUGfGNM8tz16r7RkQcsgP3LAm.pdf (дата обращения: 07.04.2026).
- 7) Федюк, Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик // Вестник ИШ ДВФУ. – 2018. – №4 (37).
- 8) Хазипов, М.Р. Регенерация ионно-обменного катализатора КУ-2ФПП процесса гидратации изобутилена с использованием сверхкритического диоксида углерода / М.Р. Хазипов, А.Т. Галимова, А.А. Сагдеев // Инновационная наука. – 2016. – №10 (2).

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ

А.М. Коптев, А.А. Чекалова, А.Н. Басов

Научный руководитель – **А.Н. Басов**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Были рассмотрены этапы проведения контроля качества гражданских зданий. Выявлены допустимые отклонения элементов от проектного положения, а также рассмотрены современные методы контроля качества при приемке помещений.

Ключевые слова: контроль качества, отклонения элементов, лазерное сканирование, классификация лазерных сканеров

AUTOMATED QUALITY CONTROL OF CORE CONSTRUCTION WORKS DURING FACILITY CONSTRUCTION

A.M. Koptev, A.A. Chekalova, A.N. Basov

Scientific Supervisor – **A.N. Basov**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The stages of quality control for civil buildings were examined. Permissible deviations of structural elements from their design position were identified, and modern quality control methods used during the acceptance of premises were reviewed.

Keywords: quality control, element deviations, laser scanning, classification of laser scanners

Качество выполнения общестроительных работ является критическим фактором обеспечения надежности, долговечности и безопасности зданий и сооружений. В условиях цифровизации многих областей, в том числе строительной, особую актуальность приобретает внедрение автоматизированных методов контроля.

Согласно действующим нормативам и Постановлению Правительства РФ №468, строительный контроль представляет собой систему контрольных мероприятий, направленных на проверку соответствия выполняемых работ проектной документации, техническим регламентам и стандартам [1]. Данный этап осуществляется в рамках требований Градостроительного кодекса РФ, а также сводов правил, включая СП 48.13330.2019 «Организация строительства» и СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции».

Приемка помещений проводится после завершения строительства несущих и ограждающих конструкций, отделочных и малярных работ, а также после выполнения пусконаладочных работ инженерных систем. Контроль осуществляется комиссией с участием представителей застройщика, подрядной организации, технического заказчика и, при необходимости, органов государственного строительного надзора.

Необходимо проверить горизонтальность, вертикальность, местные неровности конструкций (табл. 1), а также как помещение держит форму и размеры в плане и соответствует ли проекту [2, табл. 4.9].

Таблица 1. Отклонения элементов помещения

Параметр	Величина параметра	Контроль (метод, объём, вид регистрации)
Отклонения несущих конструкций		
Стены и колонны	До 10-15 мм на всю высоту этажа	Измерительный, каждый элемент, геодезическая исполнительная схема
Высокие сооружения	1/500 высоты, но не более 100 мм	То же
Отклонение планировочных параметров помещения		
Отклонение от вертикальности и горизонтальности	не более 2 мм на 1 м длины	Измерительный, журнал работ
Отклонение длин, пролетов и размеров помещений	± 20 мм	То же
Отклонение размеров дверных и оконных проемов	± 12 мм	То же
Смещение осей конструкций	до 10–15 мм	То же
Отклонение кладки		
Неровности на поверхности (при контроле рейкой 2 м)	до 5–10 мм в зависимости от типа конструкции	Измерительный, журнал работ

По СП 71.13330 (для отделочных покрытий) [3, табл. 7.4]:

• отклонения от прямолинейности и плоскостности проверяются контрольной рейкой;

- измерения выполняются минимум в нескольких сечениях поверхности;
- оцениваются отклонения лицевых поверхностей, ребер и граней элементов

Фактически для жилых помещений это означает:

- стены должны быть ровными без волн и «завалов»;
- полы – без перепадов;
- потолки – без прогибов и локальных дефектов.

Таким образом, при приемке жилых помещений основными критериями качества являются:

- вертикальность: до 2 мм на 1 м, но не более 10 мм на всю высоту помещений;
- горизонтальность: до 3 мм на 1 м (для отделки);
- размеры в плане: ± 20 мм;
- проемы: не более 4 мм на 1 м на 4 м², но не более 10 мм на весь элемент;
- местные неровности: не более 2 шт., глубиной (высотой) до 3 мм.

Для автоматизации процесса приемки помещений предлагается лазерный прибор.

Принцип функционирования сканера заключается в последовательном излучении лазерных импульсов и регистрации в память устройства отраженного сигнала от поверхностей объектов. На основе измерения времени прохождения лазерного луча до объекта и обратно вычисляется расстояние до каждой точки. В процессе перемещения оператора или платформы устройство непрерывно собирает данные, формируя плотное облако точек, представляющее собой трехмерное отображение строительной площадки или отдельной конструкции. Алгоритмы обрабатывают полученные данные, сопоставляя текущие измерения с уже зафиксированными, что позволяет корректировать накопленные ошибки позиционирования и обеспечивать высокую точность итоговой модели [4].

Полученное облако точек может быть интегрировано с четвертым измерением, информационной моделью здания (BIM), что обеспечивает возможность автоматического сравнения фактического состояния объекта с проектными решениями. Программное обеспечение выполняет анализ геометрических отклонений, выявляет несоответствия по координатам, размерам и положению конструктивных элементов, а также формирует визуализацию дефектов и отчетную документацию. Это особенно важно при контроле несущих конструкций, где допустимые отклонения строго регламентированы нормативными документами.

Классификация лазерных сканеров по точности:

- низкоточные (ошибка получения координат более 10 мм);
- средней точности (ошибка от 3 до 10 мм);
- высокоточные (ошибка менее 3 мм),

Лазерный сканер RobotSLAM (standart) представляет собой современную мобильную систему трехмерного измерения, предназначенную для автоматизированного контроля геометрических параметров строительных объектов. Данный сканер относится к классу приборов со средней точностью (рис. 1).

FARO Focus S150 – это профессиональный наземный 3D-лазерный сканер, который используется для точного измерения и цифрового копирования реального мира в виде 3D-модели. Данный сканер относится к классу высокоточных приборов (рис. 2).



Рис. 1. Лазерный сканер RobotSLAM (standart)



Рис. 2. Лазерный сканер FARO Focus S150

Результаты работы сканеров представлены на рис. 3.

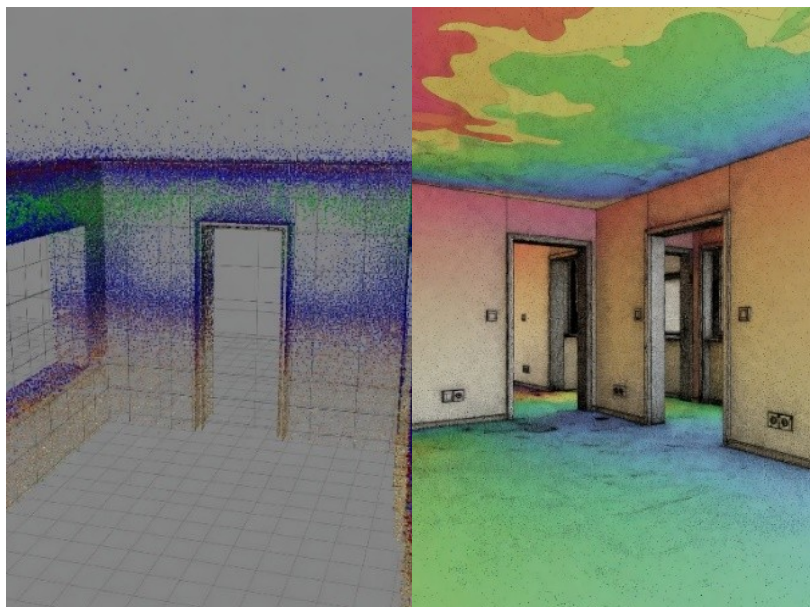


Рис. 3. Результат сканирования помещения

Использование лазерных сканеров в строительном контроле позволяет существенно повысить эффективность и объективность измерений за счет исключения человеческого фактора и перехода к сплошному мониторингу. Технология обеспечивает высокую скорость сбора данных, что дает возможность оперативно выполнять исполнительную съемку после

завершения ключевых этапов работ, таких как устройство фундаментов, монтаж каркаса или выполнение отделочных операций. Кроме того, система позволяет выявлять скрытые дефекты на ранних стадиях строительства за счет регулярного сканирования и накопления цифровой истории объекта (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительной таблицы методов контроля качества при приемке помещений (40-60 м²)

Метод контроля	Краткое описание	Точность измерений	Скорость проверки	Недостатки
Ручной контроль (визуальный + рулетка, уровень)	Осмотр и измерение параметров простыми инструментами в помещении	Низкая (5-10 мм)	40-60 минут	Субъективность, риск пропуска дефектов
Лазерное 3D сканирование	Сканирование помещения с последующим построением облака точек и 3D-модели	Высокая (1-3 мм)	5-8 минут (сканирование) + 20-30 минут (обработка)	Высокая стоимость оборудования
Фотограмметрия	Построение 3D-модели на основе фотографий	Средняя–высокая (≈3–5 мм)	10–15 мин съемка + 30–60 мин обработка	Зависит от освещения и качества фото
BIM-сопоставление (Scan-to-BIM)	Сравнение результатов сканирования с проектной BIM-моделью	Очень высокая	10–20 мин анализ (после сканирования)	Требуется цифровая модель

Таким образом, применение лазерного сканера является эффективным инструментом автоматизации строительного контроля, обеспечивающим повышение точности измерений, сокращение сроков проверки и улучшение качества возводимых объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. "О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства" Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. N 468. – URL: <https://base.garant.ru/12176727/>
2. СП 70.13330.2012. Свод правил. Несущие и ограждающие конструкции. – URL: <https://mchs.gov.ru/uploads/document/2022-03-16/76b28310ae906e1007b6ac4f42421b7d.pdf> (дата обращения: 20.03.2026).
3. СП 71.13330.2017. Свод правил. Изоляционные и отделочные покрытия. – URL: <https://www.fkr-spb.ru/upload/iblock/087/y84zpefv8913ajqohg6epbfcjfehkp7w.pdf>
4. Васильева, И.Е. Лазерное сканирование объектов недвижимости / И.Е. Васильева, А.В. Амельченко // Мировая наука. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lazernoe-skanirovanie-obektov-nedvizhimosti/viewer> (дата обращения: 20.03.2026).

НЕГАТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАДИЦИОННЫХ СМАЗОЧНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

А.С. Корытов, А.В. Маркелов

Научный руководитель – **А.В. Маркелов**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассмотрены факторы, негативно влияющие на экологию и окружающую среду, связанные с использованием смазочных материалов на основе нефти. В ходе исследования предложено решение по использованию новых смазочных композиций из экологически чистых материалов. По результатам предварительных испытаний можно сделать вывод о потенциальной применимости экологически чистых смазочных композиций в закрытых парах трения по типу: сталь-сталь.

Ключевые слова: экология и окружающая среда, экологически чистые смазочные композиции, исследования, пары трения

NEGATIVE IMPACT ON THE ENVIRONMENT AND THE ENVIRONMENTAL ENVIRONMENT WHEN USING TRADITIONAL LUBRICANT COMPOSITIONS

A.S. Korytov, A.V. Markelov

Scientific Supervisor – **A.V. Markelov**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The factors that have a negative impact on the environment and the environment associated with the use of petroleum-based lubricants are considered. The study proposes a solution for using new lubricant compositions made from environmentally friendly materials. Based on the results of preliminary tests, it can be concluded that environmentally friendly lubricant compositions are potentially applicable in closed steel-steel friction pairs.

Keywords: ecology and environment, environmentally friendly lubricant compositions, research, friction pairs

Традиционные смазочные материалы широко используются в различных отраслях промышленности и транспорта для снижения износа механизмов, уменьшения трения и повышения эффективности оборудования. Однако использование таких материалов связано с рядом серьезных экологических проблем, которые требуют внимания и решения.

Использование традиционных смазочных материалов приводит к загрязнению почвы, воды и воздуха. Это обусловлено несколькими факторами [1]:

- масла могут попадать в почву и водоемы вследствие утечек из машин и оборудования и т.к. они содержат токсичные вещества, такие как тяжелые металлы и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), то наносят серьезный ущерб экосистемам;

- отработанные масла, содержащие большое количество загрязняющих веществ, включая продукты окисления и загрязнения от эксплуатации, часто неправильно утилизируются, что также ведет к загрязнению окружающей среды.

Масла на нефтяной основе могут оказывать воздействие на здоровье человека поскольку содержат токсичные компоненты. Контакт с такими материалами может привести к следующим проблемам:

- развитие аллергических реакций и кожных заболеваний;
- повреждение дыхательных путей и органов дыхания;

Кроме этого, производство и переработка традиционных смазочных материалов требует значительных энергоресурсов, что способствует увеличению выбросов парниковых газов и усугублению глобального потепления.

Для минимизации негативного воздействия традиционных смазочных материалов на окружающую среду и здоровье человека предлагается ряд мер.

1. Использование биоразлагаемых смазочных материалов, которые изготавливаются из возобновляемых источников сырья, таких как растительные масла и животные жиры. Они обладают высокой степенью разложения в естественных условиях, что значительно снижает нагрузку на окружающую среду [2].

2. Развитие новых технологий, таких как сухие покрытия и полимерные композиты, позволяющие уменьшить потребность в традиционном смазочном материале и повысить эффективность работы оборудования [3].

Мы предлагаем идти по пути разработки синтетических смазочных материалов из экологически чистых материалов, например, водно-спиртовые смазочные композиции, которые не требуют специальной утилизации в отличие от традиционных отработанных смазок и не оказывают негативного воздействия на экологию и здоровье человека [4]. Мы провели предварительные исследования и получили неплохие результаты по эксплуатационным свойствам таких смазок [4]. В настоящее время мы проводим научные исследования над оптимизацией рецептуры новых смазок.

Заключение

Негативное влияние на экологию и окружающую среду связаны с использованием традиционных смазочных материалов, значительны и требуют комплексного подхода к их решению. Необходимо развивать альтернативные технологии и внедрять экологически чистые материалы, чтобы обеспечить устойчивое развитие промышленности и сохранить природные ресурсы для будущих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Волков, Д.В. Геоэкологические проблемы, связанные с воздействием отработанных моторных масел на окружающую среду // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных. сборник материалов IX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, приуроченной к 95-летию основания «СибАДИ». – Омск, 2025. – С. 407-412.
- 2) Hamnas, A. Bio-lubricants from vegetable oils: Characterization, modifications, applications and challenges – Review / A. Hamnas, G. Unnikrishnan // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2023. – V. 182. – P. 113413
- 3) Серкова, Е.А. Полимерные материалы для антифрикционных покрытий (обзор) / Е.А. Серкова, В.В. Хмельницкий, О.Б. Застрогина // Труды ВИАМ. – 2021. – №5 (99). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polimernye-materialy-dlya-antifriktsionnyh-pokrytiy-obzor> (дата обращения: 08.04.2026).
- 4) Trofimenko, B.P. Study of the tribotechnical properties of alcohol–water lubricant compositions / B.P. Trofimenko, A.S. Korytov, A.V. Markelov // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2025. – T. 54, № 5. – С. 488-493.

ЭВОЛЮЦИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАСЧЕТА СТАЛЬНЫХ РАМ ПЕРЕМЕННОГО СЕЧЕНИЯ

А.О. Крапивна, С.А. Тумаков

Научный руководитель – С.А. Тумаков, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Выполнен анализ развития методов расчета таких систем от классической строительной механики до современных численных методов. Особое внимание уделено дискуссионным вопросам: выбору расчетной модели (стержневая или оболочечная), учету полужесткости узловых сопряжений, влиянию сдвиговых деформаций и физической нелинейности. Рассмотрены актуальные направления исследований, включая применение высокопрочных сталей и вероятностную оценку устойчивости тонкостенных элементов.

Ключевые слова: рама переменного сечения, метод конечных элементов, устойчивость, полужесткие узлы, теория Тимошенко, металлоконструкции

EVOLUTION AND CONTEMPORARY PROBLEMS IN THE DESIGN OF VARIABLE-SECTION STEEL FRAMES

A.O. Krapivna, S.A. Tumakov

Scientific Supervisor – S.A. Tumakov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The analysis of the development of calculation methods for such systems from classical structural mechanics to modern numerical methods is performed. Special attention is paid to the discussion issues: the choice of a design model (core or shell), taking into account the semi-rigidity of nodal junctions, the influence of shear deformations and physical nonlinearity. Current research directions are considered, including the use of high-strength steels and probabilistic assessment of the stability of thin-walled elements.

Keywords: variable-section frame, finite element method, stability, semi-rigid joints, Timoshenko theory, metal structures

Введение

Металлические рамы с колоннами переменного сечения (двутавры с изменяющейся высотой стенки) являются доминирующим конструктивным решением для большепролетных зданий ангарного, производственного и складского типа. Как отмечает В.В. Катюшин в своей фундаментальной монографии, очертание таких рам следует эпюре изгибающих моментов, что позволяет экономить металл до 20–25% по сравнению с рамами постоянного сечения, а также снижать массу здания в целом за счет рационального распределения материала [1]. Однако сложность геометрии, работа тонких стенок, специфика узловых соединений и необходимость учета ряда нелинейных факторов делают их расчет инженерной задачей, требующей постоянного совершенствования методов проектирования.

Цель

Систематизировать научные знания об эволюции и современных подходах к расчету стальных рам переменного сечения, выделить ключевые дискуссионные вопросы и актуальные направления исследований.

Историческое развитие методов расчета рам переменного сечения

На начальном этапе (первая половина XX века) рамы с переменным сечением рассчитывались как стержневые системы с использованием классических методов строительной механики – метода сил и метода перемещений. Трудоемкость ручного счета была крайне высока из-за необходимости вычисления интегралов Мора для стержней с

переменной жесткостью. Значительный вклад в развитие аналитических методов внес И.М. Рабинович [2], предложивший в своем фундаментальном труде метод фокусных отношений для многопролетных рам и рекомендации по использованию метода начальных параметров с табличными функциями влияния для стержней переменного сечения. В.А. Киселев [3] систематизировал расчет ступенчатых колонн, предложив готовые таблицы для определения реакций от единичных смещений, что было значительным шагом вперед для инженерной практики того времени, поскольку позволяло свести решение к небольшому числу уравнений.

В 1960–1990-е годы, с развитием вычислительной техники и накоплением экспериментальных данных, развернулась научная дискуссия, определившая пути развития норм проектирования. С одной стороны, существовала точка зрения, что учет пластических деформаций в рамах переменного сечения позволяет снизить расход стали до 30%, и необходимо включить этот метод в нормативные документы. Такая теория прослеживается в работе под редакцией В.В. Бирюлева [4]. Однако были и мнения, указывающие на опасность потери устойчивости тонких стенок при работе материала в пластической стадии. Это можно отследить в научном труде Мельникова Н.П. [5]. Результатом этой дискуссии стали ограничения, введенные в СНиП II-23-81 «Стальные конструкции», на использование пластического шарнира для элементов с гибкими стенками. Норматив уже учитывал особенности работы тонкостенных стержней и вопросы устойчивости, что критично для рам переменного сечения.

С появлением первых ЭВМ основным инструментом расчета становится метод конечных элементов (МКЭ). Использовались алгоритмы формирования матриц жесткости для стержней переменного сечения, которые легли в основу первых версий программных комплексов «ЛИРА» и «SCAD».

Современные подходы к расчету: проблема выбора модели.

Современный этап развития вычислительной техники позволяет моделировать работу рамы с высокой степенью детализации, что породило новую научную дискуссию: достаточно ли стержневых моделей для достоверного расчета или необходимо повсеместное применение оболочечных конечных элементов?

В реальном проектировании доминируют стержневые модели с заданием переменной жесткости по длине элемента. В программных комплексах (ЛИРА-САПР, SCAD Office) это реализуется путем задания законов изменения сечения. Преимуществами такого подхода являются простота, быстрота счета и возможность автоматического подбора сечения и проверок по нормам. Однако как видно из публикации G. Balduzzi, [6] и работы А.С. Маслака [7] для рам с отношением высоты сечения к пролету более 1/10 пренебрежение сдвиговыми деформациями (гипотеза Бернулли) может приводить к ошибкам в определении напряженно-деформированного состояния до 15–20%. В этом случае необходима постановка задачи с использованием теории балок Тимошенко, учитывающей деформации сдвига и инерцию поворота сечений.

Практическая реализация теории Тимошенко для рам переменного сечения подробно рассмотрена М.А. Дудаевым [8]. В работе показано, что классический балочный конечный элемент может давать погрешность в определении перемещений до 10% и более по сравнению с КЭ Тимошенко, что неприемлемо для точных технических расчетов. Предложенная автором математическая модель позволяет учитывать дополнительную податливость сдвига без введения дополнительных узловых степеней свободы, что делает ее перспективной для инженерных ПК. Автор делает вывод, что расхождение результатов расчета перемещений классического балочного КЭ и КЭ Тимошенко достигает 10% и более, что является существенным.

Сторонники оболочечного моделирования, например А.В. Теплых [9], настаивают на том, что только такой подход дает полную картину напряженно-деформированного состояния (НДС) в зонах резкого изменения сечения и в узлах, позволяя оценить местную устойчивость стенки, «стесненное кручение» и концентрацию напряжений. Современные ПК (ANSYS,

Abaqus, Nastran) позволяют эффективно выполнять постпроцессинг оболочечных решений, получая достоверные данные для проверок как прочности, так и местной устойчивости.

Оппоненты указывают на избыточность информации, сложность ее корректной интерпретации в рамках нормативных проверок, ориентированных на стержневую схему, и высокие требования к вычислительным ресурсам.

Вероятно, оптимальной для практики является комбинированная стратегия: расчет общей схемы в стержневой постановке с последующим уточнением узлов и зон концентрации на вторичных оболочечных моделях.

Конструктивные решения и расчет узлов рам

Узлы сопряжения ригеля с колонной (особенно карнизный узел) являются наиболее ответственными элементами рамы, воспринимающими максимальные изгибающие моменты. От их работы зависит надежность всей конструкции.

Традиционные методы расчета (как российские нормы СП, так и классические учебники) рассматривают узлы либо как абсолютно жесткие, либо как идеально шарнирные. Однако, как показывают международные и отечественные исследования последних десятилетий, реальные фланцевые соединения на высокопрочных болтах занимают промежуточное положение – являются полужесткими.

В работе Castellazzi G. [10] представлен фундаментальный подход к учету податливости узлов в рамках МКЭ. Автор предлагает моделировать податливость соединения с помощью поворотных и поступательных пружин, а также учитывать эксцентриситет присоединения через жесткие вставки. Важным преимуществом предложенного подхода является возможность использования стандартных конечных элементов, так как дополнительные степени свободы конденсируются.

Для российской практики важным является исследование К.В. Чичулиной и соавторов [11], в котором выполнен анализ надежности жестких узлов рамных каркасов с учетом реальной работы элементов. Авторы обосновывают введение в инженерную практику коэффициента снижения расчетного сопротивления $\gamma_z = 0,9$, учитывающего вероятностный характер отказов отдельных элементов узла при количестве независимых элементов более пяти. Данный подход согласуется с методологией европейских норм проектирования.

Фланцевые соединения на высокопрочных болтах являются доминирующим типом монтажного стыка в современном строительстве. Расчет фланцевых узлов по нормативной методике СП 16.13330 (основанной на работах 1950-х годов) не всегда учитывает так называемый «рычажный эффект» (pryingaction) – дополнительное усилие в болтах, возникающее из-за изгиба фланца.

Современные исследования на основе МКЭ-моделирования доказывают, что в тонких фланцах из-за их изгиба реальное усилие в болтах может быть на 30–40% выше расчетного по упрощенной методике. Это особенно критично для карнизных узлов рам, воспринимающих максимальные моменты, а также для монтажных стыков ригелей, располагаемых в зонах с меньшими усилиями, но требующих надежного соединения.

На основе проанализированных источников можно сформулировать следующие рекомендации. Для соединения ригель-колонна необходимо: выполнять расчет фланца на изгиб с учетом реальной конфигурации; учитывать рычажный эффект при определении усилий в болтах; для ответственных узлов выполнять проверку по вероятностной методике с коэффициентом $\gamma_z = 0,9$; при возможности учитывать податливость узла в общей расчетной схеме рамы. Для монтажных стыков ригеля следует располагать стык в зоне минимальных моментов и использовать фланцевые соединения на высокопрочных болтах.

Материалы и оптимизация рамных конструкций

Исторически рамы выполнялись из малоуглеродистых сталей (Ст.2, Ст.3), затем, с развитием электросварки в 1930-50-х годах, появились первые сварные двутавры переменного сечения. В 1960-80-е годы произошел массовый переход на низколегированные стали (14Г2, 09Г2С). Современная практика тяготеет к применению сталей повышенной прочности (С390, С440) и атмосферостойких сталей. В российской науке и практике по

вопросу выбора материала для рам переменного сечения сформировался спектр мнений. Яндукова [12] показала, что применение стали С440 в рамах переменного сечения позволяет снизить массу каркаса на 12–18% по сравнению со сталью С245, что подтверждает эффективность высокопрочных сталей. Альтернативную точку зрения представляют С.В. Щуцкий с соавторами [13], которые доказывают, что за счет технологичности изготовления (использование прокатных двутавров и их роспуск) можно получить сопоставимый экономический эффект без перехода на более дорогие стали. Компромиссный подход предлагает В.В. Катюшин [1], рекомендуя бистальные сечения, где пояса выполняются из более прочной стали, а стенка – из обычной.

Также стоит внести важное дополнение, основанное на вероятностном подходе: при выборе высокопрочной стали необходимо учитывать статистический разброс механических свойств, который может частично нивелировать номинальный выигрыш в прочности.

Таким образом, выбор материала должен определяться конкретными условиями: для уникальных большепролетных сооружений с жесткими ограничениями по массе целесообразны высокопрочные стали или бистальные решения; для массового строительства экономически оправданы традиционные стали в сочетании с технологичными методами формирования переменного сечения.

Заключение

Эволюция методов расчета рам переменного сечения прошла путь от сложных аналитических формул к матричным методам и современным программным комплексам. Ключевыми фигурами в этом развитии являются И.М. Рабинович, В.А. Киселев, В.В. Катюшин.

В современной науке отсутствует единое мнение о степени детализации расчетной модели. Дискуссия между сторонниками стержневых и оболочечных моделей показывает, что выбор должен определяться классом решаемых задач. Для рядовых конструкций достаточны стержневые модели с уточнениями, для уникальных – требуется оболочечное моделирование.

Главными «точками роста» современной науки о рамах переменного сечения являются: учет полужесткости узловых соединений и реальной работы фланцев (с учетом рычажного эффекта); использование теории Тимошенко для адекватной оценки сдвиговых деформаций в высоких балках; вероятностная оценка устойчивости тонких стенок с учетом начальных несовершенств; обоснованный выбор материала на основе технико-экономического анализа.

Для надежного и экономичного проектирования необходимо сочетать возможности современных ПК с верификацией результатов (расчет узлов в уточненной постановке, экспертная оценка) и учетом технологических ограничений изготовления и монтажа.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1) Катюшин, В.В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство). – М.: Стройиздат, 2005. – 656 с.
- 2) Рабинович, И.М. Курс строительной механики стержневых систем. Часть 2. – М.: Госстройиздат, 1954. – 544 с.
- 3) Киселев, В.А. Строительная механика. Специальный курс. – М.: Госстройиздат, 1960. – 440 с.
- 4) Проектирование металлических конструкций: Специальный курс: учеб. пособие для вузов / В. В. Бирюлев, И. И. Кошин, И. И. Крылов, А. В. Сильвестров; под общ. ред. В. В. Бирюлева. – Л.: Стройиздат: Ленингр. отд-ние, 1990. – 431 с.
- 5) Мельников, Н.П. Металлические конструкции: современное состояние и перспективы развития: науч. изд. – М.: Стройиздат, 1983. – 541 с.
- 6) Serviceability Analysis of Non-Prismatic Timber Beams: Derivation and Validation of New and Effective Straightforward Formulas / G. Balduzzi [et al.] // Open Journal of Civil Engineering. – 2017. – Vol. 7. – P. 32-62. – DOI: 10.4236/ojce.2017.71003
- 7) Маслак, А.С. Учет поперечных сил при вычислении прогибов балок с помощью интеграла Мора / А.С. Маслак, А.Г. Попов, Э.В. Литвинова // Строительство и техногенная безопасность. – 2018. – № 10 (62). – С. 65-76.

- 8) Дудаев, М.А. Математическая модель балочного конечного элемента Тимошенко // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2023. – № 3 (31). – С. 94-102.
- 9) Теплых, А.В. Применение оболочечных и объемных элементов при расчетах строительных стальных конструкций в программах SCAD и Nastran с учетом геометрической и физической нелинейности // CADmaster. – 2011. – № 2 (57). – С. 98-106.
- 10) Castellazzi, G. Analysis of second-order shear-deformable beams with semi-rigid connections // Journal of Constructional Steel Research. – 2012. – Vol. 79. – P. 183-194.
- 11) Чичуліна, К.В. Дослідження параметрів надійності жорстких вузлів рамних каркасів / К.В. Чичуліна, О.І. Щур-Донець // Вчені записки Таврійського національного університету. – 2023. – Т. 34 (73), № 6. – С. 308-311.
- 12) Яндукова, Н.Г. Влияние прочности стали на несущую способность стоек рам с элементами непрерывного переменного сечения // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» – 2013.
- 13) Щуцкий, С.В. Методика проектирования стальных рам переменного сечения из прокатных двутавров / С.В. Щуцкий, С.В. Скуратов, А.А. Лиманцев // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. – 2022. – Т. 1, № 4. – С. 4-14.

ДИАГНОСТИКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ПОЛОМОК С ДАЛЬНЕЙШИМ ИХ УСТРАНЕНИЕМ

Е.Н. Лесовой, Р.Р. Родионов, М.С. Балунов

Научный руководитель – **М.С. Балунов**, канд. пед. наук, доцент

Ярославское высшее военное училище ПВО имени маршала Советского Союза Л.А. Говорова

Рассматриваются способы повышения эффективности развития аддитивных технологий к альтернативной традиционному производству, требующему огромных инвестиций и ресурсов.

Ключевые слова: производство, усовершенствование, экология, экономия

TRUCK DIAGNOSTICS TO IDENTIFY FAULTS AND THEN TROUBLESHOOT THEM

E.N. Lesovoj, R.R. Rodionov, M.S. Balunov

Scientific Supervisor – **M.S. Balunov**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

The ways of increasing the efficiency of the development of additive technologies to alternative traditional production, which requires huge investments and resources, are considered.

Keywords: production, improvement, ecology, economy

С момента введения Вооруженных сил Российской Федерации на территорию Украины остро встал вопрос об обслуживании и выявления поломок специальной грузовой техники, в связи с её постоянным применением и работы на износ.

Основные поломки, которые могут привести к снижению боеспособности и гибели личного состава, являются поломки систем и механизмов двигателя и коробки передач. Для примера будем рассматривать наиболее распространённую модель грузовой техники КамАЗ-4350.

Основные поломки двигателя:

Основные неисправности КШМ.

1) Двигатель не развивает необходимой мощности, работает неустойчиво, дым при работе.

2) Стук коленчатого вала глухого тона. Частота увеличивается с повышением частоты вращения коленчатого вала.

3) Стук поршней приглушенный, вызывается биением поршней о цилиндры. Прослушивается при малой частоте вращения коленчатого вала и под нагрузкой.

4) Стук поршневых пальцев двойной, металлический, резкий, вызывается большим зазором. Стук лучше слышен на холостом ходу двигателя.

Основные неисправности ГРМ:

1) Обрыв ремня ГРМ.

2) Растяжение или перескок ремня.

3) Замасливание ремня.

4) Нарушение тепловых зазоров клапанов.

5) Не герметичность клапанов.

Неисправности системы смазки:

1) Повышенный расход масла.

2) Понижение давления масла в смазочной системе.

3) Загорание сигнализатора аварийной температуры масла.

4) Повышение давления масла в смазочной системе.

Неисправности системы охлаждения:

1) Повышенная температура жидкости в системе охлаждения.

2) Пониженная температура в системе охлаждения.

3) Повышенный расход охлаждающей жидкости.

Неисправности системы питания:

1) Двигатель не запускается.

2) Двигатель не развивает необходимой мощности, работает неустойчиво, дымит при работе.

1) Нет подачи горючего в карбюратор.

2) Бедная горючая смесь.

3) Богатая горючая смесь, чрезмерный расход горючего.

Основные поломки коробки передач.

1) Проблема с пневмосистемой делителя.

2) Износ синхронизаторов и механизма переключения.

3) Разрушение шестерен и подшипников.

4) Течи масла.

Способы выявления и устранения поломок. Диагностика двигателя КамАЗ-4350 представляет собой многоэтапный процесс, направленный на оценку состояния его систем и механизмов:

1) Визуальный осмотр. Выполняется с целью выявить очевидные дефекты. Например, нарушение герметичности систем, повреждение проводки и состояние ремней и магистралей.

2) Диагностика систем питания. Является одним из наиболее важных этапов для любого двигателя. Включает в себя проверку ТНВД, форсунок, а также проверку топливных магистралей высокого и низкого давления.

3) Анализ компрессии в цилиндрах. Позволяет оценить состояние цилиндро-поршневой группы и клапанного механизма.

4) Проверка системы смазки. Оценка давления масла в магистральных, анализ его состояния и проверка работы масляного насоса.

5) Проверка системы охлаждения. Диагностика термостата, водяного насоса и радиатора.

Диагностика коробки передач КамАЗ-4350 осуществляется на основе внешних факторов, такие как шум не корректное переключение передач.

Заключение. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что автомобиль является очень сложным механизмом, который нужно обслуживать и за состоянием которого нужно постоянно следить. Одним из решений является внедрение штатной электронной диагностики, которая будет в режиме реального времени отслеживать и отображать различные параметры основных составляющих автомобиля. Внедрение подобной диагностики позволит не допустить внезапного отказа узлов и агрегатов автомобиля, оценить остаточный ресурс механизмов и даст возможность определить слабое звено сложной технической системы. Данная система диагностики позволит повысить техническое состояние транспортного средства, и как следствие, сохранить боеспособность и жизнь личного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Мельников, И.В. Грузовые автомобили. Техническое обслуживание, ремонт и эксплуатация / И.В. Мельников. – URL: <https://www.litres.ru/book/ilya-melnikov/gruzovye-avtomobili-tehnicheskoe-obsluzhivanie-remont-i-eksp-4942650/>

2) Гладов, Г.И. Текущий ремонт различных типов автомобилей. В 2 ч. Часть 2. Грузовые автомобили большой грузоподъемности / Г.И. Гладов, М.П. Малиновский; ред. Г.И. Гладов. – М.: Академия, 2018. – 304 с.

РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО КЛАДОЧНОГО РАСТВОРА НА ОСНОВЕ ЛЕГКИХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ

Д.Д. Малков, В.Б. Доброхотов.

Научный руководитель – **В.Б. Доброхотов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема повышения энергоэффективности каменной кладки за счет применения кладочных растворов на основе легких заполнителей.

Ключевые слова: энергоэффективность, кладочный раствор, легкий заполнитель, керамзитовый песок, перлит, плотность.

DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT MASONRY MORTAR BASED ON LIGHTWEIGHT AGGREGATES

D.D. Malkov, V.B. Dobrokhoto

Scientific Supervisor – **V.B. Dobrokhoto**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article examines the problem of increasing the energy efficiency of masonry through the use of masonry mortars based on lightweight aggregates.

Keywords: energy efficiency, masonry mortar, lightweight aggregate, expanded clay sand, perlite, density

Современные требования к ограждающим конструкциям зданий диктуют необходимость снижения теплопотерь через стеновые ограждения. Одним из «мостиков холода» в каменной кладке является цементно-песчаный раствор, плотность и теплопроводность которого значительно выше, чем у стеновых блоков (газосиликатных, керамических поризованных). Замена традиционного кварцевого песка на легкие пористые заполнители позволяет не только снизить вес конструкции, но и повысить ее термическое сопротивление.

Целью данной работы является разработка состава легкого кладочного раствора с улучшенными теплофизическими характеристиками и оценка его прочностных свойств. В качестве объектов исследования выбраны два типа пористых заполнителей: керамзитовый песок (спеченные гранулы глины) и вспученный перлит (вулканическое стекло). Исследование направлено на сравнение эффективности данных материалов в составе растворной смеси.

Для приготовления растворных смесей использовались следующие материалы:

Портландцемент М500.

Заполнители:

- керамзитовый песок фракции 0-5 мм, насыпная плотность 600-700 кг/м³

- перлитовый песок фракции 0-5 мм, насыпная плотность 200-300 кг/м³

Добавка: известняковая мука (для раствора на основе перлита).

Исследовано два основных типа составов (табл. 1).

Составы различались соотношением вяжущего и заполнителей. Для каждого типа была изготовлена серия образцов-балок размером 160×40×40 мм.

Были исследованы процессы твердения полученных образцов в двух различных условиях: лабораторный воздушно-сухой режим, влажная среда (под увлажненной тканью для имитации оптимальных условий твердения). Испытания образцов проводились в возрасте 7, 14 и 28 суток. Всего было испытано 24 образца.

Таблица 1. Номинальные составы исследуемых растворов

Тип состава	Цемент, г	Керамзит, г	Перлит, г	Известняковая мука, г	Вода
Керамзитовый песок	300	300	-	-	300
Перлит, изв. мук.	400	-	150	500	600

Перед испытанием определялись геометрические размеры и массу каждого образца для вычисления средней плотности. Прочность при изгибе определял по схеме нагружения одной сосредоточенной силой посередине пролета балок. Прочность при сжатии определяли на половинках балок после испытания на изгиб по стандартной методике (ГОСТ 310.4-81).

Анализ экспериментальных данных показал существенное различие в средней плотности образцов в зависимости от типа заполнителя (табл. 2).

Таблица 2. Диапазоны плотности исследованных составов

Состав	Условия твердения	Плотность, кг/м ³ (мин-макс)
Керамзитовый	Сухая среда	897-1066
Керамзитовый	Влажная среда	965-1177
Перлитовый	Сухая среда	816-956
Перлитовый	Влажная среда	960-1014

Составы с керамзитовым заполнителем показали более высокую абсолютную прочность при сжатии (до 3,08 МПа на отдельном образце в 28 сут.) по сравнению с перлитовыми (макс. 1,70 МПа). Это объясняется более высокой прочностью самого зерна керамзита по сравнению с перлитом. Марка раствора по прочности (согласно ГОСТ 5802-86) для керамзитовых составов соответствует М25, для перлитовых – М10–М15).

Для **керамзитовых растворов** наблюдается аномалия: к 28 суткам образцы в сухой среде (2,60 МПа) значительно превосходили по прочности образцы из влажной среды (1,66 МПа). Вероятное объяснение: керамзитовый песок, имея открытые поры, в условиях повышенной влажности мог удерживать избыточную воду, что привело к "разбавлению" цементного теста и снижению конечной прочности.

Для **перлитовых растворов** характерна обратная картина: влажная среда способствовала набору прочности (1,69 МПа против 1,43 МПа в сухой). Перлит требует более тщательного ухода, так как быстро теряет влагу, необходимую для гидратации цемента.

Керамзитовые составы интенсивно набирают прочность в период с 7 по 14 сутки (прирост ~50%). Перлитовые составы набирают прочность медленнее, но продолжают рост и после 14 суток, особенно во влажных условиях.

На рис. 2 и 3 представлена корреляция между плотностью и прочностью исследованных составов. Наблюдается общая тенденция: более плотные образцы (керамзитовые) демонстрируют большую прочность. Однако перлитовые составы, имея меньшую плотность, показывают отношение прочности к плотности (коэффициент конструктивного качества), сравнимое с керамзитовыми, что делает их перспективными для теплоизоляционных слоев.

На основании проведенных экспериментальных исследований по разработке энергоэффективных кладочных растворов можно сделать следующие выводы: использование керамзитового песка и вспученного перлита позволяет получить кладочные растворы пониженной плотности (816–1177 кг/м³), что значительно ниже плотности традиционного цементно-песчаного раствора (1800–2000 кг/м³). Это способствует снижению теплопроводности кладки и общего веса конструкции.

Раствор на керамзитовом песке (Ц/П = 1:1 по массе) показал наилучшие прочностные характеристики (средняя прочность 2,60 МПа в возрасте 28 суток при плотности ~1000 кг/м³). Такой состав можно рекомендовать для несущих стен из облегченных блоков, где требуется более высокая марка раствора (М25).

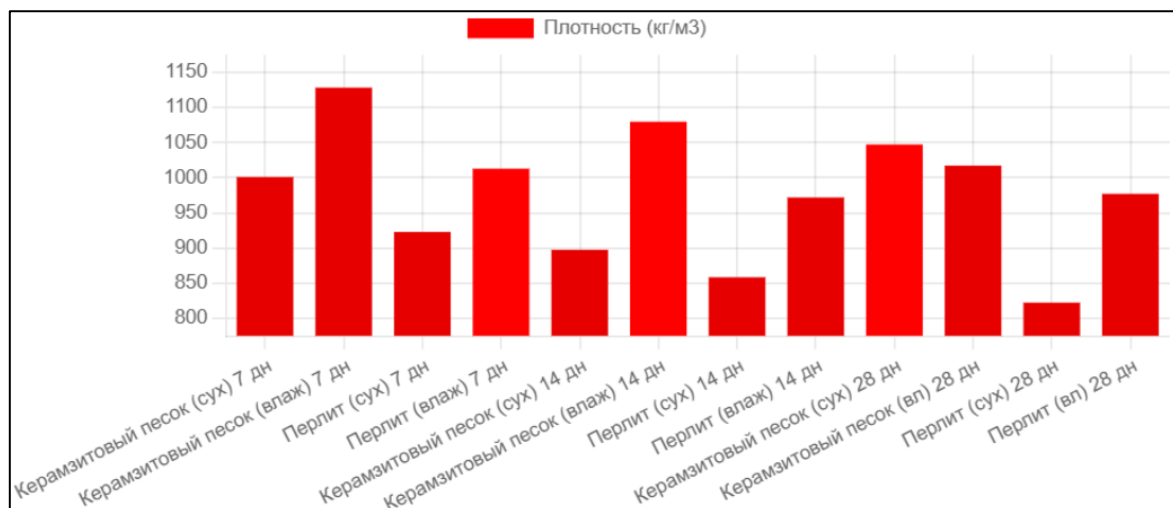


Рис. 1. Результаты исследования плотности образцов

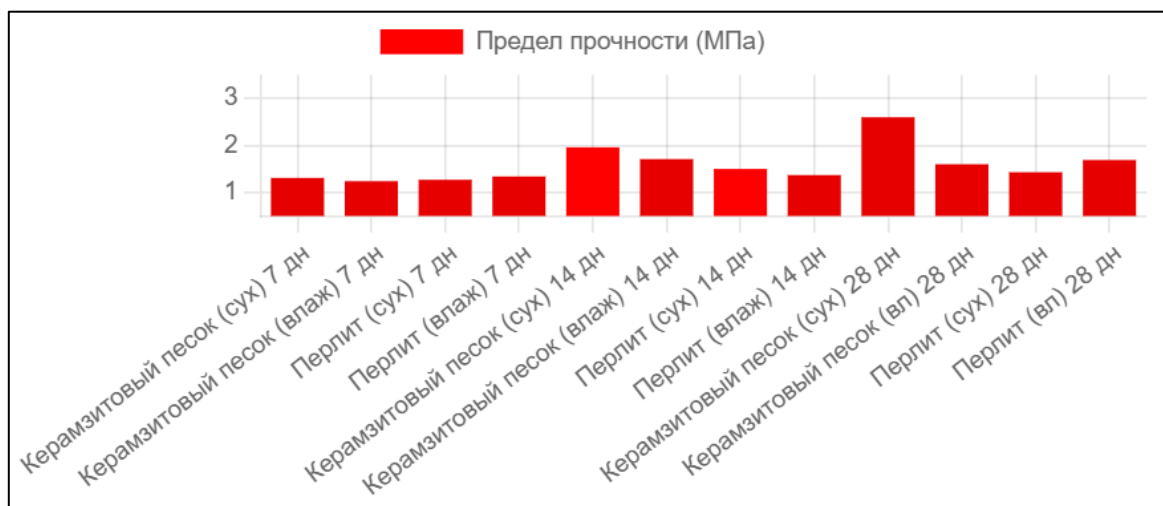


Рис. 2. Результаты исследования предела прочности образцов

Раствор на перлите с известняковой мукой (Ц:П:И = 1:0,375:1,5) характеризуется стабильно низкой плотностью (в среднем 850–950 кг/м³) и приемлемой прочностью (до 1,69 МПа во влажных условиях). Данный состав оптимален для теплоизоляционных слоев и кладки из высокопористых блоков, где важно минимизировать мостики холода.

Перлитовые составы, склонные к быстрому высыханию, нуждаются в обязательном увлажнении в первые 7–14 суток. Только во влажных условиях они реализуют свой прочностной потенциал. **Керамзитовые составы** менее требовательны к влажности и могут набирать прочность в сухих условиях, однако переувлажнение (постоянное нахождение в мокрой среде) может негативно сказаться на их конечной прочности из-за водоудерживающей способности заполнителя.

Разработанные составы могут быть использованы в строительстве для возведения энергоэффективных ограждающих конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) ГОСТ 28013-98. Растворы строительные. Общие технические условия. – М.: Госстрой России, 1998.
- 2) Попов К.Н. Строительные материалы и изделия / К.Н. Попов, М.Б. Каддо. – М.: Высшая школа, 2005. – 367 с.
- 3) ГОСТ 5802-86. Растворы строительные. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 1986.

КРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ВЫБОРУ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МИНИМИЗАЦИИ СОВОКУПНЫХ ЗАТРАТ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА (НА ПРИМЕРЕ г. ЯРОСЛАВЛЯ)

А.В. Мельнит

Научный руководитель – **О.В. Ладыгина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема выбора противогололедных материалов (ПГМ) для зимнего содержания автомобильных дорог. Показано, что существующий критерий «минимальная цена за тонну» приводит к необоснованному доминированию дешёвых хлоридных реагентов, наносящих значительный экологический ущерб и формирующих скрытые бюджетные потери. Предложен интегральный критерий выбора ПГМ, учитывающий прямые бюджетные затраты, косвенные потери недооценённый в денежном выражении эколого-экономический риск. На примере дорожной сети г. Ярославля выполнено сравнение трёх типов материалов и показана целесообразность перехода на бишофит. Разработанный подход может быть использован дорожными службами при формировании технических заданий на закупку ПГМ.

Ключевые слова: противогололедные материалы, зимнее содержание дорог, экологический ущерб, бюджетная эффективность, г. Ярославль, устойчивое развитие

CRITERION-BASED APPROACH TO THE SELECTION OF DE-ICING MATERIALS BASED ON THE MINIMISATION OF TOTAL COSTS AND ENVIRONMENTAL RISK (CASE STUDY OF YAROSLAVL)

A.V. Melnit

Scientific Supervisor – **O.V. Ladygina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper addresses the problem of selecting de-icing materials for winter road maintenance. It is shown that the existing criterion of "minimum price per tonne" leads to an unjustified dominance of cheap chloride reagents, which cause significant environmental damage and generate hidden budget losses. An integral criterion for the selection of de-icing materials is proposed, taking into account direct budget costs, indirect losses, and monetised ecological-environmental risk. A comparison of three types of materials is carried out for the road network of the city of Yaroslavl, and the feasibility of switching to bischofite is demonstrated. The developed approach can be used by road maintenance services when formulating technical specifications for the procurement of de-icing materials.

Keywords: de-icing materials, winter road maintenance, environmental damage, budget efficiency, Yaroslavl, sustainable development

Введение

Зимнее содержание автомобильных дорог является одной из наиболее затратных статей расходов дорожного хозяйства. В городах с умеренным климатом, к которым относится г. Ярославль, основной проблемой является гололёд, для борьбы с которым применяются противогололедные материалы (ПГМ). Сложившаяся практика закупок в большинстве муниципальных образований, включая Ярославль, ориентирована на минимизацию закупочной цены за тонну материала. Это приводит к преимущественному использованию дешёвых хлоридных реагентов (галит, техническая соль, хлорид кальция).

Однако многочисленные исследования показывают, что хлоридные ПГМ наносят серьёзный эколого-экономический ущерб: засоление почв вдоль дорог, гибель древесных и кустарниковых насаждений, загрязнение поверхностных и грунтовых вод [1, 2]. Для г. Ярославля, расположенного на берегах рек Волги и Которосли, а также имеющего исторический центр с высокими требованиями к состоянию зелёных зон, эта проблема особенно актуальна.

Кроме того, существует значительный объём скрытых бюджетных потерь, не учитываемых при закупке: ускоренная коррозия дорожной техники и автомобилей, сокращение межремонтных сроков дорожных покрытий, затраты на вывоз и утилизацию загрязнённого снега. Таким образом, задача выбора ПГМ требует перехода от однокритериальной модели («дешевле за тонну») к многокритериальной, учитывающей как бюджетную эффективность в полном цикле, так и экологические последствия.

Цель работы – разработать интегральный критерий выбора ПГМ для дорожной сети г. Ярославля, позволяющий минимизировать совокупные затраты (включая скрытые) и приведённый эколого-экономический ущерб.

Методика исследования

Структура совокупных затрат. Введём понятие полных затрат на применение ПГМ на 1 км дороги за зимний сезон:

$$C_{\text{полн}} = C_{\text{закуп}} + C_{\text{распред}} + C_{\text{уб.снега}} + C_{\text{коррозия}} + C_{\text{дорож.покр}}, \quad (1)$$

где: $C_{\text{закуп}}$ – затраты на приобретение ПГМ;

$C_{\text{распред}}$ – затраты на распределение материала (топливо, амортизация техники);

$C_{\text{уб.снега}}$ – затраты на вывоз и складирование загрязнённого снега;

$C_{\text{коррозия}}$ – ущерб от ускоренной коррозии дорожной техники и транспортных средств;

$C_{\text{дорож.покр.}}$ – сокращение межремонтного ресурса дорожной одежды.

Оценка эколого-экономического риска. Оценку эколого-экономического риска от применения ПГМ предлагается выражать в денежной форме:

$$R_{\text{экол}} = \sum_i P_i \cdot Y_i, \quad (2)$$

где P_i – вероятность превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) хлоридов для i -го компонента окружающей среды (почва, поверхностные воды, зелёные насаждения);

Y_i – удельный ущерб при наступлении превышения (затраты на восстановление почвы, штрафы, компенсационные выплаты за гибель зелёных насаждений).

Интегральный критерий выбора. Оптимальный с точки зрения города ПГМ соответствует минимуму суммы полных затрат и эколого-экономического риска:

$$K = C_{\text{полн}} + R_{\text{экол}}, \quad (3)$$

Данный критерий позволяет сравнивать материалы с различной закупочной ценой, но разным экологическим воздействием и разным уровнем скрытых затрат.

Сравнительный анализ ПГМ на дорожной сети г. Ярославля

Для дорожной сети г. Ярославля (основные магистрали: проспект Октября, Ленинградский проспект, Московский проспект, набережные) проведено сравнение трёх типов ПГМ:

1. **Галит (техническая соль)** – базовый вариант, наиболее дешёвый при закупке.
2. **Бишофит (хлорид магния)** – более дорогой материал, но менее агрессивный к металлу и растительности.
3. **Комбинированный реагент** (соль + фрикционный материал на основе мраморной крошки).

Анализ выполнялся для среднестатистического зимнего сезона (количество гололёдных явлений – по данным метеостанции Ярославль за последние 5 лет).

На основе анализа нормативов расхода ПГМ (ОДМ 218.2.031-2013), цен закупки по данным муниципальных контрактов и методик оценки экологического ущерба [1, 2, 4] установлено следующее:

- 1) Прямые затраты на закупку галита ниже, чем на бишофит и комбинированный реагент, что соответствует сложившейся практике закупок по критерию минимальной цены за тонну.

2) Однако при учёте косвенных затрат (ускоренная коррозия дорожной техники, сокращение межремонтных сроков дорожного покрытия) и эколого-экономического риска, оценённого в соответствии с Приказом Минприроды № 238 [1], соотношение меняется.

3) Бишофит, обладая более высокой закупочной ценой, демонстрирует меньший уровень коррозионной агрессивности (согласно данным [4]) и значительно более низкое негативное воздействие на почвы и растительность по сравнению с галитом.

4) Комбинированный реагент занимает промежуточное положение по интегральному критерию.

По результатам предварительной оценки, выполненной в рамках исследования, преимущество бишофита перед галитом по интегральному критерию K составляет от 15 до 25 %.

Дополнительно следует отметить, что применение бишофита позволяет существенно снизить солевую нагрузку на придорожные экосистемы по сравнению с галитом, что критически важно для водоохранных зон рек Волги и Которосли, а также для исторического центра г. Ярославля.

Заключение.

В результате проведённого исследования получены следующие основные выводы:

1) Существующий критерий выбора противогололедных материалов по минимальной закупочной цене за тонну является несостоятельным с точки зрения полных затрат и экологической безопасности.

2) Предложен интегральный критерий $K = C_{\text{полн}} + R_{\text{экол}}$, позволяющий учитывать прямые и косвенные бюджетные затраты, а также оценить в денежном выражении эколого-экономический ущерб.

3) Сравнительный анализ для дорожной сети г. Ярославля показал, что переход с галита на бишофит позволяет снизить интегральные затраты (по предварительной оценке – на 15–25 %) при одновременном значительном сокращении солевой нагрузки на городские экосистемы.

4) Разработанный подход может быть рекомендован дорожным службам г. Ярославля для обоснования закупок ПГМ в рамках муниципальных контрактов, а также для включения экологических требований в технические задания.

Перспективы дальнейших исследований связаны с созданием геоинформационной системы для дифференцированного распределения различных типов ПГМ по зонам города в зависимости от экологической чувствительности территории и интенсивности движения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды»: Приказ Минприроды России от 08.07.2010 № 238 (ред. от 18.11.2021). – URL: <https://fsvps.gov.ru/files/prikaz-minprirody-rossii-ot-8-07-2010-g-n-238-ob-ut/> (дата обращения: 04.04.2026).

2) ГОСТ Р 58427-2020 «Материалы противогололедные для зимнего содержания автомобильных дорог. Технические условия». – Введ. 2020–12–01. – М.: Стандартинформ, 2020.

3) Желтобрюхов, В.Ф. Бишофит избавил бы волгоградцев от гололеда / В.Ф. Желтобрюхов // Аргументы и факты – Нижнее Поволжье. – 2013. – № 9.

4) Лимонов, Д. Ингибитором по коррозии: уральские учёные придумали как противостоять ржавчине / Д. Лимонов // Стройгазета. – 2023. – 21 февраля. – URL: <https://old.roszimdor.ru/press-tsentr/novosti-struktury/ingibitorom-po-korrozii-uralskie-uchyeny-pridumali-kak-protivostoyat-rzhavchine/> (дата обращения: 04.04.2026).

5) Степанов, Н. «Ярославль лучше готов к зимней уборке дорог, чем в прошлом году» / Н. Степанов // Ярославский регион. – 2013. – 22 ноября. – URL: <https://yarreg.ru/articles/20131122153228/> (дата обращения: 04.04.2026).

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ САНИТАРНО-ИНЖЕНЕРНОЙ УСТАНОВКИ ТРАНСФОРМИРУЕМОГО ТИПА ДЛЯ ЛОГИСТИКИ И ЭВАКУАЦИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

А.А. Мишин, И.М. Сорокин, С.В. Недостоев

Научный руководитель – **С.В. Недостоев**, преподаватель

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В статье представлена концепция создания компактной многофункциональной радиоуправляемой гусеничной платформы. Актуальность разработки обоснована анализом боевых действий в ходе СВО и Сирийской кампании, где критически важной задачей остается обеспечение «последней мили» – доставка грузов и эвакуация раненых под непрерывным огнем противника. Новизна предлагаемого решения заключается в реализации принципа «трансформера»: в сложенном виде установка (1300×900 мм) является герметичным контейнером для перевозки имущества в кузове стандартного пикапа; в рабочем положении борта раскладываются, образуя платформу для транспортировки раненых. Проведен сравнительный анализ существующих НРК («Курьер», «Странник», «Вампир-мини», «Омич», «Вольчанин»), обоснованы технические решения по ходовой части, системе управления и механизму трансформации.

Ключевые слова: наземный радиоуправляемый комплекс (НРК), санитарная эвакуация, логистика подразделений, гусеничная платформа, трансформируемый корпус, дистанционное управление, защита от РЭБ, опыт СВО

DEVELOPMENT OF A UNIVERSAL SANITARY AND ENGINEERING TRANSFORMABLE INSTALLATION FOR LOGISTICS AND EVACUATION IN MODERN ARMED CONFLICTS

A.A. Mishin, I.M. Sorokin, S.V. Nedostoev

Scientific Supervisor – **S.V. Nedostoev**, Teacher

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

The article presents the concept of creating a compact, multifunctional robotic tracked platform. The relevance of the development is justified by the analysis of combat operations during the special military operation and the Syrian campaign, where the critical task remains to ensure the "last mile" – the delivery of supplies and the evacuation of the wounded under continuous enemy fire. The novelty of the proposed solution lies in the implementation of the "transformer" principle: when folded, the installation (1300×900 mm) serves as a sealed container for transporting supplies in the back of a standard pickup truck; when deployed, the sides unfold to form a platform for transporting the wounded. A comparative analysis of existing NRTKs (Courier, Wanderer, Vampire-mini, Omsk, and Volchanin) was conducted, and technical solutions for the chassis, control system, and transformation mechanism were substantiated.

Keywords: ground-based robotic complex (GBC), medical evacuation, unit logistics, tracked platform, transformable body, remote control, electronic warfare protection, and experience in the special military operation

Современные военные конфликты, в особенности специальная военная операция (СВО) на Украине и контртеррористическая операция в Сирии, кардинально изменили требования к тыловому обеспечению передовых подразделений. Высокая плотность огневого поражения, тотальное применение FPV-дронов и средств дистанционного минирования сделали использование традиционной колесной техники (автомобилей Урал, ГАЗ, КамАЗ) на линии боевого соприкосновения крайне рискованным, а зачастую и невозможным.

Анализ боевых действий выявил устойчивый тренд: передача транспортных и эвакуационных функций наземным радиоуправляемым комплексам. Как отмечается в публикациях, это стало ответом на угрозу от FPV-дронов, которые оставляют «мало шансов выжить» при появлении на открытой местности. Опыт показывает высокую востребованность малогабаритных платформ, способных работать в условиях активного противодействия РЭБ.

Однако анализ существующих разработок (таких как «Курьер», «Странник», «Вампир-мини», «Депеша», «Вольчанин», «Омич») показывает, что большинство из них имеют фиксированную конструкцию грузовой платформы и узкую специализацию. Это создает определенные ограничения: платформа, оптимизированная для перевозки грузов, не всегда удобна для эвакуации лежащего раненого, и наоборот. Целью данной работы является концептуальное проектирование универсальной установки, сочетающей в одной компактной платформе функции защитного контейнера для имущества и санитарных носилок при минимальных габаритах в походном положении, что позволит размещать её в кузове стандартного пикапа (УАЗ «Пикап», Sollers и другие аналоги) [1-3].

Анализ современного опыта применения НРТК в зоне СВО

Анализ опыта применения НРТК в зоне СВО позволяет сделать следующие выводы:

1. **Востребованность малого класса.** Существует потребность в платформах, которые можно скрытно доставлять на передовую в обычных автомобилях, без привлечения тяжелой техники. Платформа «Странник» весом 56 кг и возможностью размещения в багажнике подтверждает этот тренд.
2. **Защита грузов.** В Сирии и в начальный период СВО остро стояла проблема порчи продовольствия и намокания боеприпасов при транспортировке в открытых кузовах или на открытых платформах. Наличие герметичного короба является критически важным.
3. **Универсальность.** Бойцы отмечают, что НРК «не ограничен своим функционалом» и может использоваться как «телега доставки» и как «машина эвакуации». Предлагаемая конструкция максимально реализует эту универсальность за счет механической трансформации корпуса [4, 5].

Концепция и конструктивные особенности установки

Предлагаемая универсальная санитарно-транспортная установка (далее – Установка) представляет собой гусеничную платформу с трансформируемым корпусом.

Трансформируемый корпус (режимы работы). Главной конструктивной особенностью является двухрежимный корпус, не требующий сложных гидравлических или электромеханических приводов.

1. **Режим «Хранение/Транспортировка» (Сложенное состояние):** Установка представляет собой жесткий короб с откидными бортами. Днище короба интегрировано в несущую раму шасси. В этом режиме обеспечивается защита боеприпасов, продовольствия, медикаментов и снаряжения от влаги, пыли и легких осколков. Крышка короба может запираться на замки для предотвращения выпадения груза при движении по пересеченной местности.

2. **Режим «Эвакуация» (Разложенное состояние):** Борты (продольные и торцевые) выполнены на усиленных рояльных петлях или шарнирах с фиксаторами. В походном положении борты подняты и заперты. При откидывании бортов наружу и фиксации их в горизонтальном положении с помощью подпорок или телескопических упоров образуется ровная платформа увеличенной площади. В этом режиме установка может быть использована как:

1) **Санитарное средство:** Платформа принимает одного раненого в положении лежа на стандартных армейских носилках или непосредственно на бортах с мягким покрытием. Предусмотрены крепления для фиксации тела (ремни) и точки для крепления капельниц или медицинского оборудования.

2) **Грузовая платформа:** Увеличенная площадь позволяет перевозить крупногабаритные, но легкие грузы (например, элементы конструкций, маскировочные сети, скатки одеял).

Механизм трансформации рассчитан на многократное использование и обеспечивает надежную фиксацию в обоих положениях. Время перевода из одного режима в другой силами одного человека не превышает 5 минут.

Ходовая часть и силовая установка. Учитывая опыт эксплуатации в условиях бездорожья, распутицы и необходимости преодоления сложных участков (воронки, брустверы), выбор сделан в пользу гусеничного движителя.

- **Тип:** Резино-металлические гусеницы с грунтозацепами. Они обеспечивают низкое удельное давление на грунт (менее $0,15 \text{ кг/см}^2$), высокую проходимость по пашне, болотистой местности, снегу и лесным массивам, а также меньший шум по сравнению с цельнометаллическими гусеницами. Эластичность резины снижает вибрацию, что важно при транспортировке раненого.

- **Двигатель:** Два независимых электродвигателя мотор-колесного типа (по одному на борт). Такая схема обеспечивает отличную маневренность (разворот на месте за счет разности скоростей вращения гусениц) и высокий КПД. Питание от литий-железо-фосфатных (LiFePO_4) аккумуляторов. Выбор LiFePO_4 обусловлен их пожаробезопасностью, устойчивостью к механическим повреждениям и способностью работать при низких температурах. Запас хода составляет до 10 км с полной нагрузкой. Электрическая схема обеспечивает малозумность хода, что критично для скрытного подвоза и эвакуации в «серой зоне».

- **Грузоподъемность и тяга:** Полезная нагрузка в режиме контейнера – до 200 кг (соответствует весу боекомплекта мотострелкового отделения плюс запас продовольствия). В режиме платформы – до 150 кг (с учетом смещения центра тяжести при транспортировке человека и допустимых динамических нагрузок). Скорость движения – до 10-15 км/ч.

Система управления и связи. Ключевой урок СВО – необходимость обеспечения гарантированного управления НРК в условиях мощного радиоэлектронного подавления (РЭБ), которое противник применяет массированно.

- **Канал:** Защищенный широкополосный радиоканал с программной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ) в диапазоне 1.5–2.4 ГГц. Используются помехоустойчивые коды и современные протоколы передачи данных, аналогичные применяемым в комплексе «Вольчанин» (система «Коршун»). Это обеспечивает устойчивую связь в условиях организованных помех на дистанции до 3-5 км прямой видимости.

- **Навигация и наблюдение:** Комбинированная система на базе ГЛОНАСС/GPS для контроля местоположения, автоматического возврата на точку старта и отображения на карте у оператора. Установка оснащена двумя камерами высокого разрешения (переднего и заднего вида) с широким углом обзора и ИК-подсветкой для работы в полной темноте. Видеопоток сжимается и передается в реальном времени, что позволяет оператору точно контролировать движение и ситуацию вокруг. Предусмотрена возможность установки дополнительной поворотной камеры или тепловизора.

Интеграция в транспортную систему. В сложенном виде Установка помещается в кузов легкого пикапа (например, УАЗ «Пикап», Sollers). Это кардинально решает проблему доставки робототехнического средства непосредственно на передовую без использования тяжелых тралов или привлечения внимания авиации и БПЛА противника. Расчет из 2-3 человек на стандартном автомобиле может оперативно выдвинуться в район выполнения задачи, скрытно выгрузить установку, загрузить её боеприпасами и отправить на позиции. Малая высота платформы (около 50 см в сложенном виде) и возможность маскировки затрудняют её обнаружение тепловизорами и радиолокационными станциями БПЛА [4].

Научная новизна и практическая значимость

Научная новизна предлагаемой разработки заключается в реализации принципа пространственной трансформации для наземных радиоуправляемых платформ сверхмалого класса. Впервые предлагается совместить в одной компактной установке:

- Функцию защищенного контейнера для логистических грузов.
- Функцию санитарной платформы для эвакуации раненых (за счет откидных бортов, образующих увеличенную площадь).

Использование откидных бортов корпуса в качестве несущей поверхности для размещения раненого позволяет решить проблему совмещения двух противоречивых функций: защиты груза при транспортировке (требуется закрытый объем) и обеспечения площади для эвакуации (требуется открытая платформа). Это достигается без использования сложных гидравлических или электромеханических механизмов раскладывания, что кардинально повышает надежность, снижает стоимость и массу конструкции.

Практическая значимость работы подтверждается прямым соответствием выявленным потребностям войск, участвующим в современных конфликтах:

Снижение боевых потерь: Минимизация участия личного состава в опасных логистических и эвакуационных операциях на ЛБС.

Повышение оперативности: Возможность быстрой смены функции на передовой без возврата платформы в тыл («доставил груз – разложил борта – забрал раненого – эвакуировал»).

Скрытность и мобильность: Малые габариты позволяют доставлять средство на стандартных гражданских автомобилях, не привлекая внимания разведки противника и не используя дефицитную тяжелую технику.

Защита имущества: Корпус гарантирует сохранность боеприпасов, электроники и продовольствия при форсировании водных преград, в дождь, снег и при транспортировке по грязи.

Универсальность для различных родов войск: Установка может использоваться подразделениями снабжения, медицинской службой, разведкой и пехотными подразделениями для решения широкого круга задач [2].

Заключение

Разработка универсальной санитарно-транспортной установки трансформируемого типа является прямым ответом на вызовы, выявленные в ходе современных военных конфликтов. Анализ применения НРК «Курьер», «Странник», «Вампир-мини», «Омич» и других показал, что наиболее востребованными качествами являются малозаметность, способность работать под воздействием РЭБ и функциональная гибкость.

Предлагаемая концепция органично сочетает преимущества защищенного транспортировочного контейнера (соответствующего габаритам кузова стандартного пикапа 1300×900 мм) и санитарной платформы для эвакуации. Применение гусеничного хода обеспечивает высокую проходимость, необходимую для работы в условиях полного бездорожья передовой, а комбинированная система управления (радио + оптоволокну) гарантирует живучесть в условиях тотального подавления радиоэлектронной борьбы. Простота механизма трансформации обеспечивает надежность и низкую стоимость изделия, что критически важно для его массового применения в войсках [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) В зоне СВО проходит апробацию управляемый через спутник беспилотник «Странник». // Российская газета. – 2025– июль. – URL: <https://rg.ru/2025/07/14/nazemnyj-bespilotnik-strannik-upravliaetsia-cherez-sputnik> (дата обращения: 13.07.2025).
- 2) Робота-тележку для доставки и его мини-собрата испытали в зоне СВО // ТК «Звезда»: [сайт]. – 2025– август. – URL: <https://yandex.ru/video/preview/16924233341577815593> (дата обращения: 13.03.2026).
- 3) Бойцы группировки «Запад» применили роботы «Курьер» при эвакуации раненых // ТК «Звезда»: [сайт]. – 2026. – январь. – URL: <https://tvzvezda.ru/news/2026128149-74bBz.html> (дата обращения: 13.03.2026).
- 4) На передовой в зоне СВО активно используют новые робототехнические комплексы // НТВ: [сайт]. – 2026. – январь. – URL: <https://www.ntv.ru/novosti/2963467/> (дата обращения: 13.03.2026).
- 5) Дистанционные «Курьеры» // Репортер: [сайт]. – 2026. – февраль. – URL: <https://reporter73.tv/> (дата обращения: 13.04.2026).
- 6) Штурм, маскировка, логистика, эвакуация: как российская армия применяет робототехнические комплексы // RT на русском: [сайт]. – 2026. – январь. – URL: <https://russian.rt.com/russia/article/1581220-kurer-robot-rtk-svo-podgotovka> (дата обращения: 13.03.2026).
- 7) Народные инженеры из Омска создали робототехнический комплекс для бойцов спецоперации // Газета.Ру: [сайт]. – 2025. июль. – URL: <https://www.gazeta.ru/social/news/2025/07/22/26326832.shtml> (дата обращения: 14.04.2026).
- 8) «Вольчанин» (колесный робот) // TAdviser: [сайт]. – 2025. – апрель. – URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/> (дата обращения: 14.04.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Д.А. Мошков, О.В. Ладыгина

Научный руководитель – **О.В. Ладыгина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается способ утилизации отходов очистки сточных вод коксохимических производств путём их использования в качестве вторичного сырья (источника магния и фосфора) для производства быстротвердеющих магнийфосфатных цементов.

Ключевые слова: очистка сточных вод, переработка коксохимического сырья, вяжущий материал

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF RECYCLING WASTE FROM WASTEWATER TREATMENT OF COKE CHEMICAL PRODUCTION AS A SECONDARY RAW MATERIAL FOR THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

D.A. Moshkov, O.V. Ladygina

Scientific Supervisor – **O.V. Ladygina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper considers a method for the disposal of waste from wastewater treatment from coke chemical plants by using them as secondary raw materials (a source of magnesium and phosphorus) for the production of fast-hardening magnesium phosphate cements.

Keywords: wastewater treatment, processing of coke chemical raw materials, binder

Сточные воды коксохимического производства (СВ КХП) характеризуются высоким содержанием загрязняющих компонентов, концентрации которых во много раз – от десятков до тысяч – превышают предельно допустимые значения для водных объектов. Попадание таких вод в природные водоемы, включая реки и озера, может привести к серьезным локальным экологическим последствиям вплоть до катастрофических нарушений экосистем. В связи с этим наилучшим с точки зрения охраны окружающей среды и рационального использования ресурсов решением является их очистка с последующим повторным использованием в технологических процессах КХП, при обязательном условии глубокой степени удаления загрязнений. В составе сточных вод КХП присутствует широкий спектр примесей как органической, так и неорганической природы. К ключевым загрязнителям относятся аммонийные соли, роданиды, цианиды, нитриты и нитраты, фенольные соединения, пиридиновые основания, а также смолистые вещества и нефтепродукты, содержание органические соединения, соли аммония, серосодержащие компоненты, а также минеральные примеси [1].

Проблемам экологического характера в коксовой промышленности уделяется постоянное внимание. С учётом особенностей физико-химических свойств отходов КХП как за рубежом, так и в России разработан широкий спектр экологически безопасных технологических решений, позволяющих значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду [2].

Отходы очистки сточных вод коксохимических производств реагентным методом, как правило, характеризуются высокой влажностью, изменчивым составом и присутствием минеральных компонентов, включая соединения магния и фосфора. В связи с этим особую ценность представляет применение отходов очистки сточных вод коксохимического

производства в строительной отрасли. Строительная промышленность отличается высокой материалоемкостью и значительным потреблением минерального сырья, что делает её одной из наиболее перспективных отраслей для внедрения технологий переработки промышленных отходов. Использование вторичных ресурсов в производстве строительных материалов позволяет эффективно решать экологические и экономические задачи, снижая негативное воздействие на окружающую среду и уменьшая расход природных материалов.

Особое внимание важно уделить отходам, содержащим соединения магния и фосфора. Присутствие этих компонентов позволяет рассматривать их как потенциальное сырьё для производства магний- и фосфоросодержащих вяжущих материалов, включая магнийфосфатные цементы. Такие композиции отличаются быстрым схватыванием, высокой адгезией с различными основаниями и стойкостью к агрессивным воздействиям, что повышает их востребованность в строительной отрасли [3]. Однако традиционные способы получения магнийфосфатных вяжущих материалов основаны на применении первичных химических реагентов, что снижает экономическую рентабельность и экологическую безопасность процесса. В связи с этим изучение перспектив замены части традиционного сырья отходами очистки сточных вод коксохимического производства представляется актуальным научно-практическим направлением. Оно позволяет решить комплекс взаимосвязанных задач: уменьшить антропогенное воздействие на природную среду за счёт переработки отходов, сократить расход первичных химических реагентов и внедрить ресурсосберегающие технологии при производстве магнийфосфатных вяжущих материалов.

Для рационального применения техногенных отходов, содержащих соединения магния и фосфора, в строительной сфере, требуется решить главную задачу – замедлить чрезмерно быстрые химические процессы, что влечёт за собой снижение технологической пригодности конечных композиций. В этом контексте особое значение приобретает методика, описанная в патенте RU 2344101 C1, которая, несмотря на ориентацию на строительную отрасль, предлагает существенно важное решение по переработке и обработке коксохимических сточных вод [4]. Патент RU 2344101 C1, касающийся строительных материалов, используется в данной работе в качестве методологической основы для переработки отходов коксохимических сточных вод. Несмотря на то, что изобретение ориентировано на управление скоростью твердения магний-фосфатного цемента (путём механохимической обработки MgO), его ключевая концепция – регулирование активности магниевых и фосфорсодержащих компонентов – может быть применена для закрепления загрязнителей, содержащихся в осадках сточных вод. Предлагаемый патентом метод позволяет компенсировать изменчивость состава вторичного сырья, а также эффективно связывать токсичные примеси – ионы тяжёлых металлов и органические соединения – в плотной фосфатной матрице, что повышает экологическую безопасность утилизации отходов коксохимического производства [4].

Таким образом, имеется возможность использования отходов очистки сточных вод коксохимического производства в качестве вторичного сырья для производства строительных материалов. Вовлечение отходов в производство строительных материалов способствует расширению сырьевой базы отрасли, снижению нагрузки на окружающую среду и реализации принципов ресурсосбережения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Ахметов, С.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых: учебное пособие / С.А. Ахметов, М.Х. Ишмияров, А.А. Кауфман; под ред. С.А. Ахметова. – СПб.: Недра, 2009. – 832 с.
- 2) Лейбович, Р.Е. Технология коксохимического производства / Р.Е. Лейбович, Е.И. Яковлева, А.Б. Филатов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1982. – 360 с.
- 3) Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – М.: Ассоциации строительных вузов, 2002 – 251 с.
- 4) Патент № RU 2344101 C1. Магнийфосфатный цемент: № RU2007114862/03А: заявл. 19.04.2007 : опубл. 20.01.2009 / Надежда Федоровна Косенко (RU), Любовь Алексеевна Виноградова (RU) – 4 с.

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛОГОВЫХ И ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТ В ЗОНЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЫ

И.А. Павлов, А.Б. Колбин

Научный руководитель – **А.Б. Колбин**, старший преподаватель

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В статье анализируется опыт использования аналоговых и электронных карт в целях повышения эффективности выполнения задач противовоздушной обороны в зоне специальной военной операции в условиях активного применения противником средств противодействия и быстро изменяющейся обстановки.

Ключевые слова: специальная военная операция, карты, навигация, анализ опыта, фронтовой опыт, обеспечение информацией, военная топография

USE OF ANALOG AND ELECTRONIC MAPS IN THE SPECIAL MILITARY OPERATION ZONE BY AIR DEFENSE UNITS

I. A. Pavlov, A.B. Kolbin

Scientific Supervisor – **A.B. Kolbin**, Senior Lecturer

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

Experience of using of classic and electronic cards with goal of increasing effectiveness of dealing with antiaircraft tasks in the military operation zone while enemy actively attacks in fast changing surrounding with use of defensive systems.

Keywords: special military operation, cards, navigation, experience analization, strategic experience, information provide, military topography

В современном этапе развития военной практики применение картографической информации приобретает особую актуальность, особенно в условиях проведения специальной военной операции (СВО). Точные и своевременные навигационные и картографические данные являются критическими для обеспечения безопасности и эффективности боевых действий.

В условиях интенсивных боевых действий, реализуемых в зоне СВО, возникают уникальные требования к использованию карт, обусловленные спецификой региона и условиями боевого пространства. Регион СВО характеризуется разнообразием природных и техногенных особенностей, включая гористую местность, густую растительность, а также наличие элементов городского и промышленного ландшафта, что требует применения карт с высокой детализацией и актуальностью для точного ориентирования в полевых условиях. В этих условиях особую роль приобретают как традиционные аналоговые карты, так и электронные цифровые карты, каждая из которых обладает своими достоинствами и ограничениями [1, 2].

Аналоговые карты представляют собой физические, традиционные топографические карты, выполненные на бумаге или картоне. Этот вид карт является классическим инструментом картографической деятельности и отличается высокой надежностью в условиях эксплуатации в полевых условиях. Они представляют собой уменьшенные, масштабированные изображение рельефа и инфраструктурных объектов на носителе, что обеспечивает возможность их использования в непосредственной форме без необходимости подключения к техническим средствам или источникам питания. Аналоговые карты

выполнены с использованием специальных методов гравюры или печати, что позволяет сохранять детальную и точную информацию о топографической обстановке региона. Особенности использования аналоговых карт обусловлены их физическими свойствами, что делает их особенно ценными в условиях, когда электронные системы могут быть недоступны или ненадежны. В полевых условиях они легко транспортируются, не требуют энергии для функционирования и не подвержены киберугрозам, что существенно повышает безопасность проведения боевых и тактических операций. Однако стоит учитывать, что объем информации, сохраняемой на аналоговых картах, ограничен, а процесс их обновления и корректировки является трудоемким и требует специальных условий и ресурсов. В связи с этим актуальность аналоговых карт лежит также в резервных системах навигации, служащих при отказе электронных систем[1].

Использование аналоговых карт в полевых условиях характеризуется необходимостью ручного чтения и интерпретации. Эти карты, выполненные на бумаге или картоне, обладают рядом особенностей, которые определяют их практическое применение в условиях современной военной деятельности, особенно в зоне специальной военной операции (СВО). Одной из существенных характеристик является их автономность и независимость от электроэнергии, что делает их надёжным источником навигационной информации в условиях отсутствия или прерывистой электросети. В экстремальных погодных условиях, при повреждении технического оборудования или отсутствии доступа к электропитанию, аналоговые карты сохраняют свою функциональность, обеспечивая возможность точной ориентации на местности без дополнительных технологий или программных средств. Практическая необходимость ручного чтения и интерпретации таких карт обусловлена тем, что они требуют определённых навыков работы с картографической продукцией, включая умение находить соответствующие ориентиры, измерять расстояния и интерпретировать топографические особенности. Это особенно важно в условиях боевых действий, когда использование электронных устройств может быть ограничено или небезопасно из-за поражающих факторов, таких как радиоэлектронная борьба или кибератаки. Для корректной работы с аналоговыми картами требуется подготовка личного состава, включающая навыки чтения топографических линий, определения положения по карте и земле, а также умение выявлять ключевые ориентиры. В силу своей физической природы, такие карты легко транспортировать и использовать в полевых условиях, однако увеличение объема документации и трудности в своевременном обновлении картографической информации остаются недостатками.

Электронные карты представляют собой современные цифровые топографические средства, созданные с использованием технологий GPS и ГИС. В отличие от традиционных аналоговых карт, электронные карты обладают широким функционалом, включая возможность динамического обновления данных и интеграцию в автоматизированные системы навигации и управления войсками. Они формируются посредством обработки геоинформационных данных, что позволяет отображать точную информацию о местности, объектах, маршрутах и других значимых параметрах в реальном времени. Основная особенность электронных карт заключается в использовании глобальных позиционирующих систем (GPS) для определения точных координат, а также систем ГИС, обеспечивающих структурированное хранение, визуализацию и анализ пространственной информации. Это обеспечивает быстрый доступ к актуальным навигационным и тактическим данным, значительно повышая эффективность выполнения боевых задач. Электронные карты позволяют оперативно вносить изменения, что особенно важно в условиях динамично меняющейся ситуации на фронте или в зоне специальных военных операций, таких как СВО. По сравнению с аналоговыми картами, электронные обладают высокой актуальностью, поскольку их содержание может регулярно обновляться по мере поступления новых данных. Так же, использование программного обеспечения позволяет автоматизировать часть процессов интерпретации и анализа картографической информации, что сокращает время реакции и повышает точность навигации. Однако важно учитывать и недостатки таких

систем: зависимость от электроснабжения, необходимость наличия специального программного обеспечения и аккумуляторов, а также повышенная уязвимость к киберугрозам и кибернападениям.

В дополнение к вышеизложенным аспектам, важным фактором при использовании электронных карт является их совместимость с различными аппаратными средствами и программным обеспечением, а также возможность масштабируемости и адаптации под конкретные задачи и условия боевой обстановки. Современные электронные карты обладают высокой степенью детализации, что способствует более точному планированию и выполнению операций, а также позволяют реализовать комплексный анализ ситуации за счет интеграции с различными источниками данных, такими как разведывательные системы, беспилотные аппараты и спутниковая навигация. Кроме технических характеристик, необходимо учитывать требования к надежности и защищенности информационных систем, поскольку в условиях активных боевых действий возможны киберугрозы и попытки вмешательства в информационный поток. В связи с этим важна разработка многоуровневых систем защиты данных, а также наличие резервных алгоритмов и средств, позволяющих продолжать работу при возникновении сбоев или потере связи. Практический опыт демонстрирует, что эффективность использования электронных карт существенно возрастает при постоянной подготовке личного состава, а также при регулярных тренировках по их эксплуатации в условиях, максимально приближенных к боевым. В этом контексте важно развитие нормативной базы и специальных программ обучения, что способствует повышению компетентности и уверенности военнослужащих в работе с современными картографическими системами. Ключевым аспектом остается необходимость балансирования между применением электронных и аналоговых карт, что обеспечивает резервность и повышает общую устойчивость навигационных и боевых систем к возможным техническим отказам или внешним воздействиям [3].

Практический опыт применения карт в условиях современной военной практики, особенно в зоне проведения специальной военной операции (СВО), подтвердил значимость использования как аналоговых, так и электронных карт. Одним из ключевых преимуществ электронных карт является их способность обеспечивать высокую точность, актуальность и информационную насыщенность данных, что критически важно для своевременного принятия решений и корректировки боевых и тактических действий. Возможность быстрого обновления данных в электронных системах позволяет оперативно реагировать на изменения ситуации, что является существенным достоинством в условиях динамично развивающихся боевых столкновений. Аналоговые карты при этом выполняют роль резервных средств, гарантируя непрерывность навигации и планирования в случае выхода из строя электронных систем или потери электропитания, что дополнительно повышает надежность проведения операций. На практике внедрение электронных карт значительно увеличивает эффективность взаимодействия различных подразделений, благодаря интеграции с системами GPS и GIS, что обеспечивает точное определение местоположения, маршрутизации и коррекции позиций еще в ходе выполнения операции. Они позволяют получать свежие данные о местоположении объектов, особенностях рельефа и инфраструктуры, что способствует повышению безопасности и снижению рисков непредвиденных ситуаций. В условиях современной информационной войны наличие актуальных электронных карт позволяет оперативно распространять разведданные, координировать действия за счет быстрого обмена информацией, а также осуществлять контроль за передвижением собственных сил и обнаружение противника. Однако использование электронных карт сопряжено с вызовами, такими как зависимость от электроснабжения, необходимости защиты от кибератак и обучения личного состава, что требует инвестиций в соответствующую инфраструктуру и подготовку персонала.

При анализе практического опыта проведения специальных военных операций (СВО) выявлены дополнительные преимущества использования карт, что способствует более комплексному пониманию их роли и значимости. В частности, интеграция картографических

средств с системами автоматизированного управления войсками позволяет не только оперативно реагировать на изменение ситуации, но и оптимизировать распределение ресурсов, что особо актуально в условиях ограниченных условий мобильности и нестабильной обстановки. Важным аспектом является возможность совместного использования аналоговых и электронных карт, что обеспечивает резервирование и устойчивость навигационных средств при различных отказах систем; это повышает устойчивость командных пунктов и подразделений в условиях активных боевых действий. Также важно учитывать, что использование карт способствует снижению рисков для личного состава за счет повышения точности навигации и ориентации на местности, что особенно критично в сложных рельефных условиях и при отсутствии навигационных помех. Опыт показывает, что высокий уровень подготовки и постоянное обучение личного состава навыкам работы как с электронными, так и с аналоговыми картами обеспечивают своевременное и точное выполнение задач, что является важным фактором повышения боеспособности и безопасности войск [1].

Несмотря на значительные преимущества, использование электронных карт в условиях современной военной практики сталкивается с рядом существенных недостатков и вызовов. Одним из ключевых факторов является высокая зависимость от электроснабжения и связи, что особенно критично в условиях боевых действий, когда отключение электроэнергии или нарушение связи могут привести к полной недоступности электронных навигационных систем. Эта уязвимость ограничивает применение электронных карт как единственного средства навигации, требуя обязательного резервирования аналоговыми картами или другими средствами, чтобы обеспечить непрерывность операций. Дополнительным фактором риска является угроза кибератак и других киберугроз, способных вывести из строя или исказить навигационные данные. В условиях гибридных конфликтов, таких как СВО, удары по информационной инфраструктуре и попытки взлома систем могут привести к дезориентации личного состава и потере тактической информации, что напрямую влияет на эффективность выполнения боевых задач. Одним из не менее значимых аспектов является необходимость системной подготовки личного состава к работе с электронными картами. Это включает профессиональную подготовку для правильного интерпретирования данных, навыки эксплуатации программного обеспечения и быстрого реагирования на возможные технические сбои. Без соответствующей подготовки риск неправильного использования системы и появления ошибок возрастает, что может негативно сказаться на всей операции. Важность этой меры обусловлена тем, что сложность современных электронных систем требует специализированных знаний, а невладение ими повышает вероятность ошибок и снижает общую боеспособность подразделений. Таким образом, хотя электронные карты обеспечивают высокую актуальность и оперативность получения информации, их использование в условиях СВО сопряжено со значительными вызовами, преодоление которых требует комплексных решений, включающих разработку резервных сценариев, усиление информационной безопасности и системную подготовку личного состава.

Несмотря на очевидные преимущества, использование электронных карт в условиях современной военной практики сталкивается с рядом существенных недостатков и вызовов, которые требуют комплексного анализа для повышения эффективности их применения. Одним из ключевых факторов является высокая зависимость от электроснабжения и стабильной связи. В условиях боевых действий отключение электроэнергии или нарушение коммуникационной инфраструктуры могут привести к полной недоступности электронных навигационных систем, что значительно ограничивает использование электронных карт как единственного средства навигации. В такой ситуации необходимо наличие резервных методов отображения и хранения картографической информации – например, аналоговых карт, бумажных носителей или других физических средств, что обеспечивает обеспечение непрерывности операций. Дополнительным фактором риска является угроза кибератак и иных киберугроз, способных вывести из строя или исказить данные, содержащиеся в электронных картах. В условиях гибридных конфликтов, таких как СВО, удары по

информационной инфраструктуре и попытки взлома систем могут привести к дезориентации личного состава и потере актуальной тактической информации, что негативно влияет на выполнение боевых задач. Надежность электронных карт зависит также от уровня их защиты и обеспечения конфиденциальности данных – вопрос, который требует постоянного совершенствования технологий кибербезопасности.

Особое значение приобретает системная подготовка личного состава к работе с электронными картами. Обучение включает не только навыки интерпретации данных и эксплуатации программного обеспечения, но также умение действовать в условиях возможных технических сбоев или потери связи. Без должной подготовки риск неправильного использования систем, ошибок в интерпретации и неэффективных решений повышается, что может негативно сказаться на ходе операций. В условиях современных технологий необходимость постоянно обновлять знания и навыки сотрудников становится критичной для поддержания боеспособности.

Глубокий анализ показывает, что внедрение электронных карт требует не только технического обеспечения, но и разработки стратегических мер, таких как создание резервных планов навигации, повышение информационной безопасности и системная подготовка персонала. Кроме того, важным аспектом является оценка условий региона – наличие электросетей, уровня связи, степени угрозы кибероперациям – что позволяет адаптировать системы под конкретные задачи и условия эксплуатации. Заклучая, следует отметить, что совместное применение электронных и аналоговых карт, интеграция резервных систем и непрерывное совершенствование технологий позволяют снизить риски, связанные с недостатками электронных навигационных средств, и обеспечить надежное выполнение боевых задач в условиях современного конфликта [3-5].

Обобщая выявленные в ходе исследования данные, можно заключить, что эффективное использование как аналоговых, так и электронных карт значительно повышает тактическую гибкость и безопасность военных операций в условиях современной военно-оперативной ситуации, особенно в зоне специальной военной операции (СВО). Аналоговые карты, благодаря своей надежности и автономности, служат важным резервом и дополнением к электронным системам, обеспечивая непрерывность навигационных процессов в случае сбоев или кибератак. Электронные карты, в свою очередь, позволяют оперативно получать обновленную информацию, существенно повышая точность и информационную насыщенность картографических данных, что способствует более точному принятию решений и быстрому реагированию на изменяющиеся условия боя. Комплексное применение обеих систем создает условия для повышения тактической подвижности и уровня информационной безопасности, минимизируя риски, связанные с техническими неисправностями или киберугрозами. Такой подход оправдан как с точки зрения практической эффективности, так и с учетом необходимости интеграции современных технологий в систему управления войсками, что подтверждается практическим опытом применения в условиях СВО.

В дальнейшем развитие технологий и повышение надежности электронных систем, а также подготовка личного состава к их использованию остаются важными направлениями для обеспечения устойчивого и безопасного ведения боевых действий, сохраняя резервные возможности использования аналоговых карт как важного элемента устойчивости в информационно-технической системе вооруженных сил.

Обобщая результаты проведенного исследования, следует подчеркнуть, что комплексное использование картографических средств различных типов играет ключевую роль в обеспечении эффективности и безопасности современных военных операций, включая особенности зоны СВО. Аналоговые карты, благодаря своей автономности и надежности, выступают важным резервом, существенно повышающим устойчивость навигационной системы в условиях возможных сбоев, кибератак или потери электропитания. Электронные карты предоставляют динамический поток актуальных данных, существенно повышая оперативность принятия решений, точность ориентирования и адаптацию к изменяющимся

условиям боя. Эффективное взаимодействие этих систем способствует повышению тактической гибкости, снижает риски возникновения ошибок и усиливает уровень информационной безопасности, что особенно важно в современных условиях ведения боевых действий.

Практический опыт показывает, что интеграция электронных технологий в систему управления войсками должна сопровождаться подготовкой личного состава, сохраняя при этом резервные возможности использования проверенных аналоговых средств. Перспективными направлениями развития являются совершенствование технологий электронных карт, их надежности и быстродействия, а также разработка и внедрение комплексных систем связи и навигации, объединяющих преимущества обоих типов карт. Важным компонентом остается необходимость регулярного обновления картографических данных и интеграции их в современные системы управления, что обеспечивает более высокую точность, оперативность и надежность выполнения боевых задач при учете особенностей региона и технических ограничений [4-7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Греков, С.А. Топогеодезическое обеспечение войск ПВО. – М.: Воениздат, 1992. – 175 с.
- 2) Колешня, А.А. Выбор позиции радиотехнического подразделения: Указания радиотехническим войскам противовоздушной обороны / С.А. Греков. – М.: Воениздат, 1982.
- 3) Киряков, Б.А. Топогеодезическое обеспечение подразделений и частей ЗРВ ПВО страны. Ч.1 / Б.А.Киряков. – М.: Воениздат, 1979.
- 4) Руководство по астрономо-геодезическим работам при топогеодезическом обеспечении войск. – М.: Редакционно-издательский отдел Военно-топографической службы, 1979-1982.
- 5) Гаврилов, А.В. Военная топография / А.В. Гаврилов. – М.: Воениздат, 2008.
- 6) Дубровский, И.Н. Решение прикладных топогеодезических задач с применением навигационной аппаратуры ГЛОНАСС И GPS / И.Н. Дубровский // ВВО. – 2024. – № 5 (50). – С. 113-117. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reshenie-prikladnyh-topogeodezicheskikh-zadach-s-primeneniem-navigatsionnoy-apparatury-glonass-i-gps> (дата обращения: 20.04.2026).
- 7) Долгов, Е.И. О становлении геоинформационных систем военного назначения и перспективах их дальнейшего развития / Е.И. Долгов, И.В. Банин // Военная мысль. – 2022. – № 6. – С.79-85. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-stanovlenii-geoinformatsionnyh-sistem-voennogo-naznacheniya-i-perspektivah-ih-dalneyshego-razvitiya> (дата обращения: 20.04.2026).

РАСЧЕТ МАССЫ ЗАРЯДА ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ

М.И. Сидоренков, А.А. Филиппов, Е.А. Терентьев

Научный руководитель – **Е.А. Терентьев**, преподаватель

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В статье анализируется опыт разработки программного комплекса для автоматизации обучения курсантов расчёту массы взрывчатых веществ при разрушении различных конструкций. Рассматриваются результаты тестирования системы на базе учебного центра училища. В ходе исследования разработаны предложения по внесению изменений в стандарты организации учебного процесса с целью улучшения качества подготовки специалистов инженерных войск. Представлена архитектура приложения, реализующего расчётные формулы согласно НИП-9 и РВВС-89. Система включает модули расчёта, экзаменационного тестирования, визуализации на тактической карте и серверной обработки результатов.

Ключевые слова: автоматизация обучения, подрывные работы, взрывчатые вещества, военное образование, информационные технологии, учебный тренажёр, инженерная подготовка

CALCULATION OF THE MASS OF EXPLOSIVE SUBSTANCES USED TO DESTROY CONSTRUCTIONS MADE OF VARIOUS MATERIALS USING A COMPUTER PROGRAM

M.I. Sidorenkov, A.A. Filippov, E.A. Terentev

Scientific Supervisor – **E.A Terentev**, Teacher

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense

The article analyzes the experience of developing a software complex for automating the training of cadets in calculating the mass of explosives for destroying various structures. The results of system testing at the educational center of the school are examined. During the research, proposals were developed to amend the organization's educational process standards to improve the quality of training for engineering troops specialists. The application architecture implementing calculation formulas according to NIP-9 and RVVS-89 is presented. The system includes modules for calculation, examination testing, tactical map visualization, and server-based results processing.

Keywords: training automation, explosive works, explosives, military education, information technology, training simulator, engineering training

Президент РФ В. Путин неоднократно указывал на стратегическую значимость обороны и обеспечения национальной безопасности [1-3]. Во исполнение указа президента для обеспечения подготовки специалистов инженерных войск важно обеспечить боевую технику сил ПВО квалифицированными кадрами с высокими эксплуатационными свойствами [4, с. 23-28].

По данным учебного центра ЯВВУ ПВО, минимальное время на расчёт массы ВВ при выполнении нормативов составляет 45 секунд, однако при использовании традиционных методов (таблицы, калькулятор) курсанты затрачивают в среднем 120-180 секунд, что не соответствует требованиям современных боевых уставов [2].

До недавнего времени обучение расчёту подрывных работ осуществлялось по бумажным таблицам НИП-9 с использованием инженерных калькуляторов, однако это явно недостаточно для подготовки в условиях цифровизации военного образования, где время реакции сокращается до минимума [3].

Опыт применения традиционных методов обучения далёк от совершенства, он замедляет процесс подготовки и снижает качество усвоения материала [4]. В связи с этим была разработана автоматизированная система обучения расчёту подрывных работ для применения в перспективе в учебных центрах МО РФ.

Организация выпуска специалистов по расчёту ВВ является сложной задачей, поскольку в учебных планах отсутствуют современные программные средства автоматизации. В ходе исследования в учебном центре ЯВВУ ПВО было проведено сравнение времени выполнения нормативов с использованием различных методов обучения.

В табл. 1 представлено сравнение основных показателей подготовки курсантов с использованием традиционных и автоматизированных методов.

Таблица 1. Сравнение основных показателей подготовки курсантов

Показатели качества	Традиционный метод	Автоматизированный метод	Улучшение
1. Время расчёта (сек)	120-180	25-45	78%
2. Точность расчёта (%)	не менее 75	не менее 95	26%
3. Количество ошибок на 10 расчётов	не более 3	не более 0,5	86%
4. Время на обучение (часов)	не менее 40	не менее 20	57%
5. Процент усвоения материала	не выше 65	не выше 92	38%

Первым и единственным требованием к системе является соответствие нормативным документам МО РФ [5, 6]. Для получения сертификата соответствия используется процесс валидации программного обеспечения на платформе тестирования. При этом достигается время отклика системы менее 1 секунды, однако при экстремальных нагрузках до 50 одновременных пользователей возможно увеличение времени отклика до 3-5 секунд

Связано это с повышением нагрузки на серверную часть при одновременной работе нескольких учебных групп.

В табл. 2 представлены данные по основным модулям разработанной системы [5, с. 67-74].

Таблица 2. Основные модули системы

Модуль	Назначение	Технологии
1. Модуль расчёта	Вычисление массы ВВ	Python 3.11+, tkinter
2. Модуль экзамена	Тестирование курсантов	random, datetime
3. Модуль карты	Визуализация результатов	matplotlib, PIL
4. Модуль сервера	Приём результатов	Flask, requests
5. Модуль отчётности	Анализ успеваемости	json, CSV

В системе реализованы следующие формулы согласно НИП-9:

Для дерева (бревно, контактный заряд):

$$- D \leq 30 \text{ см: } C = K \cdot D^2$$

$$- D > 30 \text{ см: } C = K \cdot D^2 \cdot (D/30)$$

Для дерева (неконтактный заряд):

$$- C = 30 \cdot K \cdot D \cdot r^2$$

Для стали (лист, $h \leq 2 \text{ см}$):

$$- C = 20 \cdot h \cdot b$$

Для стали (лист, $h > 2 \text{ см}$):

$$- C = 10 \cdot h \cdot F$$

Для бетона/ЖБ (сосредоточенный заряд):

$$- C = A \cdot B \cdot R^3.$$

Безопасное расстояние:

$$- R_{\text{без}} = 50 \cdot (Q_{\text{кг}})^{\frac{1}{3}},$$

где:

- C – масса ВВ (граммы);
- D – диаметр (см);
- h, b – размеры (см);
- r – расстояние (м);
- K – коэффициент породы и влажности (табл. 3);
- A – коэффициент материала (табл. 4);
- B – коэффициент расположения заряда (табл. 5);
- R – приведённая толщина (м);
- $Q_{\text{кг}}$ – масса ВВ в килограммах.

Таблица 3. Коэффициент K в зависимости от породы и влажности

Порода	Влажность	K
Слабая (осина)	Сухая	0,8
Слабая (осина)	Недосушенная	1,0
Средней крепости (сосна, ель)	Сухая	1,0
Средней крепости (сосна, ель)	Недосушенная	1,25
Крепкая (дуб, клён, бук)	Сухая	1,6
Крепкая (дуб, клён, бук)	Недосушенная	2,0

Таблица 4. Коэффициент A в зависимости от типа конструкции

Тип конструкции	A
Слабая кирпичная кладка на известковом растворе	0,75
Сильная кирпичная кладка	1,0
Кирпичная кладка на цементном растворе	1,2
Кладка из натурального камня	1,4
Строительный бетон	1,5
Фортификационный бетон	1,8
ЖБ – выбивание бетона	5,0
ЖБ – бетон + арматура	20,0

Таблица 5. Коэффициент B в зависимости от расположения

Расположение	Без забойки	С забойкой	R
Наружный	9,0	5,0	H
В нише	5,0	3,5	H
В рукаве	1,7	1,5	$\frac{2H}{3}$
В середине	1,3	1,15	$\frac{H}{3}$
У стенки на грунте	5,0	2,5	H
В колодце за стенкой	3,5	2,0	H

Для ЖБ с забойкой: $B = 6,5$ (если наружный), иначе B из таблицы.

В ходе военно-научной работы на базе лаборатории ЯВВУ ПВО нами проведён анализ эффективности использования системы при подготовке курсантов. В эксперименте приняли участие 50 курсантов 3-го курса (табл. 6).

Таблица 6. Результаты экспериментальной подготовки (2024-2026 гг.)

Показатели	Группа 1 (традиц.)	Группа 2 (автомат.)	Улучшение
Среднее время расчёта (сек)	145	32	78%
Точность расчёта (%)	76	96	26%
Количество ошибок	2,8	0,4	86%
Усвоение материала (%)	68	94	38%
Время на подготовку (часов)	42	18	57%

Ключевыми показателями для подготовки курсантов являются:

- время расчёта – показатель, играющий решающую роль в определении качества подготовки и его способности к выполнению нормативов. Чем меньше время, тем быстрее курсант выполняет боевую задачу, обеспечивается более плавный процесс подготовки, эффективность при этом растёт, износ оборудования падает [7-9];

- точность расчёта – характеризует профессиональные качества курсанта – чем выше точность, тем меньше вероятность ошибки при выполнении боевой задачи;

- процент усвоения – свойство уменьшать время между деталями обучения – курсантами, преподавателями, а также в учебных классах и на полигонах.

Отметим, что при разработке технических требований к автоматизированной системе обучения расчёту подрывных работ мы исходили из требований НИП-9 и РВВС-89, при этом сделали запас для точности вычислений в 2%. На момент разработки технологии получения такого программного обеспечения разработано не было, производство не начато, опыт применения методов автоматизации при подготовке курсантов отсутствовал [6, с. 12-19] (рис. 1-4).

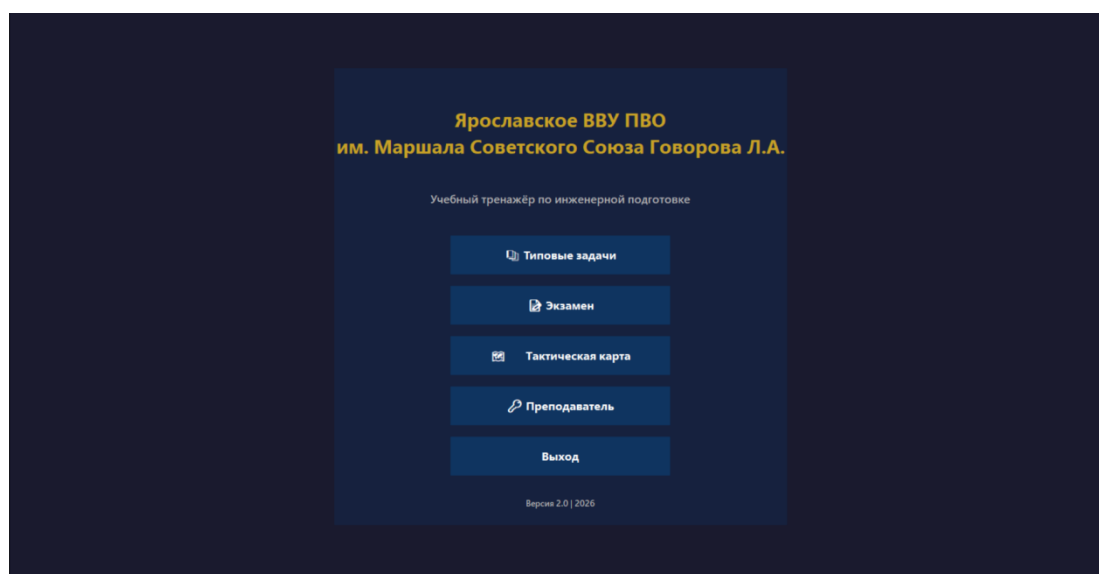


Рис. 1. Интерфейс главного экрана

← Назад

Расчёт массы ВВ

Материал:

Тип элемента:

Порода:

Влажность:

Тип заряда:

D (диаметр бревна, см):

Взрывчатое вещество:

Рассчитать массу ВВ

Решить типовую задачу

Рис. 2. Интерфейс расчёта массы ВВ

← Назад

Экзамен (5 задач, единый таймер)

IP преподавателя:

Фамилия:

Время на решение (мин):

Сгенерировать 5 задач

Время: --:--

Начать экзамен Остановить Показать решения

Рис. 3. Интерфейс экзамена

← Назад

Тактическая карта (1:25 000)

Эталонные карты:

Загрузить карту

Масштаб: 1 рк = м

Нанести обстановку Сбросить вид Сохранить

Загрузите тактическую карту или выберите эталонную

Рис. 4. Тактическая карта

Необходимо отметить, что при разработке системы возникло несколько предложений по изменению стандартов обучения для более полного удовлетворения потребностей войск:

1. Для корректного определения времени расчёта ниже 45 секунд ввести фразу: последний расчёт должен быть выполнен в пределах 25-45 секунд;

2. При проведении экзамена необходимо применять дополнительные меры для исключения технических сбоев, например, резервное копирование результатов, дублирование сервера, физическое сохранение локальных копий. Поэтому необходимо внести в стандарты обучения фразу: «Необходимо применять дополнительные меры для исключения потери данных, например, автоматическое сохранение результатов после каждой задачи, физическое сохранение локальных копий на съёмный носитель».

При анализе опыта подготовки курсантов возникло несколько предложений по изменению стандартов обучения для более полного удовлетворения потребностей войск:

1. Для корректного определения времени расчёта ввести норматив: не более 45 секунд для контактного заряда и не более 60 секунд для неконтактного заряда;

2. При проведении экзаменов необходимо применять дополнительные меры для исключения технических сбоев, например, резервное копирование результатов, дублирование сервера, физическое сохранение локальных копий;

3. В систему необходимо внести изменения для поддержки работы в условиях низких температур (до -50°C) с использованием защищённых вычислительных комплексов [7, с. 34-41].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) «О Стратегии развития Арктической зоны и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г.»: Указ Президента РФ от 05.01.2024 № 1 // Собрание законодательства РФ. – 2024. – № 2. – Ст. 156

2) Наставление по инженерному обеспечению (НИП-9). – М.: Военное издательство, 2020. – 345 с.

3) Руководство по ведению войсковых взрывных работ (РВВС-89). – М.: Воениздат, 2019. – 278 с.

4) Баблев, С.В. Программное обеспечение адаптивной обучающей системы для группового обучения курсантов в рамках военно-инженерной подготовки // Военный инженер. – 2016. – № 2 (2). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/programmnoe-obespechenie-adaptivnoy-obuchayuschey-sistemy-dlya-grupпового-obucheniya-kursantov-v-ramkah-voenno-inzhenernoy-podgotovki>

5) Дутлов, Э.В. Информационные технологии в военном образовании / Э.В.Дутлов, А.В. Пискунов // Образование и наука. – 2021. – № 3. – С. 67-74.

6) Бубнов, М.А. Методы автоматизации обучения в военных вузах / М.А. Бубнов, И.В. Гудкевич // Педагогика и просвещение. – 2020. – № 2. – С. 12-19.

7) Никитин, А.А. Разработка учебных тренажёров для инженерных войск / А.А. Никитин, Е.Н. Карасёв // Научный вестник обороны. – 2019. – № 8. – С. 34-41.

8) Python Software Foundation. Python Language Reference, version 3.11. – 2023. – URL: <https://docs.python.org/3.11/> (дата обращения: 9.03.2026).

9) Tkinter Documentation. Python GUI Programming with Tkinter. – 2023. – URL: <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html> (дата обращения: 9.03.2026).

ОБЗОР ЭКОЛОГИЧНЫХ И СОВРЕМЕННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ТРАНСПОРТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Б.П. Трофименко, А.В. Маркелов

Научный руководитель – **А.В. Маркелов**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Автомобильная промышленность переходит к устойчивому развитию под влиянием экологических требований и роста энергозатрат. Смазочные материалы снижают трение, износ и потери энергии, однако нефтяные масла имеют экологические и ресурсные ограничения. В статье рассмотрены современные смазки: на биооснове, синтетические эфиры, наносмазки, ионные и твердые материалы. Проанализированы их трибологические свойства и ключевые показатели. Определены преимущества, ограничения и перспективы развития.

Ключевые слова: смазочные материалы, трибология, водно-спиртовые композиции, автомобили, износ, экологичность

REVIEW OF ECOLOGICAL AND MODERN LUBRICANTS IN THE TRANSPORT INDUSTRY

B.P. Trofimenko, A.V. Markelov

Scientific Supervisor – **A.V. Markelov**, Doctor of Technical Sciences, Professor

The automotive industry is transitioning to sustainable development due to environmental requirements and the automotive industry is moving towards sustainable development under the influence of environmental requirements and rising energy costs. Lubricants reduce friction, wear and energy loss, but petroleum oils have environmental and resource limitations. The article examines modern lubricants: based on a bio-base, synthetic esters, nano-lubricants, ionic and solid materials. Their tribological properties and key indicators were analyzed. Advantages, limitations and development prospects are defined.

Keywords: lubricants, tribology, water-alcohol compositions, cars, wear, environmental friendliness

Введение

В течение последних десятилетий стремительное расширение мирового автопарка привело к увеличению потребления топлива и вредных выбросов, оказывая значительное влияние на окружающую среду и экономическое развитие [35,36]. По прогнозам, к 2035 году количество транспортных средств в мире достигнет 1,2 миллиарда, что создаст значительную нагрузку на транспортную инфраструктуру и экологию [17].

В этом контексте смазка становится критически важной не только для снижения трения, но и для обеспечения надежной работы в экстремальных условиях, повышения топливной эффективности и продления срока службы деталей. Смазочный материал является одним из ключевых факторов обеспечения эффективного функционирования автомобильных систем [21]. Он снижает трение между движущимися частями, минимизирует износ и способствует отводу тепла, тем самым повышая эффективность и долговечность двигателей, трансмиссий и других механических компонентов [2]. При отсутствии эффективной смазки транспортные средства подвергались бы быстрому износу, снижению топливной эффективности и увеличению частоты отказов [32].

Смазочные материалы являются критически важными в машиностроении, особенно в автомобильных системах, где движущиеся части находятся в постоянном контакте при различных нагрузках и скоростях. Наука, изучающая механизмы смазки, называется трибологией и охватывает исследование трения, износа и взаимодействия поверхностей [4, 20, 27, 32].

Понимание фундаментальных принципов трибологии является необходимым для разработки эффективных, долговечных и экологически безопасных компонентов. В своей основе трибология изучает взаимодействие поверхностей: трение, износ и смазку. Трение представляет собой силу сопротивления, возникающую при относительном перемещении двух поверхностей. Хотя трение необходимо в некоторых случаях (например, при

торможении), чрезмерное трение приводит к износу и выделению тепла. Износ относится к постепенному удалению материала с поверхности вследствие механического воздействия. Он может проявляться в форме абразивного, адгезионного, усталостного или коррозионного износа, каждый из которых влияет на срок службы и надежность автомобильных компонентов. Смазочные композиции способствуют снижению трения и износа путем создания пленки или барьера между движущимися поверхностями. В зависимости от условий различают граничный, смешанный и гидродинамический режимы смазки.

Смазочные материалы обычно классифицируются на основе их физического состояния и химического состава. Наиболее широко используемые категории включают минеральные масла, синтетические жидкости, твердые смазочные материалы и смазки на биооснове.

Жидкие смазочные материалы, такие как масла, имеют широкую применимость благодаря их способности образовывать смазочную пленку между движущимися поверхностями. Синтетические смазочные материалы, включая полиальфаолефины и сложные эфиры, обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики, такие как более высокий индекс вязкости и лучшая термическая стабильность.

Твердые смазочные материалы, такие как графит и дисульфид молибдена (MoS_2), применяются в условиях, где жидкие смазки неэффективны, например, при высоких температурах или в вакууме [14, 19, 28]. Полутвердые смазочные материалы используются в тех случаях, где требуется удержание смазочного материала в зоне контакта.

Каждый тип смазочного материала обладает своими преимуществами и ограничениями, и выбор зависит от условий эксплуатации, включая нагрузку, скорость и температуру. Эксплуатационные характеристики смазочного материала определяются рядом ключевых свойств. Вязкость является одним из наиболее важных параметров и представляет собой меру сопротивления жидкости течению. Она влияет на толщину смазочной пленки и способность смазочного материала снижать трение. Индекс вязкости указывает на степень изменения вязкости с температурой. Более высокий индекс вязкости означает лучшую стабильность свойств при изменении температуры. Термическая стабильность относится к способности смазочного материала сохранять свои свойства при высоких температурах. Окислительная стабильность характеризует устойчивость к химическому разложению в присутствии кислорода. Температура застывания определяет минимальную температуру, при которой смазочный материал сохраняет текучесть. Температура вспышки указывает на температуру, при которой пары смазочного материала воспламеняются. Кроме того, важными параметрами являются биоразлагаемость, токсичность и совместимость с конструкционными материалами.

Традиционные смазочные материалы

На протяжении десятилетий смазочные материалы на основе нефти доминировали в автомобильной промышленности благодаря их доступности, развитой инфраструктуре производства и удовлетворительным эксплуатационным характеристикам.

Базовые масла, получаемые из нефти, подвергаются процессам очистки и затем смешиваются с различными присадками для улучшения свойств, таких как вязкость, устойчивость к окислению и противоизносные характеристики.

Несмотря на их широкое применение, нефтяные смазочные материалы обладают рядом существенных недостатков. Одним из основных недостатков является их экологическое воздействие. Многие нефтяные смазочные материалы содержат токсичные соединения, которые могут загрязнять почву и водные ресурсы при утечках или неправильной утилизации. Другим важным фактором является ограниченность ресурсов, поскольку нефть является невозобновляемым источником. Кроме того, при высоких температурах и нагрузках нефтяные смазочные материалы подвержены термическому разложению и окислению, что приводит к ухудшению эксплуатационных характеристик и необходимости частой замены.

Смазочные наноматериалы

Наносмазочные материалы представляют собой смазочные системы, содержащие наночастицы размером в диапазоне от 1 до 100 нм [9]. Эти частицы могут быть

металлическими, керамическими или углеродными. Распространенные наночастицы включают оксиды металлов, такие как Al_2O_3 и TiO_2 , углеродные нанотрубки и графен [5, 10, 12]. Наночастицы улучшают трибологические характеристики за счет нескольких механизмов:

- образование защитной трибопленки
- заполнение микронеровностей поверхности
- снижение прямого контакта между поверхностями
- улучшение теплопередачи

В некоторых случаях наблюдается эффект качения, при котором частицы действуют как микроэлементы качения. Однако существуют и ограничения. Наночастицы могут агломерироваться, что снижает их эффективность. Кроме того, стабильность дисперсии и вопросы экологической безопасности требуют дальнейших исследований.

Устойчивые и экологически безопасные смазочные материалы

Биоразлагаемые смазочные материалы производятся из возобновляемых источников, таких как растительные масла. Они обладают рядом преимуществ, включая высокую биоразлагаемость, низкую токсичность и возобновляемость сырья. Однако их применение ограничено рядом факторов:

- низкая термическая стабильность
- склонность к окислению
- ограниченный срок службы

Для улучшения их свойств применяются различные химические модификации и присадки.

С ростом экологической осведомленности и ужесточением нормативных требований возрастает потребность в разработке смазочных материалов, обеспечивающих высокую эффективность при минимальном воздействии на окружающую среду.

Устойчивые смазочные материалы направлены на снижение загрязнения, уменьшение выбросов и использование возобновляемых ресурсов без ухудшения эксплуатационных характеристик.

Биоразлагаемые смазочные материалы получают из возобновляемых источников, таких как растительные масла (например, соевое, рапсовое и подсолнечное масла).

Эти смазочные материалы обладают хорошими смазывающими свойствами благодаря наличию длинных цепей жирных кислот, которые способствуют образованию прочной смазочной пленки.

Основные преимущества биоразлагаемых смазочных материалов включают:

- высокую биоразлагаемость
- низкую токсичность
- возобновляемость сырья

Однако они также имеют ограничения:

- низкая устойчивость к окислению
- ограниченная термическая стабильность
- склонность к гидролизу

Для повышения их эксплуатационных характеристик применяются химические модификации, такие как эпоксидирование и гидрогенизация, а также введение присадок.

Смазочные материалы на основе воды привлекают значительное внимание благодаря своей экологической безопасности, доступности и способности эффективно отводить тепло. Вода обладает высокой теплоемкостью и хорошими охлаждающими свойствами, что делает ее привлекательной для использования в системах, где требуется интенсивное теплоотведение. Кроме того, вода является нетоксичной, негорючей и широкодоступной, что снижает экологические риски [1].

Однако применение воды в качестве смазочного материала связано с рядом проблем. Во-первых, вода обладает низкой вязкостью, что затрудняет образование устойчивой смазочной пленки между контактирующими поверхностями.

Во-вторых, вода может вызывать коррозию металлических поверхностей, что приводит к ускоренному износу и снижению срока службы компонентов.

В-третьих, вода имеет ограниченную смазывающую способность, особенно в условиях граничного трения.

Для преодоления этих ограничений в водные смазочные системы вводятся различные добавки.

К таким добавкам относятся:

- ингибиторы коррозии
- антиоксиданты
- модификаторы трения
- полимеры
- спирты
- наночастицы

Добавление этих компонентов позволяет улучшить вязкость, повысить стабильность и увеличить эффективность смазки. В частности, использование спиртов способствует улучшению смазывающих свойств и снижению температуры замерзания, что расширяет диапазон рабочих температур. Наночастицы, такие как оксиды металлов, могут формировать защитные трибологические пленки, снижая трение и износ. Несмотря на достигнутый прогресс, смазочные материалы на основе воды требуют дальнейших исследований для повышения стабильности, долговечности и эффективности в различных условиях эксплуатации.

Синтетические эфиры

Эфиры представляют собой класс смазочных материалов, получаемых путем химического синтеза, что позволяет точно контролировать их молекулярную структуру. Они широко используются в высоконагруженных и высокотемпературных приложениях благодаря своим превосходным эксплуатационным характеристикам.

Основные преимущества синтетических эфиров включают:

- высокий индекс вязкости
- отличную термическую стабильность
- низкую летучесть
- хорошие смазывающие свойства

Синтетические эфиры обеспечивают стабильную работу в широком диапазоне температур и обладают хорошей устойчивостью к окислению.

Однако их применение ограничено следующими факторами:

- высокая стоимость производства
- сложность утилизации
- необходимость использования дополнительных присадок

Тем не менее, синтетические эфиры остаются важным компонентом современных смазочных технологий.

Ионные жидкости

Ионные жидкости представляют собой соли, которые находятся в жидком состоянии при относительно низких температурах, обычно ниже 100 °С. Они состоят из органических катионов и неорганических или органических анионов и обладают уникальными физико-химическими свойствами.

Одной из наиболее характерных особенностей ионных жидкостей является их крайне низкая летучесть, что практически исключает их испарение при рабочих температурах. Это свойство делает их особенно привлекательными с точки зрения экологической безопасности и снижения выбросов.

Кроме того, ионные жидкости обладают высокой термической стабильностью и способны сохранять свои свойства в широком диапазоне температур. Их структура может быть целенаправленно изменена путем выбора различных комбинаций катионов и анионов, что позволяет адаптировать их свойства под конкретные условия эксплуатации. С точки

зрения трибологии ионные жидкости демонстрируют отличные смазывающие свойства, включая низкий коэффициент трения и высокую устойчивость к износу. Они способны формировать устойчивые защитные пленки на поверхностях трения, что снижает прямой контакт между материалами.

Дополнительным преимуществом является их способность к самоорганизации на поверхности, что способствует образованию упорядоченных слоев, улучшающих смазочные характеристики.

Несмотря на перечисленные преимущества, применение ионных жидкостей ограничено рядом факторов. К ним относятся:

- высокая стоимость производства
- сложность синтеза
- потенциальная токсичность некоторых соединений
- ограниченная совместимость с традиционными материалами

В настоящее время ведутся исследования по снижению стоимости и повышению экологической безопасности ионных жидкостей, а также по их использованию в качестве добавок к традиционным смазочным материалам.

Твердые смазочные материалы и покрытия

Твердые смазочные материалы применяются в условиях, где использование жидких смазок затруднено или невозможно, например, при высоких температурах, в вакууме или при экстремальных нагрузках (табл. 1.)

Наиболее распространенными твердыми смазочными материалами являются:

- графит
- дисульфид молибдена (MoS_2)
- дисульфид вольфрама (WS_2)

Эти материалы обладают слоистой кристаллической структурой, которая обеспечивает легкое скольжение между слоями и, как следствие, низкий коэффициент трения.

Твердые смазки могут наноситься на поверхности в виде покрытий с использованием различных методов, включая:

- физическое осаждение из паровой фазы (PVD, Physical Vapor Deposition)
- химическое осаждение из паровой фазы (CVD, Chemical Vapor Deposition)
- напыление

Преимущества твердых смазочных материалов включают:

- способность работать при высоких температурах
- устойчивость к экстремальным условиям
- длительный срок службы

Однако существуют и ограничения:

- ограниченная способность к самовосстановлению
- необходимость предварительной обработки поверхности
- ограниченная эффективность при переменных нагрузках

Квантовые точки и углеродные наноматериалы представляют собой перспективное направление в разработке смазочных материалов.

К углеродным материалам относятся:

- графен
- углеродные нанотрубки
- фуллерены

Эти материалы обладают уникальными свойствами, включая высокую механическую прочность, отличную теплопроводность и низкий коэффициент трения.

Квантовые точки, представляющие собой наночастицы с размером в несколько нанометров, также демонстрируют интересные трибологические свойства благодаря своей высокой реакционной способности и способности взаимодействовать с поверхностями.

Использование таких материалов позволяет:

- снизить трение
- повысить износостойкость

- улучшить теплопередачу
- Тем не менее, их широкое применение ограничено:
- высокой стоимостью
 - сложностью производства
 - необходимостью стабилизации в смазочной среде

Сравнительная оценка.

Сравнительная оценка различных типов смазочных материалов, представленная в табл. 1, проводится на основе таких параметров, как:

- индекс вязкости
- термическая стабильность
- устойчивость к окислению
- биоразлагаемость
- токсичность

Таблица 1. Сравнительный анализ различных смазочных материалов и их эксплуатационных характеристик [6-8, 11, 13, 15, 16, 18, 22-26, 29, 30, 31, 33]

Показатель	Биосмазочные масла	Синтетические эфиры	Наносмазки	Ионные жидкости	Нефтяные смазочные материалы
Источник	Возобновляемое биологическое сырьё (например, растительные масла, животные жиры)	Химически синтезируются из спиртов и кислот	Инженерные наночастицы, диспергированные в базовых жидкостях	Синтезированные ионные соединения с уникальной молекулярной структурой	Получены из сырой нефти путем переработки
Химическая структура	Триглицериды, эфиры жирных кислот	Однородные эфирные цепи с заданной молекулярной архитектурой	Наночастицы (например, оксиды металлов, углеродные структуры) в коллоидной суспензии	Ионные связи, слоистые кристаллические или жидкие структуры	Углеводородные цепи с пакетом присадок
Трибологическое поведение	Хорошие противоизносные и антифрикционные свойства; зависят от сырья	Отличные смазывающие свойства и прочность масляной плёнки	Повышенное снижение трения и износа; высокая несущая способность	Исключительная эффективность в экстремальных условиях; многофункциональное действие присадок	Проверенная эффективность; надежны при стандартных условиях
Индекс вязкости	Средний–высокий	Высокий	Переменный (зависит от базового масла и дисперсии)	Высокий	Средний–высокий
Термическая стабильность	Средняя	Высокая	Высокая	Очень высокая	Средняя–высокая
Показатель	Биосмазочные масла	Синтетические эфиры	Наносмазки	Ионные жидкости	Нефтяные смазочные материалы
Устойчивость к окислению	Низкая–средняя; требуется антиоксидантная защита	Высокая	Зависит от базового масла и типа наночастиц	Очень высокая	Средняя
Показатель	Биосмазочные масла	Синтетические эфиры	Наносмазки	Ионные жидкости	Нефтяные смазочные материалы
Биоразлагаемость	Высокая	Средняя	Зависит от состава	Низкая–средняя	Очень низкая

Окончание таблицы 1

Токсичность	Низкая; экологически безопасны	Низкая–средняя (зависит от состава)	Зависит от типа наночастиц; возможны токсикологические риски	Низкаялетучесть; возможнатоксичность	Высокая; содержат тяжёлые металлы, серу, хлорсодержащие соединения
Совместимость с материалами двигателя	В целом совместимы; могут воздействовать на уплотнения	Отличная совместимость	Хорошая при правильной дисперсии и стабилизации	Отличная; стабильны в широком диапазоне температур	Высокая; отраслевой стандарт
Экологическое воздействие	Возобновляемые, биоразлагаемые, низкая персистентность	Более чистое сгорание; умеренная биоразлагаемость	Возможное накопление наночастиц; проблемы утилизации	Низкие выбросы; возможные токсичность и проблемы утилизации	Не биоразлагаемые; стойкие загрязнители; вклад в выбросы парниковых газов
Масштабируемость и стоимость	Средняя; требуется химическая модификация и присадки	Средняя–высокая; коммерчески применимы	Низкая–средняя; проблемы масштабирования и стоимости	Низкая; высокая стоимость производства и ограниченное внедрение	Высокая; низкая стоимость; широко доступны
Промышленная готовность	Средняя; используются в нишевых и регулируемых областях	Высокая; широко применяются в высоко-эффективных автомобильных системах	Развивающиеся; перспективные, но не массовые	Экспериментальные; ограничены исследованиями и специализированным применением	Очень высокая; доминируют в мировой автомобильной отрасли
Ключевые преимущества	Экологичность, биоразлагаемость, низкая токсичность	Стабильность, настраиваемые свойства, высокая эффективность	Выдающиеся трибологические свойства, снижение трения и износа	Высокаятермостабильность, многофункциональность	Надёжность, экономичность, доступность
Ключевые недостатки	Низкая окислительная стабильность; требует модификации	Более высокая стоимость, умеренная биоразлагаемость	Проблемы стабильности дисперсий, стоимость, экологические риски	Дорогие, ограниченное применение, возможная токсичность	Экологическая стойкость, токсичность, истощение ископаемых ресурсов

Оценка эффективности смазочных материалов, как традиционных, так и устойчивых, требует систематического и комплексного подхода. Сравнительный анализ позволяет определить, каким образом различные смазочные материалы ведут себя в реальных условиях эксплуатации и какие из них обеспечивают наилучшие характеристики.

В данном разделе рассматриваются методы трибологических испытаний, критерии оценки, теоретические ориентиры для сравнительного анализа, а также практические примеры применения смазочных материалов.

Методы трибологических испытаний

Трибологические испытания являются основным инструментом оценки смазочных материалов[34]. Они позволяют количественно определить такие параметры, как коэффициент трения, скорость износа и температурные характеристики [3].

Одним из наиболее широко используемых методов является испытание на четырехшариковой машине трения. В данном методе три неподвижных шарика образуют основание, а четвертый шарик вращается под заданной нагрузкой, создавая контактное взаимодействие. Этот метод используется для оценки противоизносных свойств и несущей способности смазочного материала.

Другим распространенным методом является испытание «штифт–диск», при котором вращающийся диск контактирует с неподвижным штифтом. Этот метод позволяет исследовать трение и износ в различных условиях нагрузки и скорости.

Современные трибологические испытательные установки оснащаются высокоточными датчиками и системами регистрации данных, что позволяет получать детализированную информацию о поведении смазочного материала в динамических условиях.

Коэффициент трения является одним из ключевых параметров, используемых для оценки эффективности смазочных материалов, особенно в условиях высоких нагрузок и температур.

Сравнение устойчивых и традиционных смазочных материалов.

Сравнение различных типов смазочных материалов проводится по ряду параметров, позволяющих оценить их эксплуатационные характеристики и экологическое воздействие.

К основным параметрам относятся:

- коэффициент трения
- скорость износа
- термическая стабильность
- устойчивость к окислению
- биоразлагаемость
- токсичность

Результаты сравнительных исследований показывают, что синтетические эфиры обладают высокой стабильностью и хорошими эксплуатационными характеристиками при высоких температурах.

Наносмазочные материалы демонстрируют значительное снижение трения и износа благодаря эффектам, связанным с наночастицами.

Биоразлагаемые смазочные материалы обеспечивают высокую экологическую безопасность, однако уступают по стабильности традиционным смазкам.

Таким образом, выбор смазочного материала зависит от конкретных условий эксплуатации и требований к системе.

Примеры применения в автомобильной технике.

Практические исследования и испытания показывают, что применение современных смазочных материалов может значительно улучшить эксплуатационные характеристики автомобильных систем.

В частности, использование биоразлагаемых смазочных материалов в трансмиссиях приводит к снижению трения и повышению топливной эффективности.

Применение наносмазочных материалов в подшипниках и зубчатых передачах позволяет уменьшить износ и увеличить срок службы компонентов.

В гибридных и электрических транспортных средствах требования к смазочным материалам изменяются, поскольку возрастает значение тепловых и электрических характеристик.

Проблемы и перспективные направления

Несмотря на значительный прогресс, внедрение устойчивых смазочных материалов сталкивается с рядом проблем, требующих дальнейших исследований и разработок.

Одной из ключевых проблем является масштабирование производства новых смазочных материалов. Многие перспективные технологии, такие как наносмазки и ионные жидкости, требуют сложных процессов синтеза и дорогостоящего оборудования, что ограничивает их промышленное применение.

Стоимость производства устойчивых смазочных материалов остается высокой по сравнению с традиционными нефтяными маслами. Это создает барьеры для их широкого внедрения, особенно в массовом производстве.

Современные автомобильные системы, включая электрические транспортные средства, предъявляют новые требования к смазочным материалам. Необходимо учитывать не только механические, но и электрические и тепловые свойства смазочных материалов.

Оценка жизненного цикла смазочных материалов включает анализ всех этапов – от производства до утилизации. Биоразлагаемые материалы имеют преимущества с точки зрения экологической безопасности, однако синтетические материалы могут обеспечивать более высокую долговечность и возможность повторного использования.

Несмотря на достигнутый прогресс, остаются нерешенные вопросы, включая:

- стабильность наносистем
- взаимодействие присадок
- разработку стандартов испытаний

Дальнейшие исследования необходимы для создания более эффективных и устойчивых смазочных материалов.

Заключение

В данной работе представлен всесторонний обзор современных смазочных материалов, включая традиционные и устойчивые решения.

Показано, что развитие смазочных технологий направлено на повышение эффективности, снижение износа и минимизацию воздействия на окружающую среду.

Перспективные направления включают:

- биоразлагаемые смазочные материалы
- наносмазки
- ионные жидкости

Несмотря на значительные преимущества, остаются проблемы, связанные со стоимостью, масштабируемостью и совместимостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Трофименко, Б.П. Совершенствование технической эксплуатации подвижного состава путем применения новых синтетических смазочных композиций / Б.П. Трофименко, А. В. Маркелов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2024. – № 3. – С. 57-64. – DOI: 10.31857/S0235711924030085. – EDN PGZHUO.
- 2) Трофименко, Б.П. Анализ причин низкой эксплуатационной надежности строительных и дорожных машин / Б.П. Трофименко, А.В. Маркелов, А.С. Корытов // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2024. – № 28. – С. 66-71. – DOI: 10.26160/2658-3305-2024-28-66-71
- 3) Трофименко, Б.П. Исследование триботехнических свойств водно-спиртовых смазочных композиций / Б.П. Трофименко, А.С. Корытов, А.В. Маркелов // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2025. – № 5. – С. 45-51. – DOI: 10.31857/S0235711925050052.
- 4) Computational Modelling of Some Anti-Friction Lubricant Additives / U. Abdulfatai, A. Uzairu, G.A. Shallangw [and others] // South African Journal of Chemical Engineering. – 2020. – № 32. – P. 27–31. – URL: https://www.researchgate.net/publication/338566794_Computational_Modelling_of_Some_Anti-Friction_Lubricant_Additives
- 5) Review on Potentials and Challenges of Nanolubricants as Promising Lubricants for Electric / Abdalgilil Ahmed W. Mustafa, F. Dassenoy, M. Sarno [and others] // Vehicles. Lubr. Sci. – 2022. – № 34. – P. 1–29. URL: https://www.researchgate.net/publication/354655319_A_review_on_potentials_and_challenges_of_nanolubricants_as_promising_lubricants_for_electric_vehicles
- 6) Comprehensive Review on Biodiesel as an Alternative Energy Resource and Its Characteristics / A.E. Atabani, A.S. Silitonga, I.A Badruddin [and others] // Renew. Sustain. Energy Rev. – 2012. – № 16. – P. 2070–2093. – URL: https://www.researchgate.net/publication/236853712_A_comprehensive_review_on_biodiesel_as_an_alternative_energy_resource_and_its_characteristics
- 7) Eco-Grease from Upcycling of Waste Oils: A Formulation Study for High-Performance Lubricants. / N.A.F. Bashari, M.A.A. Aziz, M.A. Hairunnaja [and others] // Int. J. Environ. Sci. Technol. – 2025. – № 22. P. 16095–16110. – URL: https://www.researchgate.net/publication/394963152_Eco-grease_from_upcycling_of_waste_oils_a_formulation_study_for_high-performance_lubricants
- 8) Berman, D. Plant-Based Oils for Sustainable Lubrication Solutions–Review // Lubricants. – 2024. – № 12. P. 300. – URL: https://www.researchgate.net/publication/383426470_Plant-Based_Oils_for_Sustainable_Lubrication_Solutions-Review
- 9) New Metal-Free Nanolubricants Based on Carbon-Dots with Outstanding Antiwear Performance / C. Chimeno-Trinchet, M.E. Pacheco, A Fernández-González [and others] // J. Ind. Eng. Chem. – 2020. – № 87. – P. 152–161. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1872398020300000>

- 10) Deepika. Nanotechnology Implications for High Performance Lubricants // SN Appl. Sci. – 2020. – № 2. – P. 1128. – URL: https://www.researchgate.net/publication/341663_748_Nanotechnology_implications_for_high_performance_lubricants
- 11) A Comparative Analysis of the Lubricating Performance of an Eco-Friendly Lubricant vs Mineral Oil in a Metallic System / J.S. García-Miranda, L.D. Aguilera-Camacho, M.T Hernández-Sierra [and others] // Coatings. – 2023. – № 13. – P. 1314. – URL: https://www.researchgate.net/publication/372705026_A_Comparative_Analysis_of_the_Lubricating_Performance_of_an_Eco-Friendly_Lubricant_vs_Mineral_Oil_in_a_Metallic_System
- 12) Nanotechnology in Lubricants: A Systematic Review of the Use of Nanoparticles to Reduce the Friction Coefficient. // Tobar M. Garcia, R.W. Contreras Urgiles, B. Jimenez Cordero [and others] // Lubricants. – 2024. – № 12. – P. 166. – URL: https://www.researchgate.net/publication/380482933_Nanotechnology_in_Lubricants_A_Systematic_Review_of_the_Use_of_Nanoparticles_to_Reduce_the_Friction_Coefficient
- 13) Hassan, K. Comparative Life Cycle Analysis of Environmental and Machining Performance under Sustainable Lubrication Techniques. Hybrid // Adv. – 2022. – № 1. – P. 100004. – URL: https://www.researchgate.net/publication/365856373_Comparative_life_cycle_analysis_of_environmental_and_machining_performance_under_sustainable_lubrication_techniques
- 14) Topography Orientation Effects on Friction and Wear in Sliding DLC and Steel Contacts, Part 3: Experiments under Dry and Lubricated Conditions / K. Holmberg, A. Laukkanen, T. Hakala [and others] // Wear. – 2021. – № 486–487. – P. 204093. – URL: https://www.researchgate.net/publication/354465623_Topography_orientation_effects_on_friction_and_wear_in_sliding_DLC_and_steel_contacts_part_3_Experiments_under_dry_and_lubricated_conditions
- 15) Advancing Sustainable Lubricating Oil Management: Re-Refining Techniques, Market Insights, Innovative Enhancements, and Conversion to Fuel M.R. / Islam Sazzad, M.M. Rahman, T. Hassan [and others] // Heliyon. – 2024. – № 10. – P. 39248. – URL: https://www.researchgate.net/publication/384849735_Advancing_sustainable_lubricating_oil_management_Re-refining_techniques_market_insights_innovative_enhancements_and_conversion_to_fuel
- 16) Jafari, A.J. Analysis and Comparison of Used Lubricants, Regenerative Technologies in the World / A.J. Jafari, M. Hassanpour // Resour. Conserv. Recycl. – 2014. – № 103. – P. 179–191. – URL: https://www.researchgate.net/publication/281352124_Analysis_and_comparison_of_used_lubricants_regenerative_technologies_in_the_world
- 17) Kant, K. Opportunities to Improve the Lubrication, Fuel Efficiency, and Emission Reduction Using Nanotechnologies: A Review. / K. Kant, R.C. Singh, S. Maji // J. Therm. Anal. Calorim. – 2025. – № 150. – P. 3173–3199. – URL: https://www.researchgate.net/publication/388793687_Opportunities_to_improve_the_lubrication_fuel_efficiency_and_emission_reduction_using_nanotechnologies_a_review
- 18) Advances in Sensing for Real-Time Monitoring of Tribological Parameters / T. Liskiewicz, I. Sherrington, T. Khan [and others] // Tribol. Int. – 2023. – № 189. – P. 108965. – URL: https://www.researchgate.net/publication/374019383_Advances_in_Sensing_for_Real-Time_Monitoring_of_Tribological_Parameters
- 19) Effect of Solid Lubricant Particles on the Tribological Behavior of Grease / A. Manoj, P. Verma Chandra, P. Saravanan [and others] // Tribol. – 2024. – № 40. – P. 247–267. – URL: https://www.researchgate.net/publication/379897991_Effect_of_solid_lubricant_particles_on_the_tribological_behavior_of_grease
- 20) Minami, I. Molecular Science of Lubricant Additives // Appl. Sci. – 2017 – № 7. – P. 445. – URL: https://www.researchgate.net/publication/316565131_Molecular_Science_of_Lubricant_Additives
- 21) Engine Performance and Emissions Evaluation of Surfactant-Free B30 Biodiesel–Diesel/Water Emulsion as Alternative Fuel / M.Q. MohdTamam, M.R.T. Omi, W.J. Yahya [and others] // Sci. Rep. – 2023. – № 13 – P. 10599. – URL: https://www.researchgate.net/publication/371966910_Engine_performance_and_emissions_evaluation_of_surfactant-free_B30_biodiesel-dieselwater_emulsion_as_alternative_fuel
- 22) Electric Vehicles as a Promising Trend: A Review on Adaptation, Lubrication Challenges, and Future Work / A.C. Opia, K. Kadirgama, S.C. Mamah [and others] // Lubricants. – 2025. – № 13. – P. 474. – URL: https://www.researchgate.net/publication/397039424_Electric_Vehicles_as_a_Promising_Trend_A_Review_on_Adaptation_Lubrication_Challenges_and_Future_Work
- 23) Ozakın, B. Improvement of Oxidation Stability, Hydrolytic Stability and Tribological Properties of Kaolin Particles Doped Bio-Based Green Palm Oil / B. Ozakın, K. Gultekin, H.I. Yurdgulu // Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Asp. – 2025. – № 712. – P. 136441. – URL: https://www.researchgate.net/publication/389072219_Improvement_of_Oxidation_Stability_Hydrolytic_Stability_and_Tribological_Properties_of_Kaolin_Particles_Doped_Bio-Based_Green_Palm_Oil
- 24) Supplier Sustainability: A Comprehensive Review and Future Research Directions / V. Patil, T. Tan, S. Rispens [and others] // Sustain. Manuf. Serv. Econ. – 2022. – № 1. – P. 100003. – URL:

https://www.researchgate.net/publication/363338376_Supplier_Sustainability_A_Comprehensive_Review_and_Future_Research_Directions

25) Comprehensive Review of Sustainable Approaches for Synthetic Lubricant Components / J. Pichler, R. Maria Eder, C. Besser [and others] // *Green Chem. Lett. Rev.* – 2023. – № 16. P. 2185547. – URL: https://www.researchgate.net/publication/369320799_A_comprehensive_review_of_sustainable_approaches_for_synthetic_lubricant_components

26) Pourramezan, M.R. Comparative Analysis of Soft Computing Models for Predicting Viscosity in Diesel Engine Lubricants: An Alternative Approach to Condition Monitoring / M.R. Pourramezan, A. Rohani, M.H. Abbaspour-Fard // *ACS Omega*. – 2024. – № 9. – P. 1398–1415. – URL: https://www.researchgate.net/publication/376763903_Comparative_Analysis_of_Soft_Computing_Models_for_Predicting_Viscosity_in_Diesel_Engine_Lubricants_An_Alternative_Approach_to_Condition_Monitoring

27) Rahman, M.H. Water-Based Lubricants: Development, Properties, and Performances / M.H. Rahman, H. Warneke, H. Webbert // *Lubricants*. – 2021. – № 9. – P. 73. – URL: https://www.researchgate.net/publication/353426025_Water-Based_Lubricants_Development_Properties_and_Performances

28) Shear-Dependent Tribological Behavior of Oleic Acid as a Sustainable Lubricant Additive in Oils and Nano-Greases / V. Saini, L. Pond, J. Uhryn [and others] // *Wear*. – 2025. – № 570. – P. 205932. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043164825002017?via%3Dihub>

29) Shah, R. The Economic and Environmental Significance of Sustainable Lubricants / R. Shah, M. Woydt, S. Zhang // *Lubricants*. – 2021. – № 9. – P. 21. – URL: https://www.researchgate.net/publication/349512397_The_Economic_and_Environmental_Significance_of_Sustainable_Lubricants

30) Sustainability of a Non-Edible Vegetable Oil Based Bio-Lubricant for Automotive Applications: A Review / Y. Singh, A. Farooq, A. Raza [and others] // *Process Saf. Environ. Prot. Inst. Chem. Eng.* – 2017. – № 111. – P. 701–713. – URL: https://www.researchgate.net/publication/319474559_Sustainability_of_a_non-edible_vegetable_oil_based_bio-lubricant_for_automotive_applications_A_review

31) Sua, L.S. Optimizing Plant Oil-Derived Lubricants: A Sustainable Alternative to Petroleum-Based Lubricants Using Integer Programming / L.S. Sua, F. Balo // *Tribol. Ind.* – 2025. – № 47. – P. 260–278. – URL: https://www.researchgate.net/publication/392777716_Optimizing_Plant_Oil-Derived_Lubricants_A_Sustainable_Alternative_to_Petroleum-Based_Lubricants_Using_Integer_Programming?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19

32) Wang, J. Lubrication and Anti-Rust Properties of Jeffamine-Triazole Derivative as Water-Based Lubricant Additive / J. Wang, W. Hu, J. Li // *Coatings*. – 2021. – № 11. – P. 679. – URL: https://www.researchgate.net/publication/352147045_Lubrication_and_Anti-Rust_Properties_of_Jeffamine-Triazole_Derivative_as_Water-Based_Lubricant_Additive

33) Wiliriska, I. Advancements in Environmentally Friendly Lubricant Technologies: Towards Sustainable Performance and Efficiency / I. Wiliriska, S. Wilkanowicz // *Energies*. – 2025. – № 18. – P. 4006. – URL: <https://doi.org/10.3390/en18154006>

34) Current Research on the Design, Properties and Applications of Tribological Materials: A Review / N. Xiao, J. Tang, S. Zhou [and others] // *RSC Adv.* – 2025. – № 15. – P. 34669–34717. – URL: https://www.researchgate.net/publication/395717585_Current_research_on_the_design_properties_and_applications_of_tribological_materials_a_review

35) Modeling Fuel-, Vehicle-Type-, and Age-Specific CO₂ Emissions from Global on-Road Vehicles in 1970–2020 / L. Yan, Q. Zhang, B. Zheng [and others] // *Earth Syst. Sci.* – 2024. – № 16. – URL: https://www.researchgate.net/publication/384730298_Modeling_fuel-vehicle-type-and_age-specific_CO2_emissions_from_global_on-road_vehicles_in_1970-2020

36) Real World Particle Size Distribution from Vehicle Fleet and Implication on Emission Control / F. Zhang, J. Peng, J. Zhang [and others] // *npj Clean Air*. – 2025. – № 1. – P. 8. – URL: https://www.researchgate.net/publication/348528972_Real-World_Vehicle_Emission_Rate_of_Particle_Size_Distributions_Based_on_Measurement_of_Tunnel_Flow_Coefficient

БЫСТРОВОЗВОДИМЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КАРКАСНЫЕ ЗДАНИЯ ДЛЯ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ

Д.Д. Хабитов, А.Л. Балушкин

Научный руководитель – **А.Л. Балушкин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются конструктивные и технологические аспекты возведения металлических зданий в северных регионах. Обоснована техническая целесообразность применения быстровозводимых технологий в строительстве в зонах вечной мерзлоты и суровых климатических условий. Представлен расчет предложенного каркаса для Северного региона.

Ключевые слова: быстровозводимые здания, металлокаркас, северные регионы, вечная мерзлота

PREFABRICATED METAL FRAME BUILDINGS FOR THE NORTHERN REGIONS

D.D. Khabitov, A.L. Balushkin

Scientific Supervisor – **A.L. Balushkin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The constructive and technological aspects of the construction of metal buildings in the northern regions are considered. The technical feasibility of using prefabricated technologies in construction in permafrost zones and harsh climatic conditions is substantiated. The calculation of the proposed framework for the Northern region is presented.

Keywords: prefabricated buildings, metal frames, northern regions, permafrost

Введение

Освоение территорий Арктической зоны и районов Крайнего Севера является приоритетным направлением экономического развития Российской Федерации в силу развития месторождений полезных ископаемых. Данные регионы обладают колоссальным экономическим потенциалом.

Однако реализация проектов в этих зонах может столкнуться с экстремальными природно-экономическими факторами, такими как: большие отрицательные расчетные температуры, высокие ветровые и снеговые нагрузки, короткий строительный сезон. Удаленность территорий освоения влечет за собой ограничение в выборе специализированной техники для доставки и монтажа крупногабаритных и тяжелых конструкций. Отсюда встает вопрос о внедрении альтернативных проектных решений с целью минимизации технических, временных и экономических издержек. Таким решением может являться быстровозводимые каркасные здания. Малая масса конструкций, заводская подготовка монтажных единиц, высокая скорость сборки выступают альтернативой капитальному строительству для регионов Арктики и Крайнего Севера.

Применение быстровозводимых каркасов позволяет максимально использовать ограниченный короткий летний строительный сезон, повышая эффективность монтажных работ. Облегченные конструкции расширяют возможности для использования компактной техники и снижают логистические сложности при доставке и монтаже. Минимизация 'мокрых' процессов и сокращение сварочных работ позволяют снизить затраты и повысить надежность в суровых климатических условиях.

Основная часть

На рис. 1 представлены принципиальные решения с использованием металлических конструкций.

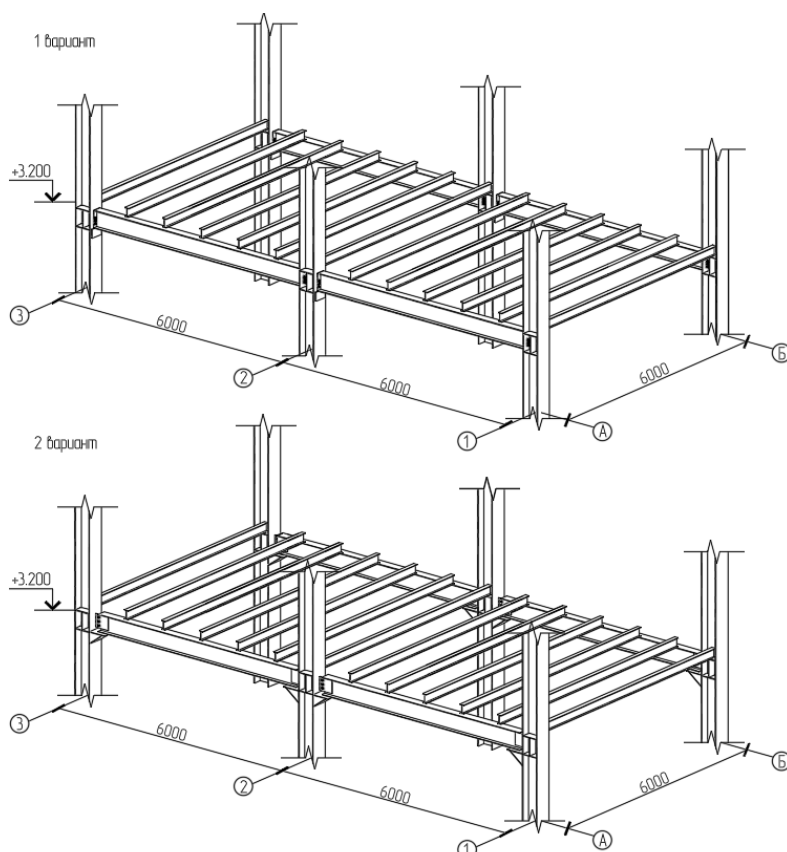


Рис. 1. Традиционные конструктивные решения ячейки каркасного здания с применением прокатного металлического сортамента

Данные решения рассчитаны на избыточную нагрузку. Колонна неразрезная. В первом типе главные балки крепятся на болты к колоннам, в таком варианте есть значительный недостаток – требуется очень точный монтаж, что трудноосуществимо в условиях Крайнего Севера. Во втором варианте главные балки опираются на консоли, что увеличивает допуски при монтаже, но усложняет конструкцию колонны. Оба варианта характеризуются значительной массой и габаритным размером, также большим количеством работ по сборке, при этом не исключаются сварочные работы.

На рис. 2 предлагается вариант принципиального конструктивного решения быстровозводимого каркасного здания.

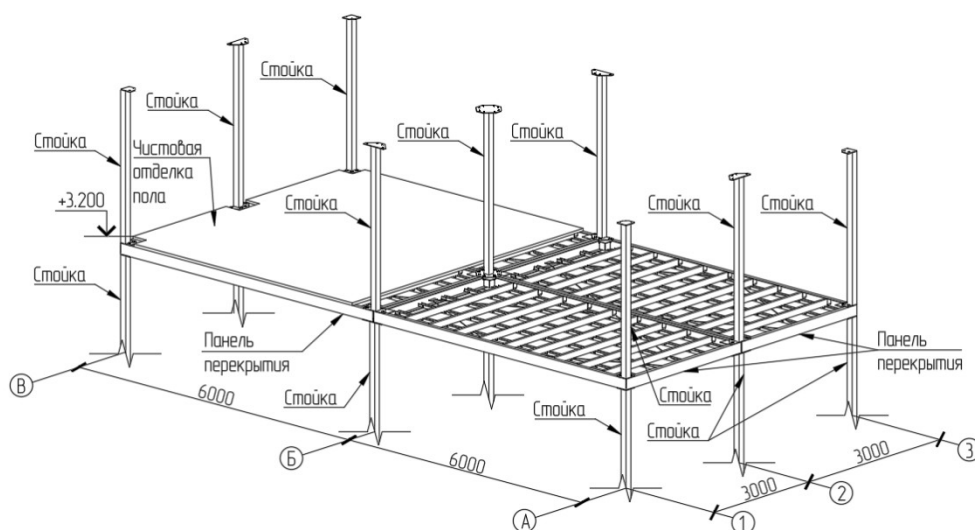


Рис. 2. Быстровозводимое каркасное здание

На рис. 3 представлены узлы стыка средних и крайних стоек.

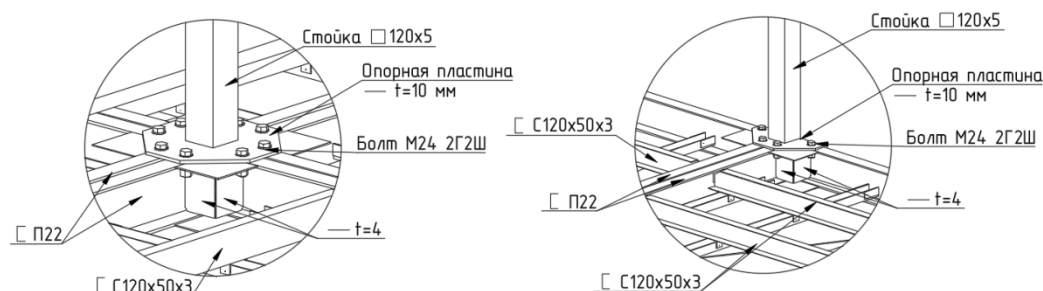


Рис. 3. Узлы стыка

Предлагается использовать нетипичный для металлического каркаса платформенный стык. Соединения несущих элементов каркаса на строительной площадке только болтовые. За счет уменьшения шага стоек достигаются меньшие габариты и масса конструкций. Вместо балок предполагаются уже собранные на заводе конструкции – панели. Каркас представлен на рис. 4.

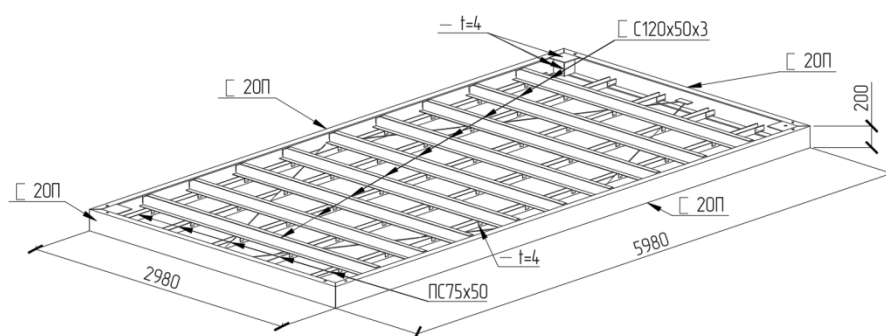


Рис. 4. Панель основания. Каркас

Заводская сборка панелей перекрытия, основания и покрытия с обшивкой позволяет минимизировать работы на стройплощадке. Пример конструктивного оформления панели основания представлен на рис. 5.



Рис. 5. Отделка панели основания

В качестве объекта для иллюстрации предложенного конструктивного решения принято здание административно-бытового корпуса. Здание модульное, из сборно-панельных конструкций, расположенное в республике Коми. Объект 2-этажный, с высотой первого и второго этажей 3,0 м, с шагом стоек в поперечном направлении 6,0 м и в продольном 3,0 м, с размерами в осях 42,0×12,0 м.

Проектируемый объект рассчитывается для суровых природно-климатических условий: VI снеговой и IV ветровой районы, расчетная температура наружного воздуха – минус 40°C.

Пространственная устойчивость каркаса здания обеспечивается системой поперечных и продольных вертикальных связей и жёсткими дисками перекрытий и покрытия. Расчётная схема – связевая.

Расчет выполнен в комплексе SCAD. Также учитываются температурные климатический воздействия при замыкании конструкций в теплое и холодное время года – 34 °С и 51 °С соответственно. Результаты экспертизы представлены на рис. 6, для наглядности фрагментирована ½каркаса.

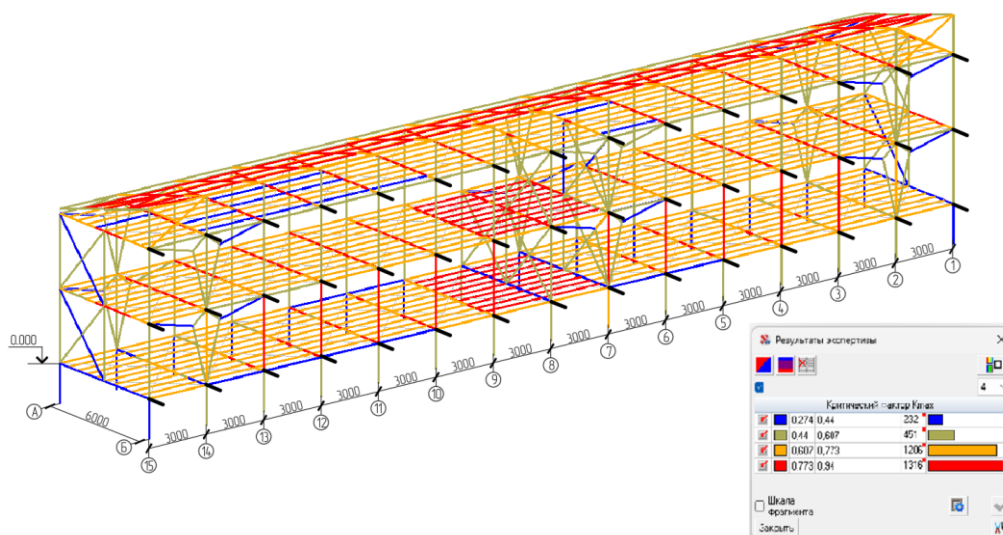


Рис. 6. Результаты экспертизы сечений

Критический фактор $K_{\max}$ показывает загруженность элементов согласно прочностному расчету. Значения коэффициента $K_{\max}$ приближаются к 1 для большего количества фрагментов, как показано на диаграмме. Некоторые несущие элементы каркаса загружены не максимально (крайние элементы по оси А, в осях 1, 15), в первую очередь это вызвано конструктивными особенностями монтажа, и во вторую – типизацией конструкций.

Выводы

1) Проанализировав преимущества и недостатки конструктивных особенностей классических решений в капитальном строительстве, приведено решение общественного здания на основе быстровозводимого металлического каркаса из сборно-панельных конструкций.

2) Проведенный прочностной расчет несущего каркаса подтверждает его полное соответствие предъявляемым требованиям [2, 3].

3) Предложенный вариант несущего каркаса решает основные проблемы возведения зданий на Крайнем Севере: сложности монтажа и доставки, использование ограниченного строительного сезона, за счет заводской подготовки конструкций и узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Металлические конструкции: учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Промышленное и гражданское строительство» направления подготовки «Строительство» / Ю. И. Кудишин [и др.]; под ред. Ю. И. Кудишина. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.:Academia, 2006. – 680 с.
- 2) СП 16.13330.2017.Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81 (с поправками, с изменениями №1-6) (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 года №126/пр). – 151 с.
- 3) СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (утв. Приказом Минстроя России от 3 декабря 2016 г. №891/пр). – 127 с.
- 4) СП 131.13330.2025. СНиП 23-01-99* Строительная климатология (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 8 августа 2025 года №470/пр). – 238 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОВЫШЕННЫМ ПЫЛЕВЫДЕЛЕНИЕМ

А.А. Чекалова, А.Л. Балушкин

Научный руководитель – **А.Л. Балушкин**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются особенности проектирования зданий промышленных предприятий с высоким уровнем пылевыведения. Проанализировано влияние производственной пыли на формирование нагрузок, в том числе дополнительных, на покрытия зданий и несущие конструкции. Приведена оценка доли пылевой нагрузки в общей нормативной нагрузке на примере предприятия химической промышленности. Выявлены эффективные конструктивные и технические решения для таких зданий.

Ключевые слова: пылевыведение, дополнительная нагрузка, производственная пыль, снеготылевые отложения, система пылеудаления, конструктивные решения

FEATURES OF DESIGNING BUILDINGS FOR ENTERPRISES WITH INCREASED DUST EMISSIONS

A.A. Chekalova, A.L. Balushkin

Scientific Supervisor – **A.L. Balushkin**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper considers the design features of industrial buildings at enterprises with high levels of dust emissions. The influence of industrial dust on the formation of loads, including additional loads, on building roofs and load-bearing structures is analyzed. The share of dust load in the total standard load is estimated using the example of a chemical industry enterprise. Effective structural and technical solutions for such buildings are identified.

Keywords: dust emissions, additional load, industrial dust, snow-dust deposits, dust removal system, constructive solutions

В условиях глобальной индустриализации и ужесточения экологических стандартов, проблема защиты воздушного бассейна становится ключевой для устойчивого развития экономики страны. Промышленные предприятия являются практически основным источником выбросов оксидов азота, серы, летучих органических соединений и мелкодисперсных взвешенных частиц. В России с 2019 года реализуется проект поэтапного снижения выбросов опасных загрязняющих веществ – Федеральный проект «Чистый воздух», входящий в национальный проект «Экологическое благополучие». Целевой показатель – двукратное снижение выбросов к 2036 году [1-3].

К числу промышленных производств и предприятий с высоким пылевыведением следует отнести:

- Цементные заводы (цемент и сухие смеси)

Акционерное общество «Себряковцемент» – предприятие цементной промышленности, где пылеобразование связано с дроблением, сушкой и помолом сырья, а также транспортировкой сыпучих материалов; суммарные выбросы пыли составляют порядка 8–12 тыс. т/год.

- Металлургические предприятия

Публичное акционерное общество «Северсталь» (Череповецкий металлургический комбинат) – крупный металлургический комплекс, источниками пыли на котором являются агломерационные фабрики, доменные и сталеплавильные цеха; выбросы твердых частиц достигают ориентировочно 20–30 тыс. т/год.

- Производство минеральных удобрений

Публичное акционерное общество «Акрон» (Аммофос) – предприятие химической промышленности по производству азотных и комплексных минеральных удобрений, где пылеобразование связано с грануляцией, сушкой и транспортировкой сыпучих материалов; суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют порядка 14–15 тыс. т/год.

- Горнодобывающие предприятия

Курская магнитная аномалия – крупнейший железорудный горнодобывающий район России, где интенсивное пылеобразование связано с буровзрывными работами, добычей и дроблением руды, а также ее транспортировкой и переработкой на горно-обогачительных комбинатах; выбросы твердых частиц на отдельных предприятиях региона могут достигать 15–30 тыс. т/год.

- Топливо-энергетические центры и котельные (зола, шлак, угольная пыль)

Филиал «Костромская ГРЭС» АО «Интер РАО – Электрогенерация» – объект топливно-энергетического комплекса, для которого характерны выбросы золы и мелкодисперсных частиц при сжигании топлива; уровень выбросов оценивается в 5–10 тыс. т/год.

- Химические и нефтехимические заводы

Акционерное общество «Славнефть-ЯНОС» (Ярославский нефтеперерабатывающий завод) – предприятие химической и нефтехимической промышленности, где загрязнения формируются в процессе переработки углеводородного сырья; выбросы твердых частиц составляют порядка 1–3 тыс. т/год (сера, технический углерод) (рис. 1).

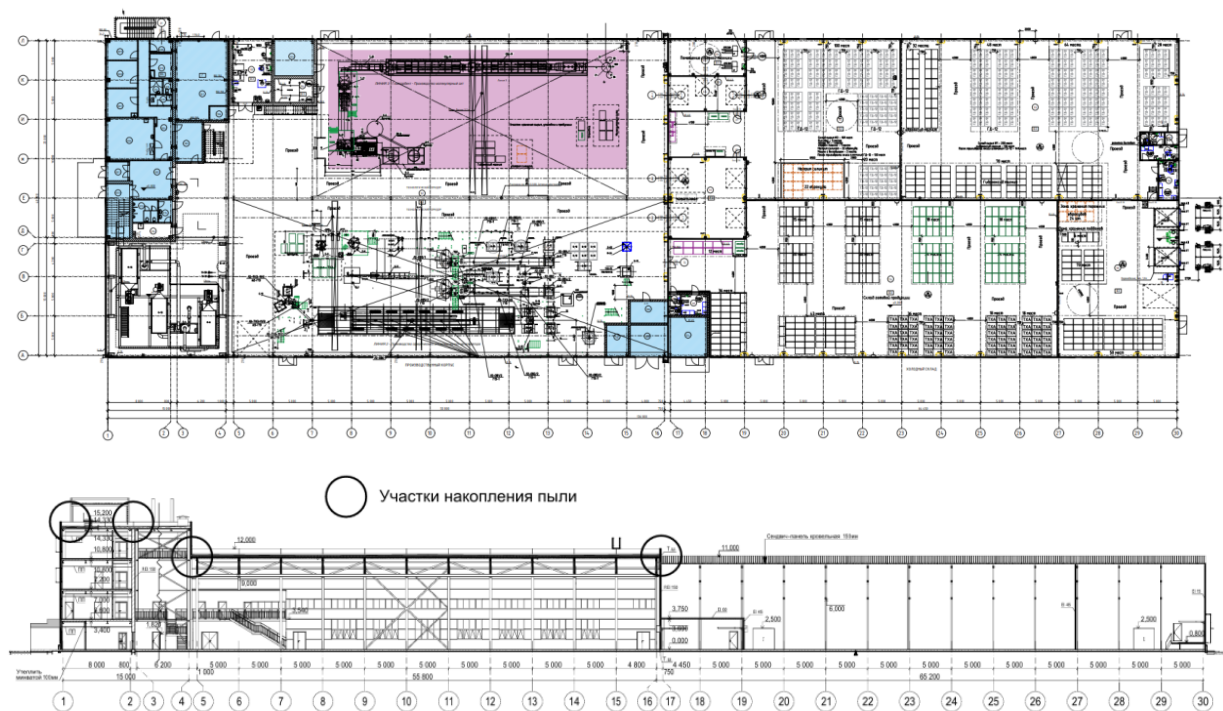


Рис. 1. Завод по производству химических веществ (отечественных алюмооксидных катализаторов и адсорбентов) с большим пылевыведением

- Пищевые предприятия

Акционерное общество Ярославский мукомольный завод № 1 (бывший) – предприятие пищевой промышленности Ярославской области, на котором при переработке зерна образуется органическая зерновая пыль; выбросы твердых частиц находятся на уровне 0,4–1,2 тыс. т/год.

Дополнительную нагрузку от пылевыведений на покрытия зданий для таких предприятий указать сложно. В частности, для завода по производству химических веществ (отечественных алюмооксидных катализаторов и адсорбентов), как для объекта химической промышленности характерны пылевыведения на уровне 1–3 тыс. т/год.

В таком случае дополнительная нагрузка на покрытие будет составлять 0,180-0,540 т/м², при этом среднее значение – 0,360 т/м².

Общая нагрузка на покрытие будет включать в себя:

- постоянную нагрузку – 0,704 кН/м²;
- снеговую нагрузку (Ярославская область) – 1,8 кН/м²;
- дополнительную нагрузку от пыли – 1,30 кН/м² (с учетом данных предприятия).

Итого – 3,804 кН/м². При этом нагрузка от пыли составляет 34% от общей.

Проектирование зданий для подобных предприятий требует учета комплекса факторов, которые напрямую влияют на формирование и распространение загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Одним из ключевых условий является учет пылевых отложений на строительных конструкциях, в частности на покрытии здания. В процессе эксплуатации значительные объемы пыли оседают на кровле, балках, фермах и других горизонтальных элементах, что приводит к увеличению суммарной нагрузки. При этом распределение пыли может быть неравномерным, особенно в зонах интенсивного технологического процесса, а также в местах расположения потоков воздуха, выходящего из производственных помещений, что приводит к образованию пылевых мешков. При климатических осадках (дождь, снег) увлажнение пыли приводит к дополнительному увеличению ее веса. В зимнее время на кровлях накапливается снегопылевой покров, состоящий из нескольких слоев: снега с пылью, пылеледяной корки и сухой пыли, что препятствует естественному таянию снега и льда [4, 5] (рис. 2).

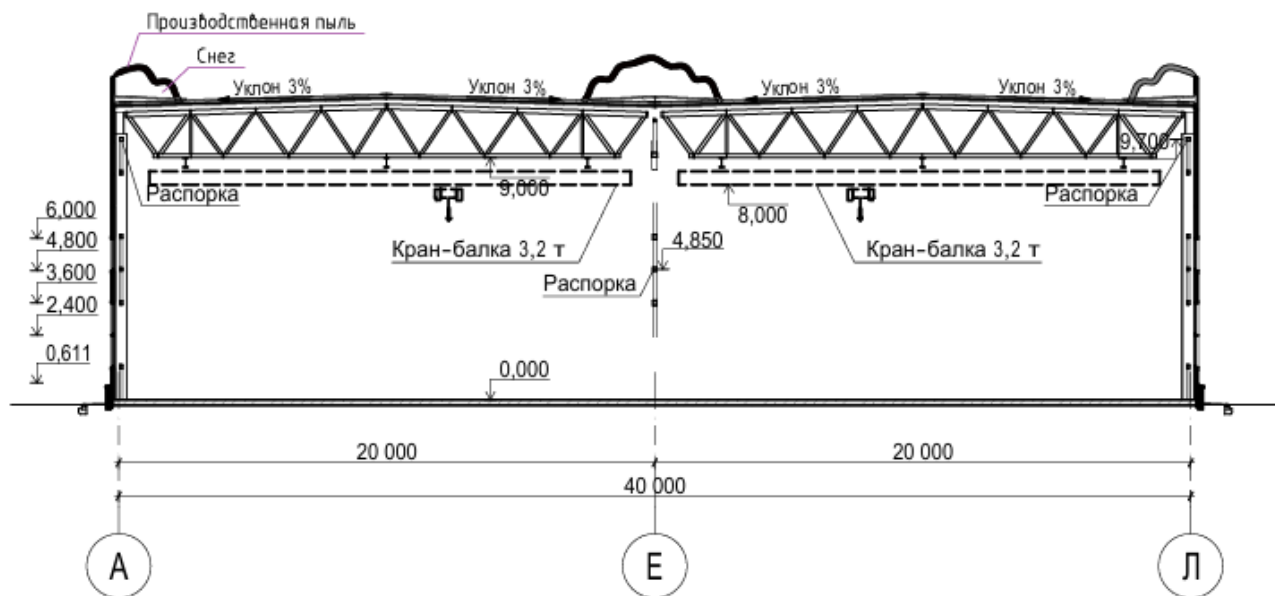


Рис. 2. Схема снегопылевых отложений

В расчетах несущих конструкций рекомендуется учитывать дополнительные коэффициенты надежности (1,2 – для производственной пыли). Кроме того, требуется предусматривать конструктивные решения, способствующие снижению накопления пыли – увеличение уклонов кровли, применение гладких и малошероховатых поверхностей, применение вибрационных устройств, регулярной механической уборки и организации систем очистки.

В условиях общего тренда увеличения всех видов нагрузок особое значение приобретает снижение собственного веса здания. Облегчение конструктивных решений

достигается за счет применения современных ограждающих материалов, таких как сэндвич-панели, легкие кровельные системы, тонкостенные элементы и рационализации конструктивной схемы. При этом важно обеспечить достаточную прочность и долговечность конструкций в условиях возможной агрессивности пылевой среды.

Рациональным решением при таких условиях эксплуатации является применение металлического каркаса. Металлические конструкции (МК) обладают высокой несущей способностью при сравнительно малом весе, что позволяет перекрывать значительные пролеты, размещать внутри здания технологическое оборудование и системы очистки воздуха, также МК обеспечивают гибкость планировочных решений и удобство модернизации объекта. Нагрузка на кровлю увеличивается за счет оседающей пыли, и применение железобетонных конструкций в данном случае неэффективно, поскольку может привести к избыточному увеличению общей массы здания. Также необходимо выбрать оптимальные типы профилей металлопроката, которые не способствуют к оседанию пыли. Угловые профили, элементы двутаврового сечения, швеллеры являются неэффективным решением. Наиболее эффективными типами сечений являются элементы гнутого металлопроката прямоугольного и квадратного сечения, со скругленными углами и минимальным количеством консольных выступающих участков.

Важнейшим элементом проектирования является интеграция систем очистки воздуха в объемно-планировочную структуру здания. Эффективная защита воздушного бассейна достигается за счет применения многоступенчатых систем газоочистки, включающих циклоны, рукавные фильтры, электрофильтры и скрубберы. При этом необходимо обеспечить герметизацию технологических процессов, организацию локальных отсосов пыли и создание направленных потоков воздуха, исключаящих его неконтролируемое распространение. Компонировка оборудования должна учитываться при проектировании элементов покрытия.

Таким образом, здания предприятий с большим пылевыделением необходимо проектировать, учитывая: системы пылеудаления, системы технической эксплуатации покрытий, применение специфических конструктивных решений (простая кровля без перепадов высот, эффективные профили, минимум горизонтальных площадок, материалы с гладкими поверхностями)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 13.06.2023 N 255-ФЗ № 255-ФЗ – URL: Федеральный закон "О внесении изменений в Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 13.06.2023 N 255-ФЗ (последняя редакция) \ КонсультантПлюс (дата обращения: 19.03.2026).
- 2) Национальный проект «Экологическое благополучие» от 1 января 2025 г. – URL: <http://government.ru/rugovclassifier/919/about/> (дата обращения: 15.03.2026).
- 3) Федеральный проект «Чистый воздух» от 2019 года. – URL: <https://mnr-air.ru/> (дата обращения: 15.03.2026).
- 4) Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А. Пашинский [и др.]; под общ. ред. д.т.н. Перельмутера А.В. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – 476 с. (дата обращения: 15.03.2026).
- 5) Андриадис, В.Ю. Современные методы очистки воздушного бассейна нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий / В.Ю. Андриадис, В.М. Кузнецова // Молодой ученый. – 2018. – № 4 (190). – С. 10-14. – URL: <https://moluch.ru/archive/190/48055>. (дата обращения: 15.03.2026).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЛОГИИ АРМИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ В УСЛОВИЯХ РОСТА ОСЕВЫХ НАГРУЗОК И ДЕФИЦИТА НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

А.А. Шестаков

Научный руководитель – **К.А. Куликова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Анализируется влияние роста осевых нагрузок (вследствие увеличения грузооборота и массы легкового автотранспорта) на преждевременный износ дорожных покрытий. Выявлены технологические недостатки существующей методики армирования геосинтетическими материалами: низкая механизация, перерасход материала, ограничения на манёвры техники и отсутствие актуальной нормативной базы. Определены направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: армирование, технология армирования, геосинтетические материалы, дорожное строительство

CONTEMPORARY PROBLEMS OF ROAD SURFACE REINFORCEMENT TECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF INCREASING AXLE LOADS AND A SHORTAGE OF REGULATORY FRAMEWORKS

A.A. Shestakov

Scientific Supervisor – **K.A. Kulikova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The impact of increased axle loads (due to increased freight turnover and passenger vehicle weight) on premature wear of road surfaces is analyzed. Technological shortcomings of the existing geosynthetic reinforcement method are identified: low mechanization, excessive material consumption, restrictions on vehicle maneuverability, and the lack of an up-to-date regulatory framework. Directions for further research are identified.

Keywords: reinforcement, reinforcement technology, geosynthetics, road construction

С каждым годом интенсивность влияния транспортных средств на автомобильные дороги в целом и их отдельные конструктивные элементы возрастает вследствие увеличения осевых нагрузок. Данная тенденция подтверждается официальными статистическими данными Федеральной службы государственной статистики (Росстат) [1]. На рис. 1 представлена динамика грузооборота в Российской Федерации за период с 2000 по 2024 год (тыс. тонно-км).

Ежегодно растущий грузооборот неуклонно влечёт за собой преждевременный износ дорожного покрытия, ускорение процесса разрушения дорожных одежд, и как следствие, сокращение межремонтных сроков автомобильных дорог.

Также, согласно статистическим данным аналитического агентства «Автостат» [2], в 2010 году структура парка легковых автомобилей в России характеризовалась доминированием модели Lada Priora, снаряжённая масса которой составляет приблизительно 1100 кг. К 2024 году наблюдается значительное смещение потребительских предпочтений в сторону автомобилей категории SUV-C (компактные кроссоверы). Типичным представителем данного сегмента выступает NavalJolion, снаряжённая масса которого достигает 1500 кг. Как следует из приведённого сравнения, масса автомобиля увеличилась на 400 кг.



Рис. 1. Статистика грузооборота в РФ в период с 2000 по 2024

Увеличение массы автопарка влечёт за собой существенное возрастание нагрузок на дорожное покрытие. Поскольку воздействие на конструкцию дорожной одежды пропорционально осевой нагрузке, рост массы на 40% приводит к диспропорционально высокому (в степенной зависимости) увеличению эквивалентной нагрузки на асфальтобетонное покрытие. В свою очередь, это также неизбежно ужесточает требования к прочностным характеристикам дорожных одежд.

Одним из эффективных способов увеличения несущей способности дорожной одежды является армирование геосинтетическими материалами. Однако в настоящее время нормативные документы регламентируют только свойства самих армирующих георешеток (ГОСТы на изделия), но не их функциональную работу в составе дорожной конструкции, что оставляет вопрос их применения без должного методического обеспечения.

До мая 2022 мероприятия по усилению асфальтобетонных слоёв дорожных покрытий регламентировались ОДМ 218.5.001–2009, действие которого в настоящее время отменено. Критическим недостатком документа выступает его ссыльный аппарат: ОДМ базируется на нормативах, утративших юридическую силу, либо отменённых на территории Российской Федерации, в частности СНиП 2.05.02-85 и ГОСТ Р 52398-2005. Таким образом, возникает объективная необходимость в ревизии и последующей гармонизации технологии устройства армирующих слоёв автомобильных дорог с актуальной системой стандартизации РФ.

Поскольку замещающий нормативно-технический документ не разработан, анализируемая технология выполнения работ базируется на положениях указанного отменённого документа.

На этапе, предшествующем армированию, осуществляется комплекс мероприятий по подготовке несущего основания, включающий удаление техногенных загрязнений и пыли, а также ликвидацию локальных дефектов рельефа (выбоин, просадок, шелушения) для обеспечения равномерности контакта с геосинтетическим материалом. Первичная обработка основания реализуется с применением специализированной дорожной техники: поливомоечных или подметально-уборочных машин. Непосредственно после очистки производится розлив органического вяжущего (подгрунтовка) с использованием автогудронатора. Расход вяжущего материала варьируется в зависимости от типа армирующего материала и структурно-механических характеристик основания, при этом установлено, что минимально допустимый уровень розлива составляет 0,7 л/м². Далее осуществляется раскатка рулонного материала специализированным звеном рабочих (3–4 человека). При монтаже смежных полотен регламентируется устройство нахлестов: в продольном направлении (вдоль оси дороги) – 10-15 см, в поперечном направлении – 15-20 см. На всем протяжении

технологического цикла армирования вводится запрет на маневрирование дорожно-строительной техники по поверхности георешётки. В частности, не допускаются развороты автосамосвалов и иные виды маневров, способные вызвать сдвиговые или волнообразные деформации материала. Исключение составляет лишь режим строго лимитированного, равномерного (без рывков) движения автосамосвалов к зоне выгрузки асфальтобетонной смеси, локализованной у приемного бункера асфальтоукладчика.

В рамках данной технологии можно выделить ряд крупных недостатков:

1. Использование ручного труда – процесс раскатки рулонов выполняется звеном из 3–4 человек, что снижает степень механизации работ и повышает зависимость от человеческого фактора (равномерность натяжения, точность соблюдения нахлестов).
2. Перерасход материала из-за обязательных нахлестов (2,1-2,9 %) (расчет производился для автомобильной дороги протяженностью 1 км шириной проезжей части 7,5 м (две полосы движения по 3,75 м), ширина рулона принята 5,2 м на основании данных производителей, длина намотки – 100 м).
3. Существенные ограничения по движения техники.
4. Высокий риск повреждения георешётки – любое отклонение от предписанного режима движения (например, экстренное торможение или изменение траектории) способно вызвать сдвиговые или волнообразные деформации материала, а также ее механический повреждения (рис. 2).

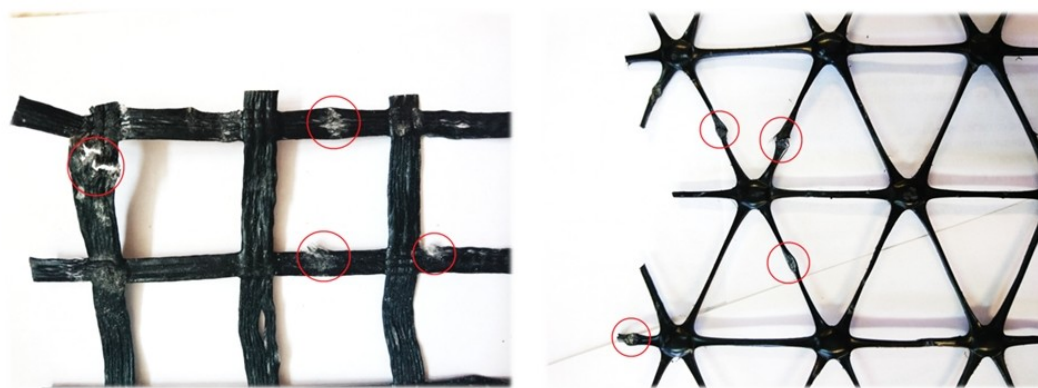


Рис. 2. Повреждения георешёток в процессе уплотнения [3]

Анализ действующей технологии устройства армирующих слоёв автомобильных дорог с применением геосинтетических материалов выявил её системные недостатки, включая низкий уровень механизации, потери материала, а также жёсткие ограничения на манёвры дорожно-строительной техники, повышающие риски деформации и повреждения георешётки.

Отсутствие актуальной нормативно-технической базы, замещающей отменённый ОДМ 218.5.001–2009, делает невозможным методически обоснованное проектирование и контроль качества армирования в условиях современных нагрузок. В связи с этим, дальнейший вектор исследований направлен на актуализацию технологии устройства армирующих слоев автомобильных дорог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Транспорт // Федеральная служба государственной статистики (Росстат): офиц. сайт. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport> (дата обращения: 05.04.2026).
- 2) Инфографика // Аналитическое агентство «АВТОСТАТ»: офиц. сайт. – URL: <https://m.autostat.ru/infographics/> (дата обращения: 05.04.2026).
- 3) Куликова, К.А. Оценка повреждаемости плоских и пространственных георешеток при армировании материалов конструктивных слоев дорожной одежды/ К.А. Куликова, А.А. Игнатьев // Дороги и мосты. – 2023. – № 1 (49). – С. 33-53.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГОРОДОВ

В.А.Шилов

Научный руководитель – **О.В. Ладыгина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

На примере г. Углич Ярославской области рассмотрена методика мониторинга геоэкологического состояния городской среды по открытым спутниковым данным Sentinel-2 и Landsat 8,9 за июль 2025 г. С использованием Google Earth Engine рассчитаны и визуализированы нормализованный вегетационный индекс NDVI, водный индекс NDWI и температура подстилающей поверхности LST. Средние значения по городу составили: $NDVI = 0,654 \pm 0,285$; $NDWI = -0,559 \pm 0,283$; $LST = 22,99 \pm 1,12$ °C. Пространственный анализ выявил зоны пониженного NDVI и повышенной LST в центральной части города и вдоль линейной инфраструктуры. Вблизи русла Волги и устьев ручьёв NDWI принимает положительные значения. Методы дистанционного зондирования позволяют оперативно выделять участки с признаками нагрева поверхности и дефицита растительности для последующего детального обследования.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, NDVI, NDWI, LST, городская среда, геоэкологический мониторинг

STUDY OF REMOTE SENSING CAPABILITIES FOR GEOECOLOGICAL MONITORING OF CITIES

V.A. Shilov

Scientific Supervisor – **O.V. Ladygina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Using the town of Uglich, Yaroslavl Oblast, as a case study, the methodology for monitoring the geoecological state of the urban environment based on open satellite data from Sentinel-2 and Landsat 8, 9 for July 2025 is examined. Using Google Earth Engine, the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Water Index (NDWI), and Land Surface Temperature (LST) were calculated and visualized. The average values for the town were: $NDVI = 0.654 \pm 0.285$; $NDWI = -0.559 \pm 0.283$; $LST = 22.99 \pm 1.12$ °C. Spatial analysis revealed zones of reduced NDVI and elevated LST in the central part of the town and along linear infrastructure. Near the Volga River channel and the mouths of streams, NDWI assumes positive values. Remote sensing methods enable the rapid identification of areas showing signs of surface heating and vegetation deficit for subsequent detailed examination.

Keywords: remote sensing, geoecological monitoring, NDVI, NDWI, LST, urban environment, geoecological monitoring

Введение

Городская среда характеризуется поверхностями с различными отражательными и теплофизическими свойствами. Водонепроницаемые покрытия (асфальт, бетон, кровли) аккумулируют солнечную энергию и формируют локальные тепловые аномалии, тогда как озеленённые и водные территории способствуют охлаждению нижних слоев атмосферы [1, 2]. Выполнить геоэкологический мониторинг городской среды оперативно позволяют методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [3-5].

Методика

Исследование выполнено с помощью Google Earth Engine (GEE). Границы территории заданы полигоном, соответствующим административной границе г. Углич (площадь 28,48 км²).

Использован медианный композит Sentinel-2 (уровень обработки Level-2A) за период 1–31 июля 2025 г., сформированный из сцен с облачностью менее 60 %. Спектральные индексы основаны на различиях в отражательной способности природных объектов в разных

диапазонах электромагнитного спектра и вычислялись по стандартным соотношениям каналов мультиспектральной съёмки. NDVI рассчитан по формуле $(B8 - B4) / (B8 + B4)$, NDWI – по методике МакФитерса, как $(B3 - B8) / (B3 + B8)$ [3]. Расчёт LST производился по тепловому каналу B10 коллекций Landsat 8 и 9 (Collection 2 Level-2) за тот же период. Для каждой сцены применялась пиксельная маска облаков и теней по слою QA_PIXEL. Медианный композит по тепловому каналу пересчитан в градусы Цельсия с учётом излучательной способности, вычисляемой через NDVI.

Результаты и обсуждение

На мозаике снимка Sentinel-2 в естественных цветах (рис. 1) дешифрируются основные элементы городского ландшафта: водные поверхности реки Волги в южной части, застройка исторического центра города, промышленные зоны на северо-востоке, лесопарковые массивы на окраине.

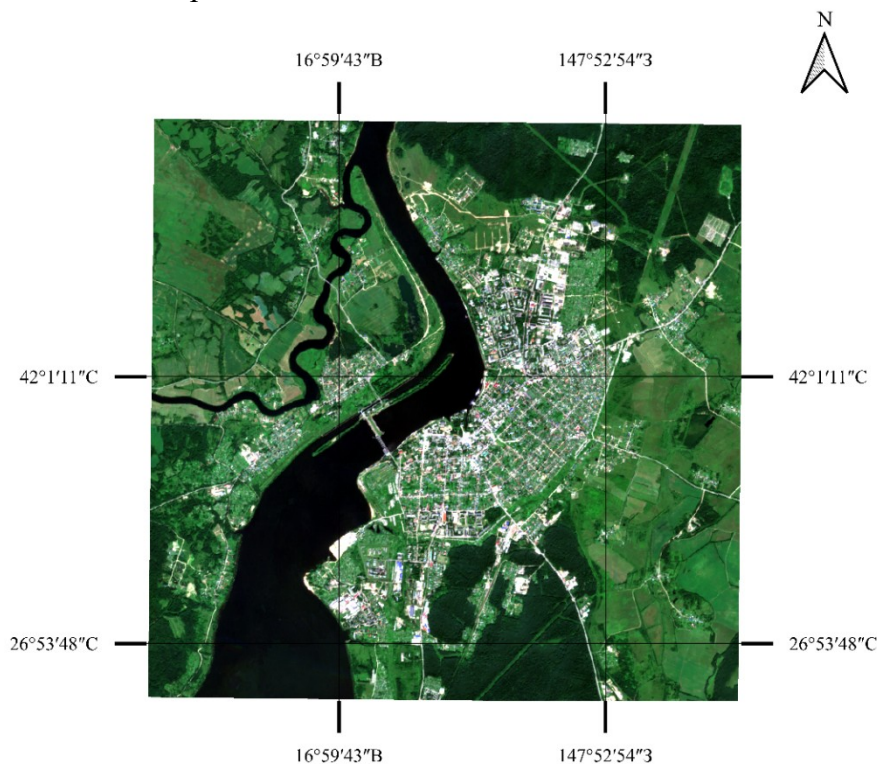


Рис. 1. Мозаика Sentinel-2 (каналы B4, B3, B2), г. Углич, июль 2025 г.

Геоэкологический мониторинг городской среды по ДЗЗ выполнялся по 25 точкам. На всех участках были рассчитаны средние значения спектральных индексов NDVI, NDWI, LST.

Среднее значение NDVI по городу составило 0,654 при стандартном отклонении 0,285. Высокие значения (0,6–0,9) характерны для лесных массивов, парков и частного сектора с обилием зелёных насаждений. Пониженные NDVI (0,1–0,3) наблюдаются в центральной части города, вдоль основных автодорог и на территориях промышленных предприятий, где доля водонепроницаемых покрытий максимальна.

Среднее значение NDWI $-0,559 \pm 0,283$. Отрицательные величины преобладают на большей части суши, что характерно для летнего периода с дефицитом осадков. Положительные значения (до 0,12) зафиксированы в пределах водной поверхности реки Волги, а также в устьях ручьёв Каменный и Селивановский. Пространственное распределение NDWI позволяет в ходе мониторинга распознать контуры водных объектов и оценить их современное состояние.

Средняя температура земной поверхности составила 22,99 °C при стандартном отклонении 1,12 °C. Диапазон значений - от 22,2 до 26,9 °C (рис. 2).

Максимальные значения LST (24,2–26,9 °C) приурочены к интервалу 38,27–38,32° в.д. Для данных участков характерны пониженные значения нормализованного вегетационного индекса NDVI (от $-0,09$ до $0,09$) и высокая доля непроницаемых покрытий.

Минимальные температуры поверхности (22,1–23,1 °С) зафиксированы в западной (38,26–38,27° в.д.) и восточной (38,31–38,32° в.д.) периферийных зонах, занятых лесопарковыми массивами и водными объектами.

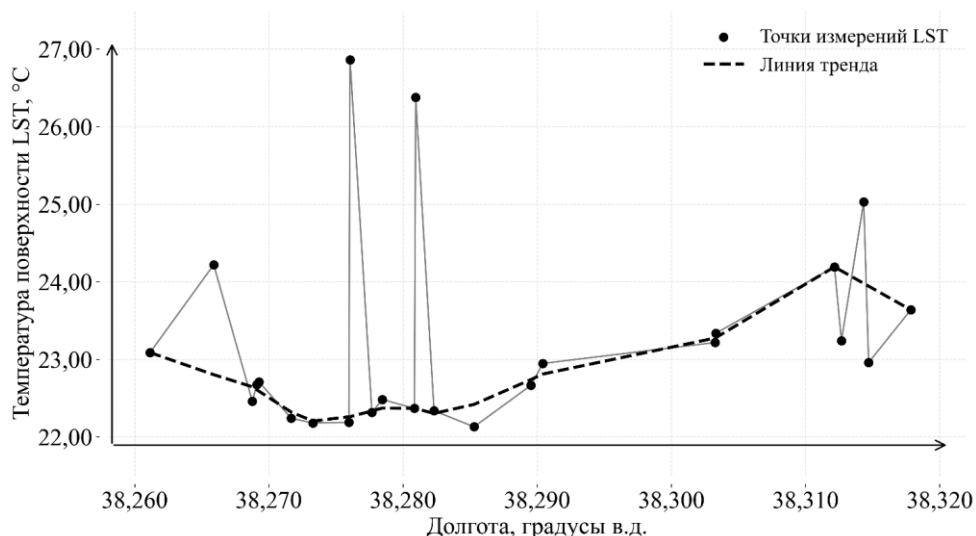


Рис. 2. Пространственный профиль температуры поверхности (LST) по долготе для территории г. Углич (июль 2025 г.)

Таким образом, вдоль профиля запад–восток установлен классический эффект городского «острова тепла» с амплитудой до 4,7 °С. При этом градиент температуры наиболее резко выражен при переходе от пригородных ландшафтов к плотной городской застройке. Высокое среднее значение NDVI (0,654) отличает Углич от крупных городов, где летний NDVI редко превышает 0,4–0,5. Это объясняется долей частного сектора и обширными лесопарковыми зонами в административных границах. Умеренные температуры поверхности (средняя около 23 °С) также свидетельствуют о благоприятной геоэкологической обстановке в летний период.

Заключение

1. По данным спутниковых систем Sentinel-2 и Landsat 8,9 получены количественные оценки состояния территории г. Углич за июль 2025 г.: средний NDVI = 0,654, средний NDWI = –0,559, средняя LST = 22,99 °С.
2. В ходе геоэкологического мониторинга выявлены зоны пониженного озеленения и повышенной температуры в центральной части города и вдоль транспортной инфраструктуры.
3. Методы дистанционного зондирования могут быть использованы для оперативного геоэкологического мониторинга городов и при инженерно-экологических изысканиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Черепанов, К.А. Влияние экологических свойств городских территорий на формирование городской среды // Технические науки в России и за рубежом: материалы IV Междунар. науч. конф. – М., 2015. – С. 99–105.
- 2) Копосова Н.Н. Особенности развития устойчивой городской окружающей среды / Н.Н. Копосова, А.В. Волкова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 12. – С. 98–103. – DOI: 10.17513/use.37544.
- 3) McFeeters, S.K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features // International Journal of Remote Sensing. – 1996. – Vol. 17, No. 7. – P. 1425–1432.
- 4) Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS / J.W. Rouse, R.H. Haas, J.A. Schell, D.W. Deering // Third ERTS Symposium. NASA SP-351. – Washington, 1974. – P. 309–317.
- 5) Шилов, В.А. Геоэкологическая устойчивость прибрежных экосистем в условиях трансформации малых городов / В.А. Шилов, О.В. Ладыгина // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2025. – Т. 33. № 3. – С. 352–365. – DOI: 10.22363/2313-2310-2025-33-3-352-365.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ПРЕОБРАЗОВАНИИ
ИЗ СФЕРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ В ДЕКАРТОВУ.
ИЗМЕНЕНИЕ НОРМАЛЬНОГО ЗАКОНА**

И.Н. Асламов, М.А. Смирных

Научный руководитель – **А.И. Холодкова**, преподаватель

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В работе исследуется фундаментальная проблема оценки погрешностей, возникающих при нелинейном преобразовании координат из сферической системы в Декартову. Установлено, что даже для нормально распределённых погрешностей в сферической системе, результирующее распределение в декартовых координатах является пространственно-неоднородным и нестационарным. Теоретически и численно подтверждено возникновение анизотропии и сингулярностей в особых точках.

Ключевые слова: сферическая и декартова системы координат, оценка погрешностей, изменение нормального закона, анизотропия, сингулярность

**ERROR CALCULATION IN TRANSFORMATION
FROM A SPHERICAL TO A CARTESIAN COORDINATE SYSTEM.
CHANGE IN GAUSSIAN LAW**

I.N. Aslamov, M.A. Smirnykh

Scientific Supervisor – **A.I. Kholodkova**, professor of Mathematics

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

This paper examines the fundamental problem of estimating errors arising from nonlinear coordinate transformations from a spherical to a Cartesian system. It is established that even for normally distributed errors in a spherical system, the resulting distribution in Cartesian coordinates is spatially inhomogeneous and nonstationary. The occurrence of anisotropy and singularities at specific points (poles, origin) is theoretically and numerically confirmed.

Keywords: spherical and Cartesian coordinate systems, error calculation estimation, normal law modification, anisotropy, singularities

Преобразование координат из сферической системы в декартову является фундаментальной задачей во многих областях современной науки и военной техники. Сферические координаты удобны для описания объектов на больших расстояниях (радиолокация, астрономия, навигация), тогда как декартова система более естественна для векторных вычислений, моделирования траекторий и обработки данных в прямоугольных системах.

В процессе преобразования неизбежно возникают погрешности, обусловленные неточностью измерений радиуса r , полярного угла θ и азимута φ , а также особенностями самих математических операций. Даже малые погрешности в исходных данных могут приводить к значительным отклонениям в декартовых координатах x , y , z , особенно на больших расстояниях.

Особое значение имеет вопрос изменения нормального закона распределения погрешностей. В сферической системе часто предполагается, что погрешности независимы и

распределены нормально. Однако нелинейный характер преобразования приводит к тому, что в декартовой системе распределение перестаёт быть нормальным, становится нестационарным и анизотропным. Это существенно усложняет оценку точности и требует специальных методов анализа.

Таким образом, целью данной работы было рассмотреть методы определения погрешностей при таком преобразовании, проанализировать влияние изменения закона распределения погрешностей и предложить практические способы их снижения.

Рассмотрим формулы прямого преобразования из сферической системы в декартову, которые имеют вид x :

$$x = r \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi, \quad (1)$$

$$y = r \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi, \quad (2)$$

$$z = r \cos \theta, \quad (3)$$

Обратное преобразование:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad \theta = \arccos\left(\frac{z}{r}\right), \quad \varphi = \arctan 2(y, x). \quad (4)$$

Для оценки погрешностей при малых ошибках используется линейное приближение через матрицу Якоби. Матрица Якоби преобразования J выглядит следующим образом:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial r} & \frac{\partial x}{\partial \theta} & \frac{\partial x}{\partial \phi} \\ \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \theta} & \frac{\partial y}{\partial \phi} \\ \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial \theta} & \frac{\partial z}{\partial \phi} \end{bmatrix}, \quad (5)$$

где частные производные имеют вид:

$$\frac{\partial x}{\partial r} = \sin \theta \cos \phi, \quad \frac{\partial x}{\partial \theta} = r \cos \theta \cos \phi, \quad \frac{\partial x}{\partial \phi} = -r \sin \theta \sin \phi, \quad (6)$$

$$\frac{\partial y}{\partial r} = \sin \theta \sin \phi, \quad \frac{\partial y}{\partial \theta} = r \cos \theta \sin \phi, \quad \frac{\partial y}{\partial \phi} = r \sin \theta \cos \phi, \quad (7)$$

$$\frac{\partial z}{\partial r} = \cos \theta, \quad \frac{\partial z}{\partial \theta} = -r \sin \theta, \quad \frac{\partial z}{\partial \phi} = 0, \quad (8)$$

Максимальная абсолютная погрешность в каждой координате оценивается как:

$$\Delta x_{\max} = \left| \frac{\partial x}{\partial r} \right| \Delta r + \left| \frac{\partial x}{\partial \theta} \right| \Delta \theta + \left| \frac{\partial x}{\partial \phi} \right| \Delta \phi, \quad (9)$$

$$\Delta y_{\max} = \left| \frac{\partial y}{\partial r} \right| \Delta r + \left| \frac{\partial y}{\partial \theta} \right| \Delta \theta + \left| \frac{\partial y}{\partial \phi} \right| \Delta \phi, \quad (10)$$

$$\Delta z_{\max} = \left| \frac{\partial z}{\partial r} \right| \Delta r + \left| \frac{\partial z}{\partial \theta} \right| \Delta \theta, \quad (11)$$

При статистическом подходе, когда погрешности Δr , $\Delta\theta$, $\Delta\varphi$ являются независимыми случайными величинами с дисперсиями σ^2_r , σ^2_θ , σ^2_φ , дисперсии декартовых координат приближённо равны:

$$\sigma_x^2 = \left(\frac{\partial x}{\partial r}\right)^2 \sigma_r^2 + \left(\frac{\partial x}{\partial \theta}\right)^2 \sigma_\theta^2 + \left(\frac{\partial x}{\partial \varphi}\right)^2 \sigma_\varphi^2, \quad (12)$$

$$\sigma_y^2 = \left(\frac{\partial y}{\partial r}\right)^2 \sigma_r^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \theta}\right)^2 \sigma_\theta^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \varphi}\right)^2 \sigma_\varphi^2 \quad (13)$$

$$\sigma_z^2 = \left(\frac{\partial z}{\partial r}\right)^2 \sigma_r^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial \theta}\right)^2 \sigma_\theta^2 \quad (14)$$

Для более точной оценки, особенно при больших погрешностях или сильной нелинейности, применяется метод Монте-Карло: генерируется большое количество реализаций с заданными распределениями погрешностей, выполняется преобразование и анализируется полученное распределение выходных координат.

Влияние погрешностей на точность вычислений приведено в следующих примерах:

Погрешности декартовых координат линейно растут с увеличением радиуса r . При фиксированных относительных погрешностях абсолютные погрешности Δx , Δy , Δz пропорциональны r . Поэтому чем дальше объект от начала координат, тем критичнее точность исходных измерений.

Существенное влияние оказывает положение точки в пространстве, а именно: вблизи полюсов ($\theta \approx 0, \pi$) погрешность по оси z минимальна, но погрешности по x и y сильно зависят от погрешности зенитного угла $\Delta\theta$. В экваториальной плоскости ($\theta \approx \pi/2$) наоборот – погрешность по z наиболее чувствительна к $\Delta\theta$, а погрешности по x и y в большей степени определяются Δr и $\Delta\varphi$.

Изменение характера распределения погрешностей также играет важную роль. Если в сферической системе погрешности независимы и нормальны, то после преобразования появляются корреляции между x , y , z , а распределение становится асимметричным и зависит от местоположения точки. Это приводит к тому, что стандартные критерии точности (например, 3σ) могут давать неверную оценку реальной вероятности выхода за допустимые пределы.

Изменение нормального закона существенно влияет на преобразования различного вида. При преобразовании плотность вероятности изменяется согласно формуле:

$$p(x, y, z) = \frac{p(r, \theta, \varphi)}{|J|}, \quad (15)$$

где $|J| = r^2 \cdot \sin\theta$ – якобиан преобразования.

В результате исследования были выявлены несколько важных эффектов:

1. Нестационарность – плотность распределения зависит от радиуса r : при $r \rightarrow 0$ плотность стремится к бесконечности, при больших r – «расплывается».

2. Анизотропия – эллипсоид рассеивания сильно вытягивается или сжимается в зависимости от углов θ и φ ;

3. Ненормальность – распределение перестаёт быть многомерно нормальным из-за нелинейного множителя $1/(r^2 \cdot \sin\theta)$.

При этом вблизи полюсов распределение вырождается, в экваториальной плоскости искажения минимальны, а при больших радиусах влияние центральной предельной теоремы частично восстанавливает близость к нормальному виду, но анизотропия сохраняется. Необходимо учесть, что геометрически область неопределённости в декартовом пространстве представляет собой криволинейный «параллелепипед», ограниченный двумя сферами, двумя конусами и двумя плоскостями. При малых погрешностях его можно приближённо считать прямоугольным параллелепипедом, а при больших – требуется численное моделирование.

В целях снижения погрешностей на практике рекомендуется комплексный подход:

- Повышение точности измерений – особенно критично измерять тот параметр, который в данном положении даёт наибольший вклад в суммарную погрешность (r – на больших расстояниях, θ – в экваториальной зоне, φ – у полюсов).
- Статистическая обработка – метод наименьших квадратов, фильтрация Калмана, робастные методы.
- Использование нелинейных оценок – вместо линейного приближения Якоби применять метод Монте-Карло или фильтр Калмана.
- Калибровка и коррекция – регулярная калибровка аппаратуры с учётом атмосферных и геофизических факторов.
- Выбор оптимальной системы координат – в некоторых задачах целесообразно выполнять часть вычислений в сферической системе и переходить в декартову только на финальном этапе.

Преобразование из сферической системы координат в декартову сопровождается возникновением погрешностей, величина и характер которых существенно зависят от расстояния до объекта и его углового положения (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика распределений погрешностей

	Сферические координаты	Декартовы координаты
Стационарность	Да	Нет
Изотропность	Да (при $\sigma_r = \sigma_\theta = \sigma_\varphi$)	Нет
Нормальность	Да	Нет
Независимость координат	Да	Нет

Особую сложность представляет изменение нормального закона распределения погрешностей: распределение в декартовой системе становится нестационарным, анизотропным и ненормальным. Поэтому для обеспечения требуемой точности необходимо использовать как аналитические методы (матрица Якоби), так и численные (Монте-Карло), а также применять дифференцированный подход к точности измерения разных параметров в зависимости от геометрии задачи. Таким образом, правильный учёт и минимизация погрешностей позволяют значительно повысить надёжность систем навигации, радиолокации и управления оружием, что особенно важно в условиях современного военного дела.

Практическая значимость исследования имеет перспективы использования в радиолокации и системах ПВО для сопровождения целей, расчёта траекторий и целеуказания, в астрономии и спутниковой навигации (ГЛОНАСС, GPS) для построения орбит и прогнозирования движения, в геодезии и картографии при создании цифровых моделей местности и привязке объектов, а также в военной баллистике при расчёте полёта ракет и снарядов, где учёт распределения погрешностей напрямую влияет на вероятность поражения цели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей: учебник для вузов. – 5-е изд. – М.: Высшая школа, 1998. – 576 с.
2. Венецкий, И.Г. Теория вероятностей и математическая статистика / И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Статистика, 1975. – 264 с.
3. Вентцель, Е.С. Теория случайных процессов и её инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овдаров. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 2000. – 383 с.
4. Гурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие для студентов вузов. – 9-е изд. – М.: Высшая школа, 2004. – 403 с.
5. Прусова, Н.А. Теория вероятности и математической статистика / Н.А. Прусова, С.А. Курочкина, А.А. Мурашов; Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова. – Ярославль, 2025. – 184 с.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ВЫНОСЛИВОСТИ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

А.Г. Панов¹, Д.А. Гуртовой², С.В. Балдин¹

Научный руководитель – А.Г. Панов, д-р техн. наук, доцент

¹ Ярославский государственный технический университет

² Консультант первого заместителя генерального директора – исполнительного директора
ПАО «КАМАЗ»

Работа посвящена проблеме повышения срока эксплуатации чугуновых деталей поршневых двигателей внутреннего сгорания и трансмиссий беспилотных авиационных систем с использованием метода изотермической закалки. Показано, что доступная информация по сопротивлению усталости изготовленных таким методом высокопрочных чугунов трудно поддаётся обобщению, так как представлена в научной и технической печати преимущественно в виде данных по пределам выносливости, полученных по различным методикам и в различных условиях нагружений. Представлены экспериментальные результаты исследования 46 образцов, выявленные особенности влияния времени изотермической выдержки закалённого при температуре 350 °С легированного чугуна с шаровидным графитом на циклическую долговечность при симметричном растяжении-сжатии.

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, детали двигателей, изотермически закалённый высокопрочный чугун, циклическая долговечность, предел выносливости, твёрдость

ON THE POSSIBILITY OF INCREASING THE ENDURANCE OF CAST IRON PARTS OF THE UNMANNED AERIAL SYSTEMS ENGINES

A.G. Panov¹, D.A. Gurtovoy², S.V. Baldin¹

Scientific Supervisor – A.G. Panov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

¹Yaroslavl State Technical University

²Consultant to the First Deputy General Director – Executive Director of PJSC KAMAZ

This paper examines the problem of increasing the service life of cast iron components for piston internal combustion engines and transmissions of the unmanned aerial vehicle using austempering. It is shown that available information on the fatigue resistance of austempered ductile irons is difficult to generalize, as it is presented in the scientific and technical literature primarily in the form of fatigue limit data obtained using various methods and under various loading conditions. The experimental results of a study of 46 samples are presented, revealing the influence of the isothermal holding time of alloyed ductile iron austempered at a temperature of 350 °C on the cyclic durability under symmetrical tension-compression.

Keywords: unmanned aerial systems, engine components, austempered ductile iron, cyclic durability, fatigue limit, hardness

Введение

Детали, изготавливаемые из различных видов чугуна, применяются в многочисленных отраслях промышленности, в том числе и детали для двигателей и трансмиссий беспилотных авиационных систем, что делает тему актуальной в настоящее время [1]. К примеру, многие детали двигателей внутреннего сгорания (далее ДВС), изготовленные из различных типов чугуна, применяются в критических условиях большого количества циклических механических и температурных нагрузок, требующих от материалов большой прочности и сопротивления усталости [2].

Одним из главных методов повышения прочности высокопрочного чугуна является изотермическая закалка, которая направлена на получение бейнитной структуры их матрицы [1]. Способ изотермической закалки складывается из двух операций:

– аустенитизация, проходящая при 850-920 °С, или до 950 °С, с выдержкой для насыщения аустенита углеродом;

– быстрое переохлаждение аустенита до температуры ниже его распада на феррито-цементитную смесь с дальнейшим превращением в изотермических условиях при температуре в диапазоне 280-550 °С.

Из проанализированных публикаций по изотермической закалке [3-5], видно, что, изменяя температурные и временные режимы на каждой из приведенных стадий, возможно эффективно регулировать конечной структурой металлической матрицы изотермически закалённого высокопрочного чугуна (ИЗВЧ) то есть получать требуемый уровень потребительских свойств деталей.

Однако, при значительном объеме опубликованных работ, рассматривающих изотермическую закалку чугуна, в отечественных источниках отсутствуют подробные сведения о циклической долговечности, в изданиях публикуются только общие данные по пределу выносливости, по большому счету взятые из зарубежных источников [1].

В зарубежных источниках попадает более подробная информация по сопротивлению изотермически закалённых высокопрочных чугунов усталости (циклическим нагрузкам), например, [6-9]. Тем не менее, данная информация не является достаточной для принятия конструкторских решений, имеет трудности в обработке из-за обобщённости её характера, а именно представленности в виде пределов выносливости, определённых по различным методикам и в различных условиях испытания. В качестве примера рассмотрим некоторые значения пределов выносливости, представленные в табл. 1, где видно, что в разных зарубежных источниках опубликованы противоречащие друг другу данные как по уровню свойств, так и по маркам изотермически закалённого чугуна.

Таблица 1. Известные зарубежные данные о ИЗВЧ

Марка ИЗВЧ	$\sigma_{в},$ МПа, $\geq$	Предел выносливости σ_{-1} (τ_{-1})		НВ	Источник
		МПа	метод		
ADI 800	800	410	при вращении/плоском изгибе	250-310	[8]
ADI 900	900	420		280-340	
ADI 1050	1050	440		320-380	
ADI 1200	1200	385		340-420	
800-10	800	272 / 312 / (240)	при растяжении сжатии / при вращении/плоском изгибе	250-310	СТБ ISO 17804/JS
900-8	900	288 / 333 / (252)		280-340	
1050-6	1050	304 / 357 / (262)		320-380	
1200-3	1200	312 / 372 / (264)		340-420	
1400-1/ HBW400	1400	308 / 378 / (252)		380-480	
HBW450	1600	304 / 377 / (246)		≥ 450	

Следовательно, существует большой интерес к увеличению объема имеющихся данных по циклической долговечности изотермически закалённого высокопрочного чугуна с шаровидным графитом, полученных при разных режимах изотермической закалки, особенно в области верхних значений пределов выносливости, определённых по ранее полученным и опубликованным данным.

Методы и методики исследования

В рамках нашей работы использовались литые заготовки из легированного высокопрочного чугуна. Их химический состав, механические свойства и микроструктура в литом состоянии приведены в табл. 2.

Таблица 2. Характеристика исследуемых образцов

Химический состав, мас%										Механические свойства			
C	S	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	Mg	Mo	σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ , %	HB
3,60	0,009	2,08	0,35	0,067	1,32	0,75	0,036	0,055	0,11	790	530	5,6	269
Микроструктура: ШГф4,5; ШГр1,2; ШГд25,45; ШГ10; П85													

Изотермическую закалку исследуемых образцов выполняли по следующим режимам. Разогрев и выдержку при температуре 900 ± 20 °С проводили в печах сопротивления СНОЛ-1100 с закрытыми нагревателями в специально приготовленных ящиках из нержавеющей стали. Для предотвращения окисления образцов применялся берёзовый уголь. Время аустенитизации наших образцов после прогрева на всю толщину было применено 60 минут. Время на нагрев T_n рассчитывали по формуле $T_n = 1 \cdot H$, где H – характеристическая толщина образца в мм.

Закалку и изотермическую выдержку проводили в расплаве солей на 50% KNO_3 + 50% $NaNO_3$ в специально изготовленных ваннах из нержавеющей стали, помещённых в печи сопротивления СНОЛ-900.

Температуру закалки и изотермической выдержки 350 °С применили из-за стремления добиться уровня механических свойств марок 1050-6...1200-3 СТБ ISO 17804/JS на основе исследования имеющейся информации из опубликованных данных. Время изотермической выдержки меняли в следующем порядке 1ч → 3ч → 6ч.

Для определения правильности проведения изотермической закалки перед испытания заготовок на каждом режиме измеряли их твёрдость по методу Бринелля с нагрузкой 1000 кг и шариком диаметром 5 мм.

В нашей работе были применены образцы по типу I ГОСТ25.502-79 с единственным отличием, а именно, в части шероховатости поверхности не более Ra6,3, что несколько ниже требований, указанных в стандарте (Ra1,6), но отвечает требованиям к шероховатости поверхности промышленных деталей автомобилей (типа валов зубчатых передач трансмиссий).

Работы по определению циклической долговечности были выполнены с нагружением при резонансной частоте, близкой к 100 Гц, на испытательной машине Vibrophore 250, начиная от наибольшей амплитуды нагружения 400 МПа, далее понижая с шагом 10-20 МПа исходя из получаемых в ходе испытаний результатов.

Результаты исследования

Для испытаний циклической долговечности применили 46 образцов.

Определили их твёрдость после изотермической закалки. Полученные данные измерений занесены в табл. 3.

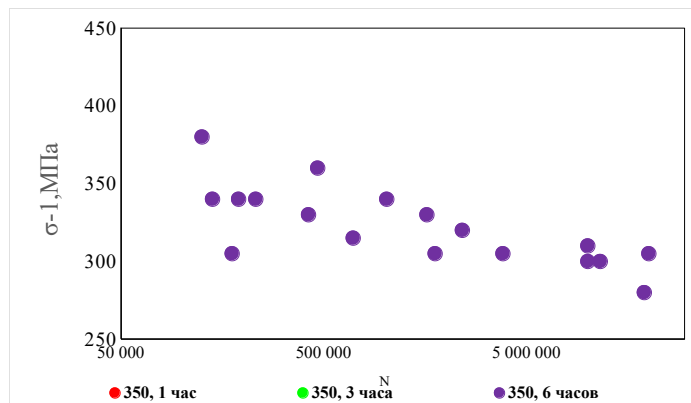
Таблица 3. Твёрдость исследуемых образцов в зависимости от режима закалки

№ режима термообработки	HB/1000/10	Время выдержки, час
I	312-321	1
II	312-326	3
III	317-340	6

В результате выполнения испытаний удалось определить, что при температуре изотермической закалки, равной 350 °С с периодом выдержки от 1 до 6 часов для чугунов, характеристики которых приведены в табл. 1, твёрдость находилась в пределах 312-340 HB 5/1000/10, что аналогично для минимального уровня свойств марки СТБ ISO 17804/JS/1050-6 и изменялась незначительно в сторону увеличения в зависимости от времени выдержки 1ч → 3ч → 6ч.

Полученные данные исследований циклической долговечности в виде графика представлены на рис. 1. Изучение полученных результатов дает возможность предложить следующие выводы.

Циклическая долговечность при температуре закалки и изотермической выдержки 350 °С при растяжении-сжатии зависит от времени выдержки и увеличивается в следующем порядке 3ч → 1ч → 6ч. По результатам испытаний просматриваемая тенденция, однако, не является очевидной, так как, как видно на графике, при одном и том же режиме термообработки и нагружении показания числа циклов нагружения, при котором происходило разрушение образца (циклическая долговечность), отличаются в разы, то есть имеются какие-то дополнительные весомые факторы, влияющие на циклическую долговечность (рис. 1).



ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВТОРИЧНОГО ДВИЖЕНИЯ БОЧКООБРАЗНОГО ПОРШНЯ

К.С. Бессонова

Научный руководитель – **А.И. Яманин**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

К важным задачам современного двигателестроения относится снижение виброакустической активности. Среди факторов, влияющих на шум и вибрацию, можно выделить явления, возникающие при вторичном движении поршня. Анализ существующих и поиск новых методов изучения этих явлений, в том числе путем организации численного эксперимента с применением современных программных продуктов для динамического моделирования, может дать сведения для выработки рекомендаций по улучшению виброакустических характеристик двигателя, профилированию боковой поверхности поршня и выполнения расчетов на прочность деталей.

Ключевые слова: поршень, боковая сила, вторичное движение, кинематика, динамика, бочкообразный профиль, математическая модель, численный эксперимент

STUDY OF BARREL-SHAPED PISTON LATERAL MOTION DYNAMICS

K. S. Bessonova

Scientific Supervisor – **A. I. Yamanin**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Reducing vibroacoustic activity is an important task in modern engine engineering. Among the factors influencing noise and vibration are phenomena arising from the lateral motion of the piston. Analysis of existing methods and the search for new ones in studying these phenomena include numerical experiments. They use modern dynamic modeling software and provide information for developing recommendations for improving engine vibroacoustic performance, piston skirt profiling, and component strength calculations.

Keywords: piston, lateral force, lateral motion, kinematics, dynamics, barrel-shaped profile, mathematical model, numerical experiment

При проектировании и модернизации поршневых двигателей внутреннего сгорания возникает необходимость предварительно оценить нагруженность и условия работы ответственных деталей, к каким относится, в первую очередь, поршневая группа. В этих целях используются различные методики расчета и анализа динамики, прочности, виброактивности двигателя и его компонентов.

Из-за нелинейности и скорости протекания рабочего процесса и высокой степени взаимного влияния различных его аспектов достоверная комплексная оценка состояния и условий работы деталей часто оказывается невозможной. Применяемые методики неизбежно связаны с принятием ряда более или менее значимых упрощений, делающих расчет осуществимым. В качестве примера можно привести классический анализ кинематики кривошипно-шатунного механизма, где все расчеты выполняются в предположении, что скорость вращения коленчатого вала является постоянной в течение цикла.

Существует ряд исследовательских и расчетных методик, приводимых в отечественных справочных изданиях по конструированию и расчету двигателей [3, 4]. Эти методики отличаются хорошей сходимостью с экспериментальными данными и подкрепляются многолетней практикой применения. Но, вместе с тем, многие характерные аспекты рабочего процесса двигателя, существенным образом влияющие на его эксплуатационные характеристики, плохо поддаются расчету и анализу, и на сегодняшний

день недостаточно хорошо изучены. Одним из таких аспектов является, на наш взгляд, вторичное движение поршня.

Помимо термина «вторичное движение» для описания радиального перемещения в зазоре «поршень – гильза» [17, 36] в литературе встречаются и другие: «вторичная кинематика» [21], «поперечное перемещение» [18, 35], «радиальное перемещение» [7], «движение в пространстве зазора» [8]. Также достаточно широко употребляется термин «перекладка» или «перекладывание» [1, 11, 14, 16, 17, 27, 36]. В нашей работе для описания изучаемого явления мы будем пользоваться определениями «вторичное движение» и «перекладка», которые, согласно [36], допускается использовать как синонимичные.

В ходе рабочего процесса поршень совершает сложное плоскопараллельное движение в пределах зазора с цилиндром под действием совокупности сил и создаваемых ими моментов. Расчет кинематики и динамики возвратно-поступательного компонента этого движения выполняется по общепринятой расчетной методике [3, 4, 36, 40] с учетом в качестве силовых факторов газовой силы P_g и силы инерции P_j поступательно движущихся масс (обозначения силовых факторов здесь и далее приведены в соответствии с рекомендациями [40]).

Кроме того, имеет место боковое («вторичное») движение, в ходе которого поршень несколько раз в течение цикла смещается относительно оси цилиндра по нормали к стенке. Движение происходит в плоскости качания шатуна под действием боковой силы N и сопровождается ударным взаимодействием со стенкой цилиндра. При расчете динамики кривошипно-шатунного механизма сила N определяется из выражения

$$N = P_{\Sigma} \cdot \operatorname{tg} \beta, \quad (1)$$

где β – угол качания шатуна, градус;

P_{Σ} – суммарная движущая сила, рассчитываемая по формуле

$$P_{\Sigma} = P_g + P_j. \quad (2)$$

Нагружение поршня боковой силой знакопеременно. В соответствии с изменением знака (направления действия) силы N изменяется и направление вторичного движения поршня в пределах зазора [18, 29]. Характер изменения боковой силы в пределах рабочего цикла четырехтактного двигателя отражает график, показанный на рис. 1. Расчет силы N для построения графика выполнен по выражениям (2) и (1) для дизельного двигателя 12ЧН 8,8/9,0. Анализируя график, можно заметить, что в пределах рабочего цикла данного двигателя происходит шесть перекладок. Их количество может быть и иным.

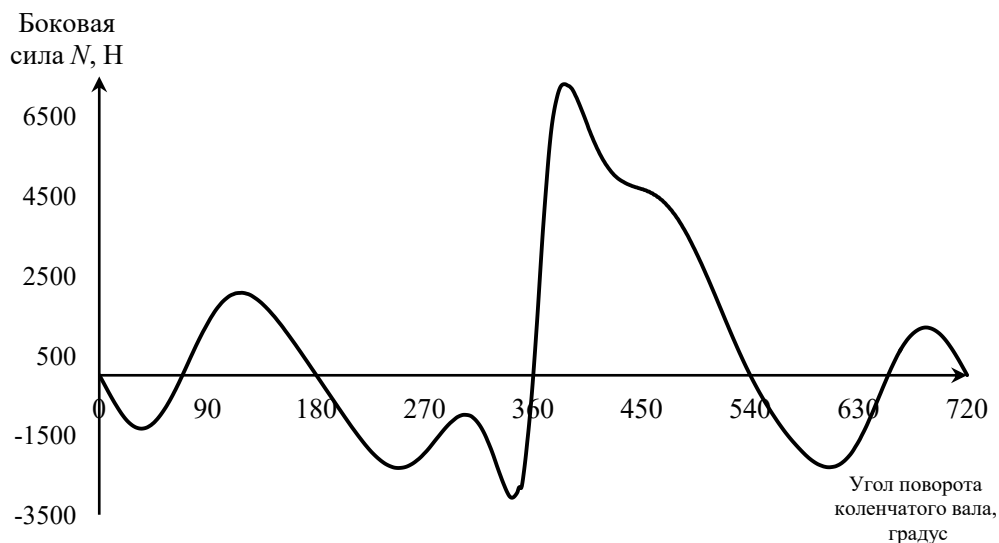


Рис. 1. Кривая изменения боковой силы N в цилиндре двигателя 12ЧН 8,8/9,0 в зависимости от угла поворота коленчатого вала

Интенсивность силового взаимодействия опорной поверхности поршня и цилиндра можно оценить по значению действующего на нее удельного давления. Методика прочностного расчета [3, 10] предполагает оценку прочности боковой опорной поверхности поршня по величине максимального удельного давления на нее $k_{\max}$, Н/мм²

$$k_{\max} = \frac{N_{\max}}{D \cdot L}, \quad (3)$$

где – $N_{\max}$ – максимальное значение боковой силы, Н;

L – длина опорной поверхности, мм;

D – диаметр цилиндра, мм.

В табл. 1 приведены значения удельного давления и максимальной боковой силы, рассчитанные для некоторых форсированных транспортных дизельных двигателей по приведенным выше формулам (1) и (3).

Таблица 1. Значения удельного давления $k_{\max}$ на боковую опорную поверхность поршня и максимальной боковой силы $N_{\max}$ некоторых форсированных транспортных дизелей

Марка (производитель) двигателя	Удельная мощность N_l , кВт/л	Среднее эффективное давление P_e , МПа	D/S, мм	L, мм	$N_{\max}$, Н	$k_{\max}$, Н/мм ²
M57 (BMW)	70,3	2,108	84/90	48,9	12498	3,04
EcoD (VM Motori)	64,0	2,13	83/92	54,4	12678	2,81
N57 (Volkswagen)	93,6	2,55	84/90	52,0	15081	3,45
EA288 (Volkswagen)	89,4	2,68	81/96	50,0	15606	3,85
EA898 (Volkswagen)	68,5	1,83	83/96	48,7	11633	2,88

Данные табл. 1 показывают, что получаемые значения максимальной боковой силы и удельного давления весьма значительны и должны оцениваться с высокой степенью точности, прежде всего для получения на этапе проектирования достоверных сведений о запасе прочности конструкции. Точность прочностного расчета, таким образом, ставится в зависимость от характера вторичного движения поршня, что закономерно приводит к необходимости более детального изучения этого явления.

Ударное взаимодействие поршня и гильзы является дополнительным источником высокочастотной вибрации стенок гильзы, что ведет к росту интенсивности кавитационных явлений на ее внешней охлаждаемой поверхности. Согласно источникам [6, 30] основной кавитационный износ приходится на зоны максимального воздействия боковой силы и зависит от силы соударения [17]. Кавитационным повреждениям подвержены гильзы практически всех типов двигателей и именно этими повреждениями зачастую определяется их ресурс [37].

Характер вторичного движения поршня также влияет на шумность работы двигателя, расход масла на угар, значение механического КПД, условия смазывания и скорость изнашивания деталей цилиндра-поршневой группы.

Актуальность исследуемой проблемы подтверждается значительным числом публикаций, полностью или отчасти посвященных рассматриваемой тематике, и увидевших свет в период с 70х гг. XX века по настоящее время. Одним из первых инструментов изучения вторичного движения, наряду с экспериментальными данными, становятся многокомпонентные математические модели, учитывающие помимо боковой силы особенности конструкции поршня (профиль образующей, дезаксаж отверстия пальца, величину «теплового» зазора в сопряжении с цилиндром), массу поступательно движущихся частей и положение центра масс поршневой группы, значения воспринимаемых сил и моментов, свойства присутствующего в сопряжении смазочного материала (например, меняющуюся в зависимости от температуры кинематическую и динамическую вязкость) и условия его работы.

В работе [11], где авторы затрагивают тему бокового движения в связи с профилированием направляющей части, описано и проанализировано явление «самоустановки» бочкообразного поршня.

Это явление имеет место при движении бочкообразного поршня между «мертвыми» точками с некоторым малым углом наклона его оси по отношению к цилиндру. При условии соблюдения равенства нулю моментов всех действующих на поршень сил относительно оси вращения (что достигается подбором длины и радиусов опорной поверхности), он находится в состоянии динамического равновесия, когда действие боковой силы компенсируется гидродинамическими реакциями смазочного слоя. В этих условиях обеспечивается существование между поверхностями юбки и цилиндра режима жидкостного трения и отсутствия контакта с цилиндром, поскольку при любых углах зазора и любом направлении движения между поверхностями существует масляный клин. «Всплытие» поршня в результате повышенной несущей способности такого клина, может, по мнению авторов, обеспечить при перекадках простое скольжение направляющей части поршня по зеркалу цилиндра, то есть сохранить жидкостное трение даже в моменты цикла, когда условия равенства моментов и динамического равновесия не соблюдаются.

Эти идеи получили развитие в более поздних работах проф. С.В. Путинцева (в соавторстве). Приводимые в публикациях [19–24] математические модели используются ими как один из инструментов проектирования бочкообразного профиля с максимальной гидродинамической несущей способностью. Вторичное движение поршня описывается уравнениями динамического равновесия, составляемыми с использованием известного принципа кинестатики, и решаемыми совместно с уравнением Рейнольдса для одномерного течения, для учета реакций со стороны смазочного слоя. Развитие методов численных исследований напряженно-деформированного состояния поршня при воздействии всех тепловых и силовых факторов позволяет учесть в более современных моделях геометрию профиля и рабочий зазор в сопряжении, рассчитанные с применением современных CAD-, CAE-систем. Похожий подход можно встретить в исследованиях [8, 12, 38], и в работах А.В. Белогуба и соавторов [2, 9, 15, 16], диссертациях авторов [5, 8, 13, 38] и публикациях [26–28], где прослеживается развитие идеи о снижении шума при перекадках как одной из целей профилирования боковой поверхности поршня наряду с уменьшением потерь на трение и оптимизацией расхода масла. А.П. Маслов [13] дополнительно указывает на уменьшение вибрационной нагрузки на стенку гильзы из-за уменьшения зазоров в трибосопряжении и демпфирующего действия слоя смазки при подборе оптимального профиля. Для описания вторичного движения поршня он использует математическую модель, описанную выше.

В работах [5, 31–35] та же модель успешно применена авторами для исследования вторичного движения и профилирования опорной поверхности тронковой части составного поршня.

Один из недостатков такой модели можно сформулировать исходя из следующих соображений, приводимых в одной из статей Г.М. Рыка. «Применение методов теоретической механики для построения математической модели движения поршня может быть результативным лишь в случае достоверного учета всех связей, наложенных на такую сложную движущуюся систему, к которой относится поршень, сопряженный с поршневыми кольцами, цилиндром и поршневым пальцем, соединенным в свою очередь с шатуном. Кроме этого <...> необходимо знание начальных и граничных условий исследуемого процесса» [29]. Иными словами, большое число допущений, делаемых авторами при учете сил и моментов трения, поведения масляного слоя, его толщины, положения и площади пятна контакта, в отсутствие достоверных экспериментальных данных, должны неизбежно сказываться на точности получаемых результатов.

Назвать в числе недостатков отсутствие в описываемой модели расчетного аппарата для учета ударного взаимодействия деталей ЦПГ в момент нарушения условий динамического равновесия при перекадке можно со следующей оговоркой.

Исключение исследования ударного взаимодействия вполне правомерно, если область интересов исследователя ограничивается выбором профиля образующей для снижения потерь на трение и обеспечением благоприятных режимов смазки направляющей части

поршня. При установлении же взаимосвязи характера переключений с шумом при работе двигателя и вибронегруженностью элементов цилиндрико-поршневого группы момент контактного взаимодействия должен учитываться.

Становясь источником пиковой ударной нагрузки на детали сочетания с высокочастотной вибрацией, вторичное движение при больших значениях боковой силы должно восприниматься как одна из причин разрыва масляной пленки, нарушения режима гидродинамического смазывания, местных перегревов в контактной паре.

Ввиду сказанного, большой интерес представляют математические модели, описывающие переключку поршня с учетом удара (упругого или неупругого) [7, 14, 17, 18]. Так, в фундаментальной исследовательской работе проф. В.Н. Никишина [17], а затем и в [36] предложена методика профилирования, основанная на теории соударения, расчетах колебаний пары «поршень-цилиндр» и вторичного движения поршня. Методика позволяет решить задачу о снижении контактных напряжений юбки в момент переключки путем профилирования обрабатываемой.

Исследователь указывает на взаимосвязь, существующую между высокой динамической нагруженностью деталей КШМ и такими негативными явлениями как шум и вибрация. Кривошипно-шатунный механизм рассматривается как колебательная система, в пределах которой возбуждаются собственные колебания деталей. Переключка поршня – один из внутренних источников вибрационного возбуждения, наряду с пульсациями давления при сгорании топлива. При этом амплитуды колебательных перемещений деталей, в том числе и поршня возле ВМТ, вызванные пульсациями давления при сгорании, могут быть значительными.

При описании такой системы с помощью математической модели, помимо прочего нужно учитывать поперечную вибрацию поршня и гильзы, влияние угловых колебаний коленчатого вала, и контактное взаимодействие деталей в присутствии слоя смазки.

Предлагаемая автором математическая модель вторичного движения поршня состоит из двух компонентов. Это свободное движение в пределах зазора и соударение с гильзой.

Свободное движение состоит из поступательного вместе с центром масс под действием боковой силы, и вращательного вокруг центра масс под действием опрокидывающего момента, и описывается уравнениями [17, 36]:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = N - P_{\text{кп}}, \quad (4)$$

$$I_{O_1} \frac{d^2\varphi}{dt^2} = cN - M_{\text{пп}}, \quad (5)$$

где m – масса возвратно-поступательно движущихся частей;

x – поперечное перемещение поршня;

$P_{\text{кп}}$ – сила трения поршневых колец и канавок;

$M_{\text{пп}}$ – момент трения поршневого пальца;

I_{O_1} – момент инерции поршневой группы относительно центра масс;

φ – угол поворота поршня вокруг центра масс.

Схема сил и моментов, действующих на поршень при свободном движении до момента выбора зазора, приводимая в [17, 36], показана на рис. 2.

Здесь O – центр оси поршневого пальца;

O_1 – центр масс поршневого комплекта;

δ – зазор в сопряжении поршень – цилиндр.

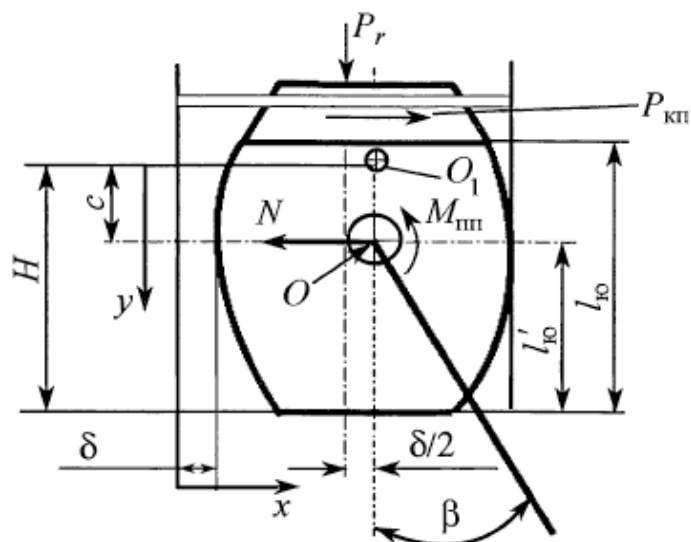


Рис. 2. Схема сил и моментов, действующих на поршень при вторичном движении до момента выбора зазора

При удачном выборе профиля в момент контакта нижней части юбки с цилиндром начинается качение поршня по образующей, с вытеснением из зазора слоя масла, которое является демпфером. Уравнение движения в момент выбора зазора [36]:

$$I_z \cdot \frac{d^2 \varphi_2}{dt^2} = N(y-c), \quad (4)$$

где φ_2 – угол поворота поршня вокруг оси z;

I_z – момент инерции масс, участвующих во вращательном движении.

Схема сил и моментов, действующих на поршень в момент выбора зазора, показана на рис. 3.

При расчете ударного взаимодействия принимается, что контакт поршня с гильзой происходит на оси поршневого пальца. Зависимости силы удара и ускорений гильзы и поршня по времени находятся из решения дифференциальных уравнений – поперечного перемещения гильзы, с учетом демпфирующего действия воды, и перемещения поршня во время удара.

Сам удар является сложным и зависит от скорости соударения и боковой силы, причем влияние боковой силы на усилие соударения значительно.

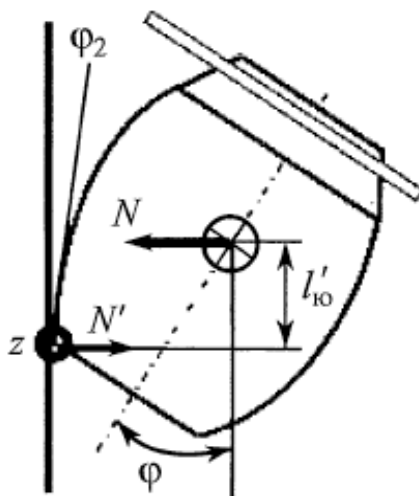


Рис. 3. Схема сил и моментов, действующих на поршень при вторичном движении в момент выбора зазора

Таким образом, на сегодняшний день математическое моделирование остается наиболее распространенным методом исследования вторичного движения бочкообразного поршня. Математические модели, описывающие перекадку, используются исследователями при профилировании направляющей поверхности поршня, а также для оценки влияния сопровождающих вторичное движение явлений на виброакустические характеристики и механический КПД двигателя.

Исходными данными для расчетов по имеющимся моделям являются зазор и толщина слоя смазки в сопряжении «поршень-гильза», контактное давление, коэффициенты трения в сопряжениях «поршневое кольцо-канавка», «палец-бобышка», коэффициенты жесткости и демпфирования масляной пленки в зазоре, площадь пятна контакта с цилиндром и его положение на опорной поверхности. Значения перечисленных параметров, особенно на стадии предварительного проектирования, чаще всего не известны, и принимаются с различной степенью достоверности.

Современный этап развития систем автоматизированного проектирования и инженерного анализа открывает перспективы применения для изучения вторичного движения поршня новых инструментов. К этим инструментам можно отнести различные программные продукты, позволяющие решать задачи динамического моделирования вторичного движения бочкообразного поршня в двух-, и трехмерной постановке.

При организации численного эксперимента могут быть учтены свойства материалов деталей; их массовые характеристики; конструктивные особенности, в том числе и профиль образующей с учетом его деформации при рабочих температурах; условия нагружения и коэффициенты трения. Такая постановка задачи позволяет получить при моделировании размер и конфигурацию зазора в сопряжении поршня с гильзой на любой точке траектории; положение, площадь и форму пятна контакта; напряжения в материале детали и картину их распределения по поверхности боковой поверхности поршня и гильзы; значения и характер изменения боковой силы N .

На рис. 4 показан график изменения боковой силы в зависимости от угла поворота коленчатого вала в цилиндре двигателя 12ЧН 8,8/9,0. Данные для построения кривой были получены путем динамического моделирования движения поршня в среде программного продукта WorkingModel и сопоставлены с результатами расчета по общепринятой методике. После интерпретации и верификации, эти данные могут быть использованы при расчете прочности элементов цилиндра-поршневой группы, определении частот собственных колебаний деталей, получения сведений о характере вторичного движения поршня.

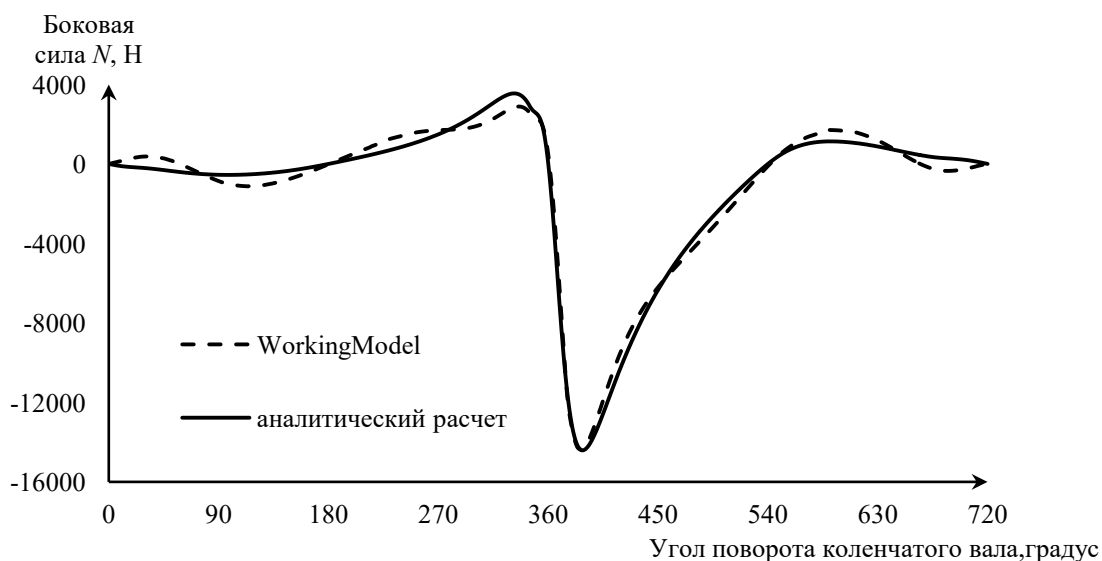


Рис. 4. Кривые изменения боковой силы в цилиндре двигателя 12ЧН 8,8/9,0 при расчете (сплошная линия) и в результате динамического моделирования (штриховая линия)

Прогнозирование и оптимизация наиболее важных эксплуатационных характеристик энергетической установки при ее проектировании или модернизации обеспечивается расчетами по различным методикам. Поскольку виброакустические параметры современных двигателей не только относятся к числу таких характеристик, но и подлежат строгому нормированию, должны совершенствоваться и соответствующие расчетные методики.

Исследование динамики вторичного движения для оценки интенсивности ударного взаимодействия в сопряжении поршня с цилиндром, вибронегруженности деталей, уровня шума, целесообразно включать в число расчетов, выполняемых при проектировании, наряду с расчетами прочности и модальным анализом.

Новые возможности изучения вторичного движения бочкообразного поршня для получения требуемых данных предоставляет использование современных САЕ-систем. Организация численных экспериментов может быть весьма результативным путем решения перечисленных задач.

Существенным преимуществом использования программных продуктов с возможностями МКЭ-анализа и динамического моделирования являются оперативность получения результата и возможность быстрой отладки алгоритма при решении однотипных задач. Из имеющихся недостатков необходимо указать на сложности, возникающие на этапе выбора граничных условий, адекватность которых определяет достоверность результата; малое число рекомендаций и общепринятых методик организации численного эксперимента и интерпретации получаемых данных. Исследования которые могут быть предприняты в этом направлении имеют высокую степень актуальности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Асоян, А.Р. Снижение износа юбок поршней двигателей внутреннего сгорания / А.Р. Асоян, А.С. Горшков, А.Х. Израелян // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2020. – № 21(3). – С. 175–180.
- 2) Белогуб, А.В. Уточнение параметров силового нагружения для расчета профиля юбки поршня / А.В. Белогуб // Вестник двигателестроения. – 2015. – №1. – С. 59–63.
- 3) Ваншейдт, В.А. Дизели: справочник / Б.П. Байков, С.М. Баранов, В.А. Ваншейдт; под ред. В.А. Ваншейдта. – Л.: Машиностроение, 1964. – 600 с.
- 4) Тракторные дизели: справочник / Б.А. Взоров, А.В. Адамович, А.Г. Арабян [и др.]; под общ. ред. Б.А. Взорова. – М.: Машиностроение, 1981. – 535 с.
- 5) Воробьев, А.А. Методика профилирования юбки составного поршня форсированного четырехтактного дизеля с учетом условий ее смазки в цилиндре. дисс. ...канд. техн. наук. – М., 2023. 165 с.
- 6) Теория кавитационного износа гильз цилиндров / А.А. Глущенко, И.Р. Салахутдинов, Е.О. Ширнин, З.И. Салахутдинова. // Материалы XIV Международной научно-практической конференции: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. – ульяновск: Изд-во Ульяновского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина. – 2024. – С. 439-448.
- 7) Григорьев, Е.А. Теоретическое исследование колебательной системы поршень-цилиндр / Е.А. Григорьев, М.Д. Аллабергенов // Двигателестроение. – 1985. – № 10. – С. 13–15.
- 8) Дойкин, А.А. Расчетно-экспериментальный метод профилирования образующей поршня для повышения ресурса трибосопряжения «поршень-цилиндр» ДВС: дис. ...канд. техн. наук. – Челябинск, 2013. – 132 с.
- 9) Доценко, В.Н. Методика проектирования профиля поршня ДВС. / В.Н. Доценко, А.В. Белогуб, И. Н. Москаленко // Вестник двигателестроения. – 2015. – № 1. – С. 74–80.
- 10) Колчин, А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: учебное пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов. – 4-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2008. – 496 с.
- 11) Костров, А.В. Выбор оптимального профиля направляющей части поршня карбюраторного двигателя / А.В. Костров, А.Р. Макаров // Автомобильная промышленность. – 1977. – № 12. – С. 4–7.

- 12) Макаров, А.Р. Математическое моделирование движения поршня в цилиндре / А.Р. Макаров, С.В. Смирнов, С.В. Осокин. // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. – т. 1. – № 2 (20). – С. 24–30.
- 13) Маслов, А.П. Повышение технического уровня дизелей оптимизацией геометрических параметров поршней: дис. ... канд. техн. Наук. – Челябинск, 1999. – 158 с.
- 14) Миронов, Г.Н. Динамика бочкообразного поршня / Г.Н. Миронов // Двигателестроение. – 1985. – № 10. – С. 10–13.
- 15) Динамика поршня двигателя внутреннего сгорания / И.Н. Москаленко, В.Н. Доценко, А.В. Белогуб, А.А. Дойкин // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2013. – т. 13. – № 2. – С. 28–35.
- 16) Москаленко, И.Н. Обзор методов профилирования юбок поршней ДВС / И.Н. Москаленко, В.Н. Доценко, А.В. Белогуб // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – №2. – С. 75–81.
- 17) Никишин, В.Н. Формирование и обеспечение показателей качества автомобильных дизелей на стадии их проектирования и доводки: дис. ... д-ра техн. наук. – Набережные Челны, 2006. – 377 с.
- 18) Панкратова, Н.П. Расчетные и экспериментальные исследования поперечного перемещения поршня бочкообразного профиля / Н.П. Панкратова, Г.И. Перельдик, Б.З. Бронштейн // Автомобильная промышленность. – 1978. – № 5. – С. 11–14.
- 19) Путинцев, С.В. Результаты моделирования деформации юбки поршня быстроходного дизеля от действия гидродинамического давления масла / С.В. Путинцев, А.Г. Агеев // Двигателестроение. – 2015. – № 3 (261). – С. 18–21.
- 20) Путинцев, С.В. Применение принципа трибоадаптивности для профилирования юбки поршня быстроходного дизеля / С.В. Путинцев, С.А. Аникин, А.Г. Агеев // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 2015. – № 5 (662). – С. 18–24.
- 21) Путинцев, С.В. Профилирование и модификация боковой поверхности поршня как способ снижения механических потерь в двигателе внутреннего сгорания / С.В. Путинцев, М.Д. Пронин // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 2007. – № 5. – С. 42–49.
- 22) Путинцев, С.В. Теоретическое и расчетное обоснование снижения механических потерь профилированием и модификацией трущейся поверхности поршня ДВС / С.В. Путинцев, М.Д. Пронин // Известия ВУЗов. Машиностроение. – 2008. – № 12. – С. 33–42.
- 23) Путинцев, С.В. Механические потери в поршневых двигателях: специальные главы конструирования, расчета и испытаний: учебное пособие / С.В. Путинцев; МГТУ им. Н.Э. Баумана. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 288 с.
- 24) Путинцев, С.В. Результаты моделирования вторичной кинематики поршня в цилиндре быстроходного дизеля / С.В. Путинцев, А.Г. Кириллов, А.С. Ратников // Тракторы и сельхозмашины. – № 12. – 2017. – С. 48–55.
- 25) Пушкарев, В.К. Разработка методики расчета с помощью численных методов овально-бочкообразных профилей поршней автотракторных двигателей / В.К. Пушкарев, Р.В. Якунин // Труды НАМИ. – 2009. – № 240. – С. 123–129.
- 26) Рождественский, Ю.В. Оптимизация профиля поршня двигателя внутреннего сгорания / Ю.В. Рождественский, И.С. Грибанов, Д.О. Денисов // Двигателестроение. – 2007. – № 4. – С. 29–32.
- 27) Методика и результаты оптимизации продольной геометрии поршня для сопряжения «поршень-цилиндр» двигателя внутреннего сгорания / Ю.В. Рождественский, А.И. Гусев, И.С. Грибанов, Д.О. Денисов // Тяжелое машиностроение. – 2007. – № 6. – С. 28–30.
- 28) Рождественский, Ю.В. Радиальное профилирование направляющей части поршня двигателя внутреннего сгорания / Ю.В. Рождественский, А.И. Гусев // Вестник ЮУрГУ. – 2006. – № 11. – С. 78–84.
- 29) Рык, Г.М. Особенности бокового движения поршня при различных режимах работы ДВС / Г.М. Рык // Двигателестроение. – 1985. – № 10. – С. 17–19.
- 30) Симдянкин, А.А. Кавитационная стойкость гильз цилиндров высокофорсированных дизелей / А.А. Симдянкин, Б.П. Загорских, А.М. Хамсин. // Нива Поволжья. – 2009. – №2.
- 31) Смирнов, С.В. Исследование гидродинамических условий смазывания юбки составного поршня / С.В. Смирнов, А.А. Воробьев // Научоград. – 2018. – № 2 (16). – С. 70–73.
- 32) Смирнов, С. В. Профилирование юбки составного поршня / С.В. Смирнов, А.А. Воробьев // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура: электронный научный журнал. – 2023. – № 1 (35).
- 33) Смирнов, С.В. Профилирование юбки составного поршня двигателя внутреннего сгорания / С.В. Смирнов, И.А. Заев, А.А. Воробьев // Двигателестроение. – 2022. – № 3 (289). – С. 15–31.

- 34) Смирнов, С.В. Математическое моделирование динамики движения составного поршня в цилиндре двигателя внутреннего сгорания / С.В. Смирнов, А.Р. Макаров, Р.Х. Абу-Ниджим // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. – №11. – С. 57–63.
- 35) Смирнов, С.В. Математическое моделирование динамики движения юбки поршня в цилиндре двигателя внутреннего сгорания / С.В. Смирнов, А.Р. Макаров, А.А. Воробьев // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. – 2017. – Т. 18. – № 3. – С. 338–344.
- 36) Фролов, К. В. Машиностроение. Энциклопедия: [в 40 томах] / ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение.
- 37) Т IV-14: Двигатели внутреннего сгорания / Н.А. Иващенко, А.А. Александров [и др.]; под ред. К.С. Колесникова. – М.: Машиностроение, 2013. – 784 с.
- 38) Чайнов, Н.Д. Конструирование и расчет поршневых двигателей: учебник для вузов / Н.Д. Чайнов, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков; под ред. Н.Д. Чайнова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 536 с.
- 39) Четошников, В.И. Обоснование возможности уменьшения зазора в сопряжении поршень-цилиндр тракторного двигателя с воздушным охлаждением / В.И. Четошников, А.Г. Деев. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3 (65). – С. 89–94.
- 40) Якунин, Р. В. Методические основы оптимизации профиля юбки поршня ДВС с целью снижения механических потерь: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2019. – 127 с.
- 41) Яманин, А.И. Динамика поршневых двигателей: учебное пособие / А.И. Яманин, А.В. Жаров. – М.: Машиностроение, 2003. – 464 с.

ЗАЩИТА НЕБА: КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ К ПРОТИВОДЕЙСТВИЮ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТАМ

Д.В. Бойченко

Научный руководитель – **А.И. Сазонов**, канд. ист. наук, доцент

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В статье рассматривается комплексная система противодействия беспилотным летательным аппаратам, применяемая Вооруженными Силами Российской Федерации. Анализируется эшелонированный подход к организации противовоздушной обороны, включающий стратегический, тактический и оперативный уровни.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, противовоздушная оборона, зенитно-ракетный комплекс, мобильная огневая группа, переносной зенитный ракетный комплекс, дрон, беспилотник

SKY DEFENSE: AN INTEGRATED APPROACH TO COUNTERING UNMANNED AERIAL VEHICLES OF THE RUSSIAN ARMED FORCES

D.V. Boychenko

Academic Supervisor – **A.I. Sazonov**, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

This article examines the integrated counter-unmanned aerial vehicle (UAV) system used by the Russian Armed Forces. It analyzes a layered approach to air defense, encompassing the strategic, tactical, and operational levels.

Keywords: unmanned aerial vehicle, air defense, anti-aircraft missile system, mobile fire group, man-portable air defense system, drone, unmanned aerial vehicle

Современные вооружённые конфликты демонстрируют значительный сдвиг в характере ведения боевых действий. Если в предыдущие десятилетия господство в воздухе определялось наличием пилотируемой авиации, то сегодня первенство всё чаще переходит к беспилотным системам – от миниатюрных квадрокоптеров с небольшой стоимостью до стратегических разведывательно-ударных платформ. Массированное применение БПЛА всех классов стало визитной карточкой текущего противостояния, поставив перед Вооружёнными силами Российской Федерации сложнейшую задачу: как эффективно и экономически целесообразно защитить войска, объекты критической инфраструктуры и мирное население от роящихся угроз с воздуха.

Ответом на этот вызов стало создание многоуровневой эшелонированной системы противовоздушной обороны, в которой классические зенитно-ракетные комплексы большой и средней дальности органично дополняются мобильными огневыми группами, оснащёнными новейшими переносными зенитными ракетными комплексами, средствами радиоэлектронной борьбы и специализированными дронами-перехватчиками. Именно такой комплексный подход позволяет говорить о формировании принципиально новой концепции войсковой ПВО, адаптированной к эпохе беспилотных аппаратов.

Первый эшелон: «стратегический зонтик» зенитно-ракетных комплексов. Традиционные зенитно-ракетные системы, стоящие на вооружении Сухопутных войск и Воздушно-космических сил России, продолжают играть роль стратегического

сдерживающего фактора. Речь идёт о зенитных комплексах семейства С-300 «Фаворит», С-400 «Триумф», ЗРПК «Панцирь-С1» «Бук-М3» и «Тор-М2». Их основная задача в контексте борьбы с беспилотниками заключается не столько в уничтожении каждой отдельной малоразмерной цели, сколько в создании так называемых зон запрета доступа.

Противник, осознавая, что при попытке задействовать крупные разведывательные или ударные дроны самолётного типа, он неминуемо понесёт потери дорогостоящей техники, вынужден либо отказываться от их применения в определённых районах, либо искать обходные пути на предельно малых высотах. Кроме того, именно средства ПВО обеспечивают радиолокационное поле, необходимое для обнаружения целей на дальних подступах. Без этой информации работа нижестоящих эшелонов была бы невозможна – мобильные группы просто не знали бы, откуда и когда ждать атаки.

Однако высокая стоимость зенитных управляемых ракет, которая может превышать стоимость сбиваемого коммерческого дрона в сотни и тысячи раз, сделала очевидной необходимость создания более экономичных и гибких средств поражения. Это привело к бурному развитию второго и третьего эшелонов обороны.

Второй эшелон: мобильные огневые группы. Наиболее массовым и доказавшим свою эффективность инструментом борьбы с беспилотниками стали мобильные огневые группы. Это тактические подразделения, как правило, передвигающиеся на лёгкой колёсной технике – пикапах, бронев автомобилях «Тигр» или УАЗах. Их главное преимущество – мобильность и способность оперативно выдвигаться на маршруты пролёта вражеских дронов, прикрывать колонны на марше или занимать позиции для защиты стационарных объектов энергетической или промышленной инфраструктуры.

Ключевым вооружением таких групп являются переносные зенитные ракетные комплексы и стрелковое оружие. На начальном этапе основная нагрузка ложилась на проверенный временем ПЗРК «Игла» и его модификации. Этот комплекс, реализующий принцип «выстрелил – забыл», зарекомендовал себя как надёжное средство ближнего радиуса действия. Однако стремительное развитие средств противодействия (тепловые ловушки, пиротехнические помехи) и появление малоразмерных целей с крайне слабым тепловым излучением потребовали качественного скачка в развитии переносных систем.

Этим скачком стал ПЗРК «Верба», серийно поступающий в войска с середины 2010-х годов и прошедший всестороннюю обкатку в реальных боевых условиях.

Его особенностью стали уникальная головка самонаведения. В отличие от «Иглы», работающей в одном или двух инфракрасных диапазонах, «Верба» оснащена трёхдиапазонной оптической ГСН, включающая два ИК-канала и один УФ-канал. Это позволяет ракете не просто видеть тепловой след цели, но и анализировать его спектральный портрет, безошибочно отличая двигатель беспилотника от отстреливаемой ложной тепловой цели. По сути, «Верба» обладает техническим зрением, позволяющим игнорировать подавляющее большинство существующих средств инфракрасного противодействия.

Повышенная чувствительность и дальность. За счёт применения новой матрицы фотоприёмника и более мощной ракеты зона поражения целей с низким тепловым излучением, таких как квадрокоптеры, увеличена в 2,5 раза по сравнению с предшественниками. «Верба» уверенно уничтожает воздушные объекты на дальности до 6400 метров и на высоте от 10 до 4500 метров, двигающиеся со скоростью до 400 метров в секунду. Практика показывает, что расчёт из двух человек с «Вербой» способен полностью перекрыть воздушное пространство над важным перекрёстком дорог, складом ГСМ или позицией артиллерийской батареи.

Важно отметить и организационный аспект. В 2025 году Министерство обороны приступило к формированию региональной системы ПВО, в рамках которой создаются мобильные огневые группы из резервистов и добровольцев. Бойцы проходят двухнедельный курс интенсивной подготовки, после чего получают на вооружение не только ПЗРК, но и зенитные установки на базе крупнокалиберных пулемётов, а также антидроновые ружья.

Такие группы становятся «пожарными командами», способными оперативно закрыть брешь в защите того или иного района.

Невозможно говорить о современной борьбе с дронами, не упоминая средства радиоэлектронной борьбы. Мобильные группы РЭБ, оснащённые комплексами подавления каналов спутниковой навигации и управления, стали неотъемлемой частью тактического ландшафта. Их задача – не уничтожить дрон физически, а посадить его или заставить потерять ориентацию в пространстве.

Наиболее эффективной признана тактика совместных действий. Расчёт РЭБ «ослепляет» приближающийся рой дронов, лишая их связи с оператором и координат GPS, после чего огневая группа с ПЗРК или пулемётами поражает потерявшие управление и зависшие в воздухе цели. Такая тактика позволяет экономить дорогостоящие ракеты ПЗРК для действительно опасных скоростных целей, а коммерческие БПЛА уничтожать стрелковым оружием или принуждать к посадке.

Самым новаторским и экономически эффективным ответом на вызов роёв дешёвых дронов стало создание специализированных зенитных беспилотников. Наиболее ярким представителем этого класса на сегодняшний день является перехватчик «Ёлка», а также его более тяжёлый аналог «Молния-ПВО».

В отличие от классического FPV-дрона-камикадзе, «Ёлка» не несёт боевой части. Её оружие – кинетическая энергия удара и невероятная манёвренность. Ключевая инновация заключена в бортовом вычислителе. Оператор лишь выводит аппарат в район цели, ориентируясь по видеосигналу. Как только вражеский БПЛА попадает в поле зрения тепловизионной или оптической камеры «Ёлки», в дело вступает искусственный интеллект. Система технического зрения самостоятельно захватывает цель по контуру, как правило, ориентируясь на наиболее горячую точку – двигатель, рассчитывает траекторию перехвата и ведёт перехватчик до момента столкновения.

Преимуществами использования дрона «Ёлка» стали»

1. Абсолютная помехозащищённость. На финальном участке траектории «Ёлка» не управляется оператором по радиоканалу, следовательно, средства РЭБ противника бессильны. Система работает автономно.

2. Экономическая целесообразность. Стоимость одного такого перехватчика на порядок ниже стоимости любой зенитной ракеты. Это позволяет массированно применять «Ёлки» для защиты от роя дронов без больших денежных затрат.

3. Безопасность для наземных объектов. Поскольку боевая часть отсутствует, перехват над городской застройкой или промышленной зоной не приводит к разлёту осколков и вторичной детонации. Обломки двух дронов просто падают вниз.

В декабре 2025 года Минобороны официально заявило о создании нового сегмента ПВО на базе FPV-перехватчиков. Подразделения, вооружённые «Ёлкой» и «Молнией-ПВО», интегрируются в общую систему целеуказания. Получая данные от радиолокационных станций малой дальности, они способны перехватывать скоростные беспилотники самолётного типа на дистанции до 4–5 км, надёжно прикрывая передний край и тыловые коммуникации.

Развитие средств противодействия не стоит на месте. В открытых источниках появляется информация об экспериментах по интеграции ПЗРК типа «Верб» на борт ударных дронов типа «Герань-2». Концепция «воздушного минирования» предполагает патрулирование барражирующего беспилотника с подвешенной ракетой в заданном квадрате. При обнаружении цели противника расчёт на земле получает картинку и производит дистанционный пуск ракеты. Это позволит вынести рубеж перехвата на десятки километров вперёд, создавая угрозу для авиации и дронов противника там, где невозможно развернуть наземные комплексы.

Опыт боевых действий убедительно доказывает: универсального средства в борьбе с дронами не существует. Эффективная оборона может быть построена только на сочетании

классической мощи зенитно-ракетных комплексов, тактической гибкости мобильных групп. Вооружённые силы России, столкнувшись с давлением беспилотной авиации, сумели в сжатые сроки адаптировать организационно-штатную структуру и тактику, создав эшелонированную систему защиты, которая продолжает совершенствоваться с каждым днём боевой работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Степовой, Б. Исполнить РЭБ: в войсках созданы антидроновые «пожарные команды» / Б. Степовой // Известия: [сайт]. – 2026. – URL: Богдан Степовой | Авторы | Известия
- 2) Кожевников, А. «Верба» работает без промаха: зенитчики-десантники уничтожают сотни дронов ВСУ // Аргументы Недели: [сайт]. – 2025. – URL: «Верба» работает без промаха: зенитчики-десантники уничтожают сотни дронов ВСУ - Аргументы Недели
- 3) Минобороны начало формировать региональную ПВО // НИА-Красноярск: [сайт]. – 2025. – URL: Минобороны начало формировать региональную ПВО
- 4) Зимин, С. В российской армии создали подразделения для борьбы с дальнобойными дронами // Комсомольская правда: [сайт]. – 2026. – URL: В российской армии создали подразделения для борьбы с дальнобойными дронами - KP.RU
- 5) Бомштейн, К.Г. Борьба с беспилотными летательными аппаратами противника / К.Г. Бомштейн, В.В. Полянский // Полет: общероссийский научно-технический журнал. – 2014. – № 2. – С. 49-60. – EDN SCOQIL.
- 6) Особенности борьбы с тактическими беспилотными летательными аппаратами / А.В. Зайцев, И.И. Назарчук, О.О. Красавцев, Д.А. Кичулкин // Военная мысль. – 2013. – № 5. – С. 37-43. – EDN QBVLOB.

РАСЧЕТ И ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КУЛАЧКОВОГО МЕХАНИЗМА ТОПЛИВНОГО НАСОСА ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ COMMON RAIL

И.А. Карсаков, А.П. Перепелин

Научный руководитель – А.П. Перепелин, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Данная статья посвящена расчету и выбору параметров кулачкового механизма топливного насоса высокого давления с повышенной частотой вращения кулачкового вала, не допускающего возможности проскальзывания ролика толкателя по поверхности кулачка.

Ключевые слова: топливный насос высокого давления, кулачковый механизм, профиль кулачка, ролик толкателя плунжера, трение скольжения, проскальзывание ролика

CALCULATION AND SELECTION OF PARAMETERS OF THE CAM MECHANISM OF THE HIGH-PRESSURE FUEL PUMP OF THE COMMON RAIL FUEL SYSTEM

I.A. Karsakov, A.P. Perepelin

Scientific Supervisor – A.P. Perepelin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article is devoted to the calculation and selection of parameters of the cam mechanism of a high-pressure fuel pump with an increased rotational speed of the cam shaft, which prevents the pusher roller from slipping over the cam surface.

Keywords: high pressure fuel pump, cam mechanism, cam profile, plunger pusher roller, sliding friction, roller slip

В топливных насосах высокого давления (ТНВД) аккумуляторных топливных систем (АТС) современных дизелей частота вращения кулачкового вала может быть равна или даже быть больше частоты вращения коленчатого вала дизеля [1]. При этом частота вращения ролика толкателя плунжера достигает значений, при которых возникает проскальзывание ролика по поверхности кулачка. Это может привести к повышенному износу его поверхности. Таким образом, возникает задача выбора параметров кулачкового механизма ТНВД, исключающих возможность проскальзывания ролика.

На ролик кроме внешних сил (сила от действия толкателя на ролик, приложенная к центру ролика, и направленная противоположно ей реакция поверхности кулачка N) действует сила трения скольжения $F_{\text{тр.ск}}$, возникающая в точках соприкосновения ролика и кулачка и направленная вдоль поверхности кулачка в сторону противоположную направлению движения (рис. 1, а). Уравнение вращательного движения ролика можно записать в виде

$$J_P \frac{d\omega_P}{dt} = J_P \cdot \varepsilon = F_{\text{тр.ск}} \cdot R_P, \quad (1)$$

где J_P – момент инерции ролика толкателя

$M_P = \pi \cdot R_P^2 \cdot b \cdot \rho$ – масса ролика,

R_P – радиус ролика,

b – длина ролика,

ρ – плотность стали,

ε – угловое ускорение ролика,

ω_P – угловая частота вращения ролика,

$F_{\text{тр.ск}}$ – сила трения скольжения ролика о поверхность кулачка при чистом качении ролика без проскальзывания.

При отсутствии проскальзывания сила трения скольжения равна

$$F_{\text{тр.ск}} = \frac{J_p \cdot \varepsilon}{R_p}. \quad (2)$$

Чтобы качение ролика было без проскальзывания, необходимо чтобы величина $F_{\text{тр.ск}}$ была меньше, чем предельное значение силы трения скольжения $F_{\text{тр.ск.макс}} = f \cdot N$, где f – коэффициент трения скольжения, N – нормальная реакция кулачка на ролик [2]. Если это условие не выполняется, то качение без проскальзывания будет невозможно, ролик будет скользить одновременно вращаясь. Таким образом, при отсутствии проскальзывания сила трения должна удовлетворять условию

$$|F_{\text{тр.ск}}| \leq F_{\text{тр.ск.макс}} = f \cdot N. \quad (3)$$

Величина коэффициента трения f сталь по стали в присутствии смазки равна $\sim 0,04$.

Значение величины углового ускорения ε при отсутствии проскальзывания определяется при кинематическом расчете профиля кулачка. Значение нормальной реакции N берется из гидродинамического расчета процесса впрыска.

Угловое ускорение ролика рассчитывается путем численного дифференцирования зависимости угловой частоты вращения ролика ω_p от угла поворота кулачка, которую можно определить по формуле для скорости скольжения ролика вдоль поверхности кулачка $V_{\text{ск}}$ [3]

$$V_{\text{ск}} = \frac{C}{\sin(\gamma)} - R_p \cdot \omega_k, \quad (4)$$

где C – скорость плунжера,

γ – угол давления (угол между направлением движения плунжера и нормалью к профилю кулачка),

ω_k – угловая частота вращения кулачка.

По значению $V_{\text{ск}}$ можно рассчитать угловую частоту ω_p и частоту вращения ролика толкателя n_p

$$\omega_p = \frac{V_{\text{ск}}}{R_p}, \quad n_p = \frac{30 \cdot \omega_p}{\pi}. \quad (5)$$

Для количественного представления о значениях углового ускорения были проведены расчеты кулачкового механизма ТНВД со следующими параметрами кулачка: радиус начальной окружности $R_{\text{но}} = 30$ мм, ход плунжера $H = 9$ мм, радиус ролика $R_p = 13$ мм, длина ролика $b = 40$ мм. Частота вращения кулачка $n_k = 2300$ мин⁻¹. Рассмотрены наиболее часто применяемые трех и двухходовые кулачки (рис. 1,б). С трехходовым кулачком с тангенциальным профилем начального участка (зависимость 1) имеет место практически линейный рост углового ускорения до примерно 160000 рад/с² (рис. 1, б). Используя условие (3) и выражения для массы и момента инерции ролика можно переписать это условие в виде ограничения на величину углового ускорения ролика для качения без проскальзывания

$$|\varepsilon| \leq \frac{2 \cdot f \cdot N}{\pi \cdot R_p^3 \cdot b \cdot \rho}. \quad (6)$$

Таким образом, для снижения возможности проскальзывания нужно уменьшать радиус ролика и повышать нормальную реакцию N . Необходимо иметь в виду, что наименьшие значения N будут в начальной части подъема плунжера, когда насос еще не развивает давление. Поэтому для исключения проскальзывания нужно профилировать начальный участок профиля, так чтобы на этом участке были как можно меньше значения углового ускорения.

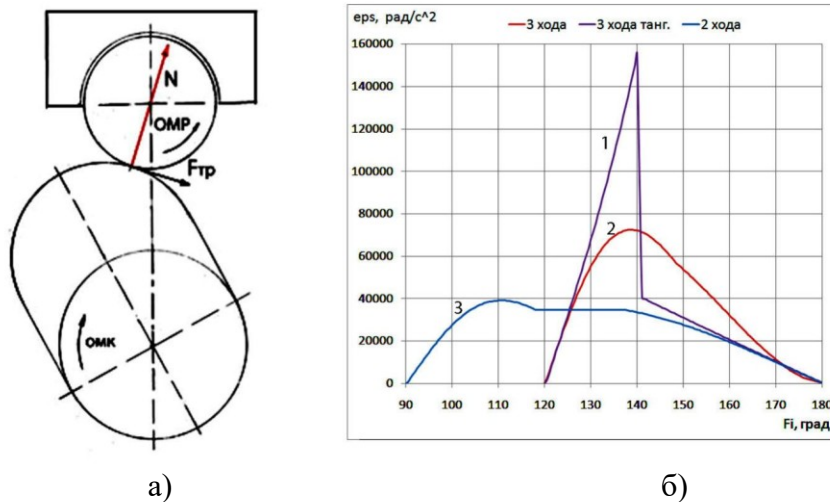


Рис. 1. Схема кулачка с роликом (а) и зависимости углового ускорения ролика от угла поворота кулачка при $n_k = 2300 \text{ мин}^{-1}$ (б):

- 1 – трехходовой кулачок с тангенциальным профилем,
- 2 – трехходовой кулачок с косинусоидальным профилем,
- 3 – двухходовой кулачок с косинусоидальным профилем

Для этого предлагается для начальной части профиля использовать косинусоидальный закон изменения ускорения плунжера, чтобы ускорение уменьшалось с подъемом плунжера. Закон изменения ускорения J примет вид

$$J = J_0 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2 \cdot \varphi_H} \varphi\right), \quad (7)$$

где J_0 – ускорение в начале участка при $\varphi = 0$,

φ_H – продолжительность начального косинусоидального участка,

φ – угол от начала участка.

Величина J_0 должна задаваться не меньшей значения ускорения тангенциального профиля в начале участка, чтобы не получилась вогнутость профиля. В конце участка величина J будет равна 0.

Интегрированием выражения (7) получаются выражения для скорости C и подъема плунжера H

$$C = \frac{J_0}{\omega_k} \cdot \frac{2 \cdot \varphi_H}{\pi} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2 \cdot \varphi_H} \varphi\right), \quad (8)$$

$$H = \frac{J_0}{\omega_k^2} \cdot \left(\frac{2 \cdot \varphi_H}{\pi}\right)^2 \cdot \left(1 - \cos \frac{\pi}{2 \cdot \varphi_H} \cdot \varphi\right). \quad (9)$$

Результаты расчета трехходового кулачка с косинусоидальным начальным участком показали, что максимальное угловое ускорение ролика ε уменьшилось в ~ 2 раза по сравнению с тангенциальным профилем (зависимость 2 на рис. 1, б). При использовании двухходового кулачка, у которого продолжительность участка нагнетания равна 90° , максимальное значение ε будет в ~ 2 меньше, чем у трехходового кулачка (зависимость 3 на рис. 1, б).

Когда $F_{\text{тр.ск}}$ становится больше $F_{\text{тр.ск.мах}} = f \cdot N$, то чистого качения ролика по поверхности кулачка не будет (будет проскальзывание) и уравнение вращательного движения ролика примет вид

$$J_p \frac{d\omega_p}{dt} = J_p \cdot \varepsilon = F_{\text{тр.ск.мах}} \cdot R_p = f \cdot N \cdot R_p, \quad (10)$$

$$d\omega_p = \frac{f \cdot N \cdot R_p}{J_p} dt.$$

Решая это уравнение численно методом Эйлера от момента начала проскальзывания, можно определить изменение угловой частоты вращения ролика ω_p

$$\omega_{p_{i+1}} = \omega_{p_i} + \frac{f \cdot N_i \cdot R_p}{J_p} \cdot \Delta t. \quad (11)$$

Величины с индексом $i+1$ относятся к концу расчетного интервала, а с индексом i – к началу.

Были выполнены расчеты по определению проскальзывания ролика в ТНВД с трехходовым кулачком при давлении в аккумуляторе 250 МПа и 100 МПа. На рис. 2 показаны расчетные зависимости сил трения скольжения ролика $F_{тр.ск}$ о поверхность кулачка при отсутствии проскальзывания (зависимость 4) и предельной силы трения скольжения $F_{тр.ск.мах} = f \cdot N$ (зависимости 5, 6, 7) от угла поворота. Были выполнены расчеты по определению проскальзывания ролика в ТНВД с трехходовым кулачка. Уменьшение $F_{тр.ск}$ при 140° связано с переходом на радиусный участок с отрицательным ускорением.

Начиная с угла поворота $\sim 126^\circ$, значение силы $F_{тр.ск}$ превысит предельную силу трения $F_{тр.ск.мах} = f \cdot N$ и частота вращения ролика будет меньше, чем при чистом качении. Сила трения не может быть больше предельной и на участке от $\sim 126^\circ$ до $\sim 144^\circ$ при $q_{ц} = 363 \text{ мм}^3$ будет иметь место проскальзывание ролика. После начала нагнетания топлива ($\sim 144^\circ$) предельная сила трения $F_{тр.ск.мах}$ будет увеличиваться, превысит силу $F_{тр.ск}$ и продолжит

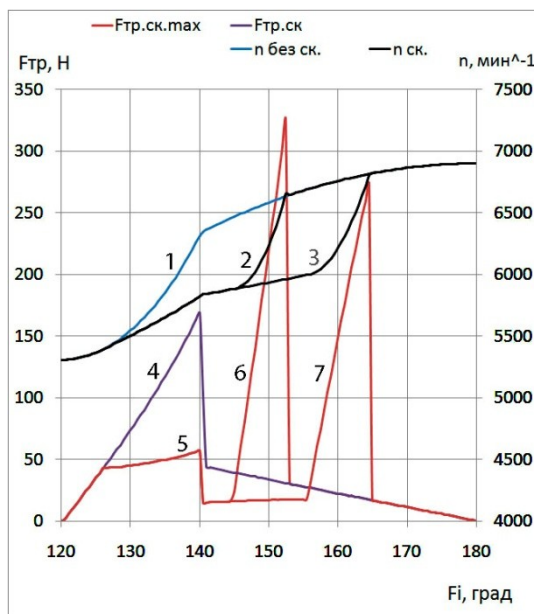


Рис. 2. Зависимости частоты вращения ролика толкателя и сил трения ролика о поверхность кулачка от угла поворота кулачка при $n_k = 2300 \text{ мин}^{-1}$:

- 1 – частота вращения ролика при чистом качении;
- 2 – при проскальзывании ($q_{ц} = 363 \text{ мм}^3$, $P_a = 250 \text{ МПа}$);
- 3 – при проскальзывании ($q_{ц} = 100 \text{ мм}^3$, $P_a = 150 \text{ МПа}$);
- 4 – $F_{тр.ск}$ без проскальзывания; 5 – $F_{тр.ск.мах} = f \cdot N$;
- 6 – $F_{тр.ск.мах}$ при проскальзывании ($q_{ц} = 363 \text{ мм}^3$);
- 7 – $F_{тр.ск.мах}$ при проскальзывании ($q_{ц} = 100 \text{ мм}^3$).

Дальше увеличиваться с ростом давления на плунжер. Проскальзывание ролика при этом сохраняется и сила $F_{тр.ск.мах}$ достигнет максимального значения $\sim 330 \text{ Н}$. Частота вращения ролика со $\sim 144^\circ$ также станет также резко увеличиваться (зависимость 2) и при $\sim 152^\circ$ достигнет того значения, которое имеет место при чистом качении. Скольжение ролика прекратится и сила трения станет равной силе трения скольжения при чистом качении $F_{тр.ск}$ (зависимость 4), т.е. уменьшится в ~ 10 раз. Как можно видеть на рис. 2, при уменьшении $q_{ц}$ до 100 мм^3 происходит увеличение продолжительности зоны проскальзывания до $\sim 165^\circ$.

В рассматриваемом случае для исключения проскальзывания на начальном участке подъема плунжера нужно было бы увеличить $F_{\text{тр.ск.мах}} = fN$ в ~ 3 раза, так чтобы она превысила силу $F_{\text{тр.ск.}}$, при которой не будет скольжения. Это можно обеспечить только увеличением усилия пружины толкателя в ~ 3 раза, что не реально. Поэтому необходимо уменьшить угловое ускорение ролика путем замены тангенциального участка профиля на косинусоидальный и выбрать усилие пружины толкателя, при котором fN всегда будет больше силы $F_{\text{тр.ск}} = J\varepsilon/R_p$. При этом сила fN должна быть рассчитана с учетом только усилия пружины толкателя и силы инерции подвижных масс. Профили двухходовых тангенциального и косинусоидального кулачков показаны на рис. 3, а. Видно, что косинусоидальный профиль 2 протекает более плавно.

На рис. 3, б представлены зависимости сил трения скольжения при чистом качении $F_{\text{тр.ск}}$ и предельных сил трения $F_{\text{тр.ск.мах}} = fN$ для трехходовых кулачков при тангенциальном (зависимости 1 и 4) и косинусоидальном (зависимости 2 и 5) профиле. Также показаны аналогичные зависимости для двухходового кулачка с косинусоидальным профилем (зависимости 3 и 6). Зависимости предельной силы трения (4, 5, 6) приведены без учета давления на плунжер, т.е. когда они будут минимальны. Чтобы не было проскальзывания ролика зависимости предельной силы трения должны располагаться выше соответствующих зависимостей для сил трения при чистом качении $F_{\text{тр.ск}}$. Видно, что с косинусоидальными кулачками проскальзывания ролика не будет, так зависимости 5 и 6 для $F_{\text{тр.ск.мах}}$ располагаются выше соответствующих зависимостей 2 и 3 для силы трения скольжения при чистом качении. С тангенциальным профилем исключить проскальзывание ролика не получится. Зависимости $F_{\text{тр.ск.мах}}$ получены с усилием пружины при максимальном подъеме плунжера равном 1120 Н для тангенциального кулачка (4), 2120 Н для трехходового кулачка с косинусоидальным профилем (5) и 1080 Н для двухходового кулачка (6).

Таким образом, предложенные рекомендации по расчету и выбору параметров кулачкового механизма ТНВД позволяют исключить проскальзывание ролика толкателя при повышенной частоте вращения кулачкового вала.

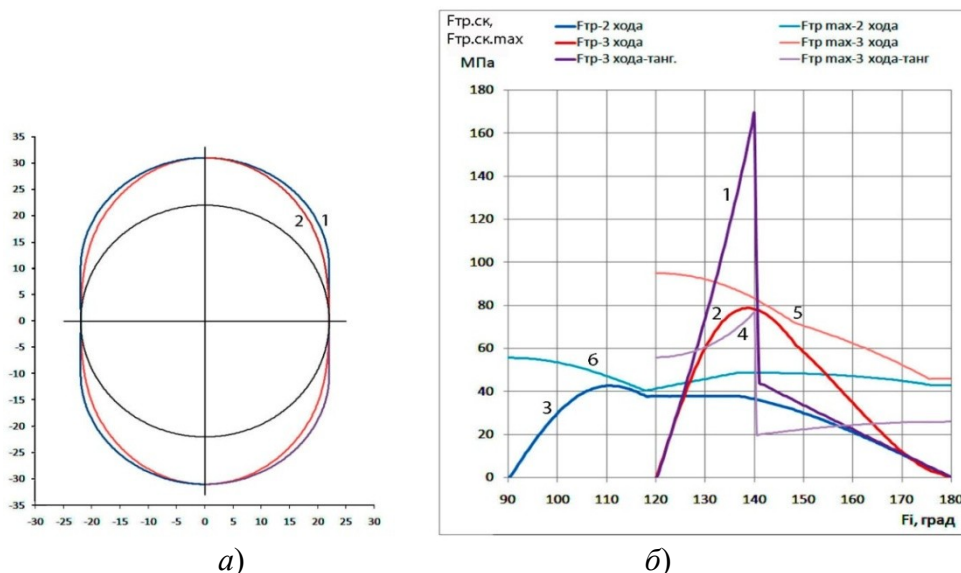


Рис. 3. Профили кулачков (а) и зависимости сил трения скольжения ролика о поверхность кулачка (б) при чистом качении 1, 2, 3 и предельных сил трения скольжения 4, 5, 6 без учета давления на плунжер ($n_k = 2300 \text{ мин}^{-1}$)

СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ

1. Mollenhauer, K. Handbook of diesel engines / K. Mollenhauer, H. Tschoeken. – Springer, 2010. – 636 p.
2. Бухгольц, Н.Н. Основной курс теоретической механики. Т.2 / Н.Н.Бухгольц. – М.: Наука, 1969. – 332 с.
3. Попов, Н.Н. Расчет и проектирование кулачковых механизмов / Н.Н.Попов. – М.: Машиностроение, 1980. – 214 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАКТОРНОГО МЕТОДА В СТРАТЕГИЧЕСКИХ ЗАДАЧАХ ПВО ПО БОРЬБЕ С БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ (БПЛА)

С.Р. Кремер, М.С. Харламов, А.А. Мурашов

Научный руководитель – **А.А. Мурашов**, д-р техн. наук, доцент

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

Рассматривается возможность применения траекторного метода для определения движения беспилотного летательного аппарата (БПЛА). Указаны положительные и слабые стороны метода применительно к рассматриваемой задаче.

Ключевые слова: траекторный метод, беспилотный летательный аппарат, регрессионные методы

APPLICATION OF THE METHOD IN STRATEGIC AIR DEFENSE TASKS TO COUNTER UNMANNED UNDER- PLANE VEHICLES (UAVs)

S.R. Kremer, M.S. Kharlamov, A.A. Murashov

Scientific Supervisor – **A.A. Murashov**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense

The possibility of using the trajectory method to determine the movement of an unmanned aerial vehicle (UAV) is considered. The advantages and disadvantages of the method in relation to the problem at hand are described.

Keywords: trajectory method, unmanned aerial vehicle, regression methods

Характер проведения специальной военной операции заставляет по-новому взглянуть на актуальность и эффективность систем противовоздушной обороны (ПВО). Современные воздушные угрозы, характеризующиеся широким использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), предъявляют исключительные требования к быстрдействию и точности систем управления огнем. В этих условиях критически важную роль играют математические методы и алгоритмы, позволяющие на основе ограниченной и зашумленной информации от радиолокационных станций спрогнозировать параметры движения цели для выработки упреждающего воздействия.

Одними из наиболее востребованных подходов для решения данной задачи являются траекторный и регрессионный методы. Траекторный метод позволяет динамически оценивать состояние цели и предсказывать ее будущее положение. В свою очередь, регрессионный анализ дает возможность аппроксимировать траекторию цели математической функцией, что упрощает расчет точки встречи с боеприпасом.

В современных боевых действиях и военных операциях ключевую роль стали играть беспилотные летательные аппараты (БПЛА), перемещение которых отличается от движения обычных самолетов, ракет или других крупных летающих объектов. Поэтому актуальность данного исследования связано именно с изучением того, насколько применим траекторный метод для борьбы с БПЛА.

Регрессионный анализ можно представить как поиск функции, наилучшим образом описывающей набор наблюдаемых точек движения (отметок). Эта функция затем используется для оценки или предсказания значений зависимой переменной при новых значениях независимых переменных. Реализация регрессионного метода представлена в табл. 1.

Траекторный метод заключается в применении регрессионного метода для отыскания функции, описывающей траекторию наблюдаемого объекта. В военной сфере задача траекторного метода можно сформулировать следующим образом: «Пусть радиолокационная станция вращается с определённой частотой. И каждый оборот делает отметку о положении цели. Однако это не точные координаты цели, а оценка её местоположения. По данным оценкам необходимо найти функцию, задающую траекторию движения наблюдаемого объекта».

Таблица 1. Реализация регрессионного метода

Компонент	Описание	Значение
Зависимая переменная	Переменная, значения которой предсказываются	y
Независимые переменные	Переменные, используемые для предсказания	$x_1, x_2, \dots, x_n$
Коэффициенты регрессии	Параметры, указывающие на силу и направление взаимосвязи	$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$
Остаточный член	Разница между фактическим и предсказанным значением	ε

Итак, пусть за какой-то отрезок времени многофункциональная радиолокационная станция сделала отметки о следующих точках, через которые (или рядом с которыми) прошёл наблюдаемый летательный аппарат. Расположение точек на координатной сетке представлено на рис. 1.

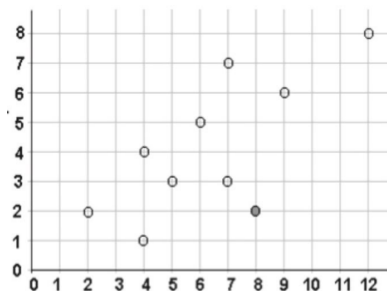


Рис. 1. Точки – оценки нахождения цели

При моделировании технологических процессов во многих случаях связь между входными и выходными параметрами можно аппроксимировать полиномом n -ой степени:

$$y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x^i. \quad (1)$$

Затем воспользуемся методом наименьших квадратов для нахождения функции, описывающей траекторию наблюдаемого объекта [1]. Метод позволяет найти такие коэффициенты модели, при которых ошибка между реальными данными и модельными прогнозами оказывается минимальной. Например, для линейной регрессии, где b_0 – свободный член, b_1 – угловой коэффициент, задача МНК сводится к определению таких значений b_0 и b_1 , которые минимизируют сумму квадратов отклонений.

После данных действий согласно полученной функции проводим прямую, которая задает траекторию движения вероятной цели. Линия траектории представлена на рис. 2.

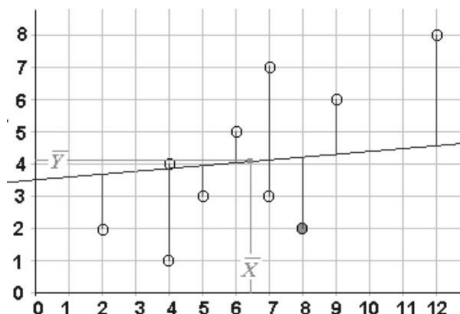


Рис. 2. Линия траектории объекта

Следует отметить, что движение беспилотного летательного аппарата очень редко может быть описано линейной регрессией. БПЛА часто управляется оператором и передвигается по его командам. Эти команды не задают прямую линию, ведь дрон пролетает от ориентира к ориентиру, облетая препятствия, то набирая, то снижая высоту полета. Это делает движение БПЛА плохо предсказуемым.

В представленном ниже примере квадрокоптер, при помощи нижней камеры распознает маркер и сопоставляет *id* - маркера с файлом карты всех меток, находящихся в полетной зоне. В файле-карте указаны координаты всех меток, с учетом их *id* - номера, а также размера самого маркера. За счет идентификации маркера при помощи машинного зрения, а также сопоставления *id* -номера распознанной метки и ее координат в файле-карте, дрон может достаточно точно определить текущие координаты, а также осуществить дальнейшую навигацию.

В представленном на рис. 3 фрагменте кода производится автономный взлет, зависание над *aruco*-маркером на высоте 1 м метр, а затем полет к маркеру с *id* = 83 . Все поле меток заранее занесено в память квадрокоптера.

```

2 import rospy
3 from clever import srv
4 from std_srvs.srv import Trigger
5 from mavros_msgs.srv import CommandBool
6 from clever.srv import SetLEDEffect
7
8 arming = rospy.ServiceProxy('mavros/cmd/arming', CommandBool)
9
10 rospy.init_node('flight')
11
12 get_telemetry = rospy.ServiceProxy('get_telemetry', srv.GetTelemetry)
13 navigate = rospy.ServiceProxy('navigate', srv.Navigate)
14 land = rospy.ServiceProxy('land', Trigger)
15 set_effect = rospy.ServiceProxy('led/set_effect', SetLEDEffect)
16
17 navigate(x=0, y=0, z=1.0, speed=0.3, frame_id='body', auto_arm=True) #взлет на один метр
18 set_effect(r=255, g=0, b=0)
19 rospy.sleep(6)
20
21 navigate(frame_id='aruco_83', x=0, y=0, z=1.0, speed=1.0)
22 set_effect(r=255, g=0, b=0)
23 rospy.sleep(3)
24
25 navigate(frame_id='aruco_103', x=0, y=0, z=1.2, speed=1.0)
26 set_effect(r=255, g=0, b=0)

```

Рис. 3. Фрагмент кода, встроенного в память квадрокоптера

Траекторный метод в традиционном виде в настоящее время практически не используется [2]. В современной версии используется рекуррентная обработка данных, что позволяет непрерывно уточнять прогноз по мере поступления новых измерений точек движения, адаптируясь к изменяющейся динамике полета. Рекуррентный характер обработки данных характерен для рекуррентных нейронных сетей (RNN) – типа нейронных сетей, специально разработанных для работы с последовательными данными. В отличие от традиционных нейронных сетей, RNN имеют «память», что позволяет им учитывать предыдущие элементы последовательности при обработке текущего элемента.

Заключение

Применительно к БПЛА перспективой развития траекторного метода является интеграция с алгоритмами искусственного интеллекта и машинного обучения, что позволит точнее предсказывать тактику пилотов БПЛА и противодействовать групповым атакам, обеспечивая новый качественный уровень противовоздушной обороны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Гмурман, В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 2004. – 387 с.
- 2) Костин, А.С. Исследование моделей и методов маршрутизации и практического выполнения автономного движения беспилотными транспортными системами для доставки грузов / А.С. Костин, Н.В. Богатов // Вестник государственного университета морского и речного флота имени С.О. Макарова – 2023. – № 15 (3) – С. 524–536.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВОЕННОЙ ТЕХНИКЕ

А.С. Максимов, М.С. Балунов

Научный руководитель – **М.С. Балунов**, канд. пед. наук, доцент

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В статье рассматриваются вопросы применения искусственного интеллекта в военной сфере, в частности в военной технике. Рассмотрены вопросы рисков, связанных с внедрением искусственного интеллекта в военную сферу. Изучены процессы развития внедрения ИИ в военную сферу.

Ключевые слова: искусственный интеллект, техника, развитие, военная сфера

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MILITARY EQUIPMENT

A.S. Maksimov, M.S. Balunov

Academic Supervisor – **M.S. Balunov**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

This article examines the application of artificial intelligence in the military sphere, particularly in military equipment. The risks associated with the introduction of artificial intelligence in the military sphere are discussed. The development of AI in the military sphere is also examined.

Keywords: artificial intelligence, technology, development, military sphere

Человечество стоит на пороге очередной революции в военном деле, где искусственный интеллект становится ключевым фактором стратегического превосходства. Сегодня государства активно стремятся использовать возможности ИИ для получения военного преимущества, что вызывает глубокую озабоченность у учёных, занимающихся исследованиями в области безопасности. Цифровая трансформация вооружённых сил и интеграция ИИ-технологий определяют новый этап в развитии военного искусства и формируют новый облик армий ведущих держав [2].

Целью данной работы является комплексный анализ применения искусственного интеллекта в военной технике, включая исследование мировых тенденций, ключевых технологических направлений, а также этических и правовых проблем, связанных с внедрением автономных систем вооружения [4].

Автономные и роботизированные системы (БПЛА, наземные роботы)

Наиболее массовое применение ИИ – беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Современные дроны (например, турецкий «Bayraktar TB2» или российский «Орион») используют ИИ для: Автоматического распознавания целей по визуальному и тепловизионному каналам. Планирования маршрута с учетом ПВО противника (адаптивная маршрутизация). Роевого взаимодействия (группы БПЛА обмениваются данными и распределяют цели без участия оператора) [5].

Пример: Проект Пентагона «CODE» (Collaborative Operations in Denied Environment) – рои БПЛА, способные продолжать миссию даже при потере связи с командным пунктом.

Системы управления войсками и поддержки принятия решения

Системы поддержки принятия решений помогают командованию анализировать ситуации и вырабатывать оптимальные сценарии действий на основе анализа разведывательных данных. Автономные боевые системы способны действовать без прямого участия человека, выполняя задачи по обнаружению и поражению целей. Системы

ситуационной осведомлённости обеспечивают сбор и анализ данных о поле боя в реальном времени. Отдельного внимания заслуживают системы кибербезопасности, защищающие военные коммуникации от кибератак, а также логистические системы, оптимизирующие снабжение войск и прогнозирующие потребности в материально-технических средствах. Ключевым трендом последних лет стало создание единых «интеллектуальных» сред, объединяющих робототехнические комплексы различного назначения. Пентагон реализует проект создания единой системы боевого управления CJADC2, в рамках которой основные усилия сосредоточены на сопряжении разведывательных и ударных средств различного базирования [1].

ИИ в системах ПВО и высокоточном оружии (табл. 1)

Зенитно-ракетные комплексы (например, С-500, Patriot) используют ИИ для:

- Селекции ложных целей (дипольные отражатели, тепловые ловушки) от реальных боевых блоков.
- Прогнозирования траектории гиперзвуковых и маневрирующих целей.
- Оптимизации последовательности пуска ракет при массированном налете.
- В крылатых и баллистических ракетах ИИ позволяет корректировать курс в реальном времени по ландшафту (TERCOM) и избегать системы ПВО.

Таблица 1.

Критерий	Традиционная система	Система с ИИ
Скорость обработки сигналов	Секунды–минуты (человек)	Микросекунды
Точность распознавания	Зависит от усталости оператора	Константно высокая (>95% в чистых условиях)
Устойчивость к перегрузке информацией	Низкая	Высокая (распараллеливание)
Риск для личного состава	Высокий (в зоне поражения)	Минимальный (роботы/дроны)

Риски и проблемы

Уязвимость к РЭБ: системы ИИ полагаются на сенсоры. Спектр радиоподавления может ослепить нейросеть.

Отравление данных (adversarial AI): противник может специально модифицировать входные сигналы (например, нанести незаметные для человека, но сбивающие ИИ маркеры на танк), заставив классификатор принять танк за гражданский автобус.

Технологические аспекты внедрения ИИ

Одним из наиболее эффективных применений ИИ в военной сфере является обработка разведывательных данных. ИИ-системы способны анализировать многолетние массивы данных: спутниковые снимки, видеозаписи с дронов, перехваты коммуникаций, тепловизионные изображения. В российских научных публикациях отмечается повышение актуальности проблемы оперативного анализа разведывательных сведений на предмет выявления важных высококомобильных объектов противника, своевременное огневое поражение которых оказывает значительное влияние на исход боя.

Правовой аспект

Главная проблема – летальное автономное оружие (LAWS). Женевские конвенции требуют соблюдения принципов различия (комбатант/некомбатант) и пропорциональности. ИИ на современном уровне не обладает настоящим пониманием контекста:

«Может ли алгоритм отличить бойца, бросающего гранату, от ребенка с игрушечным автоматом?» Дискуссия в ООН (GGE на Конвенции по КОНВ) ведется с 2014 года, но юридически обязывающего запрета на автономные системы убийства до сих пор нет.

Риск эскалации

Искусственный интеллект может ошибочно распознать угрозу. Это может привести к риску необратимых процессов ошибочного запуска систем поражения (ракеты, в том числе ядерные заряды) Сценарий «ядерный апокалипсис по ошибке нейросети» рассматривается военными аналитиками как угроза [3].

Заключение

Применение искусственного интеллекта в военной технике уже изменило характер боевых действий, особенно в воздушной и информационной сферах. Основной переход происходит от автоматизации (выполнение жестких инструкций) к автономии (принятие решений в неопределенной среде).

Однако технологическое превосходство военного ИИ создает новые уязвимости и не решает этических дилемм. Наиболее вероятный сценарий на ближайшее десятилетие – сохранение принципа «человек в контуре» (Human-in-the-Loop) для критических решений об уничтожении живых целей. Полностью автономные системы останутся вспомогательным инструментом (разведка, РЭБ, логистика) [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) The Emerging Use of Artificial Intelligence in Modern Warfare .– URL: Artificial Intelligence in Modern Warfare - UPPCS MAGAZINE
- 2) Scharre, P. Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War // W.W. Norton & Company, 2018
- 3) О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации: указ Президента РФ от 10 октября 2019 г. N 490. – URL: <https://base.garant.ru/72838946/?ysclid=mqt5lk8w527368833>
- 4) NATO STO Collaborative Programme of Work Technical Reports 2022 Book of Abstracts. – URL: <https://www.vtusp.cz/files/uploads/2023/03/NATO-STO-CPoW-Abstracts-2022.pdf>
- 5) Russell, S. Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control. Viking. Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control. – 2019. – URL: Google Книги

ПОДАВЛЕНИЕ ШУМА НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ ВЕЙВЛЕТ-ФИЛЬТРАЦИИ

Д.И. Малюков, И.А. Чесных, И.В. Галицына

Научный руководитель – **И.В. Галицына**, канд. пед. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина

В статье представлен адаптированный обзор метода подавления белого шума на цифровых изображениях на основе вейвлет-преобразования Хаара. Рассматриваются этапы прямого и обратного преобразования, а также пороговая фильтрация высокочастотных компонент первого уровня разложения. Показано, что такой подход позволяет заметно уменьшить уровень помех и при этом сохранить значимую структуру изображения.

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, вейвлет Хаара, подавление шума, пороговая фильтрация, цифровое изображение

IMAGE DENOISING USING WAVELET FILTERING

D.I. Malyukov, I.A. Chesnykh, I.V. Galitsyna

Scientific Supervisor – **I.V. Galitsyna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

V.F. Utkin Ryazan State Radio Engineering University

This paper presents the review of white-noise suppression in digital images using the Haar wavelet transform. The study outlines the stages of forward and inverse transforms and describes threshold filtering of first-level high-frequency coefficients. The method makes it possible to reduce interference while preserving essential image structure.

Keywords: wavelet transform, Haar wavelet, image denoising, threshold filtering, digital image

Introduction

Satellite and aerial images are often degraded by random impulse-like or white noise that appears during acquisition, transmission, or preliminary processing. Standard spatial filters can suppress such distortion, but they usually smooth edges together with noise, which leads to the loss of useful information. This drawback is especially important in remote sensing, where boundaries of objects, texture fragments, and local contrast changes carry a large part of the analytical value. For this reason, denoising methods that can separate informative structures from unwanted fluctuations are of practical interest.

Wavelet analysis is attractive because it decomposes an image into several components associated with different frequency ranges. In a wavelet representation, noise becomes more visible in high-frequency channels, while the principal content of the image is concentrated in low-frequency approximation. As a result, filtering can be applied selectively rather than uniformly across the full raster. The approach discussed in this paper relies on the Haar wavelet transform, one of the simplest and most computationally efficient wavelet families. Its simplicity makes it suitable for implementation in C++ and for use in educational and engineering tasks where algorithm transparency matters as much as final quality [4].

The aim of the paper is to summarize the logic of Haar-based image denoising, describe the direct and inverse transforms, and explain how threshold processing of first-level detail coefficients can improve the visual quality of noisy images.

Forward Haar Wavelet Transform

Let $A(x, y)$ be a grayscale image, where x denotes column index and y denotes row index. In the Haar scheme, the image is divided into 2×2 pixel blocks. For each block, four coefficients are calculated: approximation coefficient $LL(i, j)$ and detail coefficients $LH(i, j)$, $HL(i, j)$, and $HH(i, j)$. LL component is the average value of the block and therefore represents low-frequency content. The remaining three components describe intensity changes in horizontal, vertical, and diagonal directions.

$$\begin{aligned}
LL(i, j) &= [A(2i, 2j) + A(2i+1, 2j) + A(2i, 2j+1) + A(2i+1, 2j+1)] / 4 \\
LH(i, j) &= |A(2i+1, 2j) - A(2i, 2j)| \\
HL(i, j) &= |A(2i, 2j+1) - A(2i, 2j)| \\
HH(i, j) &= |A(2i+1, 2j+1) - A(2i, 2j)|
\end{aligned} \tag{1}$$

To illustrate the Haar decomposition procedure, consider a single data block. Let the initial block be defined by the following values:

1	2
7	8

Four wavelet components are formed as follows:

1. LL component is taken as the arithmetic mean of 2×2 block:

$$(1 + 2 + 7 + 8) / 4$$

2. LH component is formed from the module of difference between "top right" and "top left" pixels in the block:

$$|2 - 1|$$

3. HL component is formed from the module of difference between "bottom left" and "top left" pixels in the block:

$$|7 - 1|$$

4. HH component is formed from the module of difference between "bottom right" and "top right" pixels in the block:

$$|8 - 2|$$

For a block consisting of four neighboring pixels, the approximation coefficient is obtained by averaging all four values. Detail coefficients are computed as differences between selected pixels inside the same block. If the original image has width X and height Y , then each wavelet component has dimensions $I = X/2$ by $J = Y/2$. In this way, the transform compresses spatial information while separating frequency content. Sharp transitions, small bright artifacts, and isolated distortions become pronounced in detail channels, which makes them suitable targets for threshold filtering.

A simple illustrative example clarifies the idea. Suppose a 2×2 block contains values 1, 2, 7, and 8. The average value forms LL component, while absolute differences between reference pixels generate three detail coefficients. In practical terms, this means that a smooth fragment of the image produces small detail coefficients, whereas noise or edges lead to larger values. Consequently, a decomposition stage acts as a preparatory step for intelligent denoising.

Inverse Transform and Threshold Filtering

After decomposition, denoising is performed by processing the first-level high-frequency components. The key assumption is that noise contributes strongly to LH, HL, and HH coefficients, while the informative background is preserved primarily in LL. Thresholds are introduced for each detail channel. If a coefficient exceeds its corresponding threshold, it is treated as distorted and corrected according to the selected reconstruction rule. In the original computational experiment, thresholding was applied to first-level coefficients only, which reduces algorithmic complexity and preserves most of coarse image structure.

The inverse Haar transform reconstructs the image from four wavelet components. First, the value of upper-left pixel in an original block is restored from approximation and detail coefficients. Then the remaining three pixels are recovered by adding corresponding horizontal, vertical, and diagonal differences. When a coefficient is identified as unreliable, a reconstruction formula is modified by introducing a correction factor. This correction reduces the influence of abnormal high-frequency values and weakens the visual manifestation of noise in a final image.

An important practical advantage of this approach is that denoising is selective. The pixels located in smooth areas are improved without excessive blurring, while edges are preserved better than under many traditional smoothing filters. At the same time, the method is not absolutely perfect. If an image contains strong legitimate transitions, some unaffected pixels may also be slightly altered because they resemble noise in wavelet domain. Therefore, threshold values must be selected carefully with respect to expected noise level and desired balance between smoothing and detail preservation.

Experimental Assessment

The quality of filtering was assessed by comparing the root-mean-square deviation (RMSD) calculated from the difference between original (noise-free) image and processed image with RMSD calculated from the difference between original image and noisy image. The use of quantitative deviation-based criteria for assessing filter performance is consistent with the approaches described in the literature on digital filtering quality evaluation [5].

In the example considered, the first RMSD value (15.12) was significantly lower than the second one (96.48), which confirms the effectiveness of the algorithm proposed.

The absence of a perfect result is due to intrinsic error of the algorithm, since in addition to noise removal it may also affect intact pixels in the regions with sharp color-value transitions, such as object boundaries. However, if the goal is to improve the overall visual quality of the image, this limitation is not critical.

The efficiency of filtering can be evaluated quantitatively by comparing root-mean-square deviation values. One deviation is calculated between original clean image and noisy image, while the second is calculated between original clean image and filtered result. If the second value is substantially smaller, denoising procedure can be considered effective. In the analyzed example, the deviation after filtering was much lower than before correction, which confirms that the proposed method removes a considerable portion of interference.

Visual assessment leads to same conclusion. In the initial experiment, noisy image, first-level high-frequency wavelet component, and filtered output were compared. The detail component clearly highlighted the regions where random noise accumulated, and after threshold processing the resulting image became noticeably cleaner. Although some local inaccuracies remained near abrupt changes of brightness, overall visual quality improved. For many engineering tasks this compromise is acceptable, because the main goal is not perfect restoration of every pixel but reliable enhancement of the image for further interpretation or machine processing.

From an implementation viewpoint, the method is convenient for educational software and lightweight analytical tools. Arithmetic operations are simple, memory requirements are modest, and algorithm logic is transparent. These features make the Haar-wavelet denoising a useful introductory model for more advanced multiresolution methods.

Fig. 1 shows an example of an original noisy image, Fig.2 shows the component of its wavelet decomposition, and Fig. 3 shows the result of filtering.

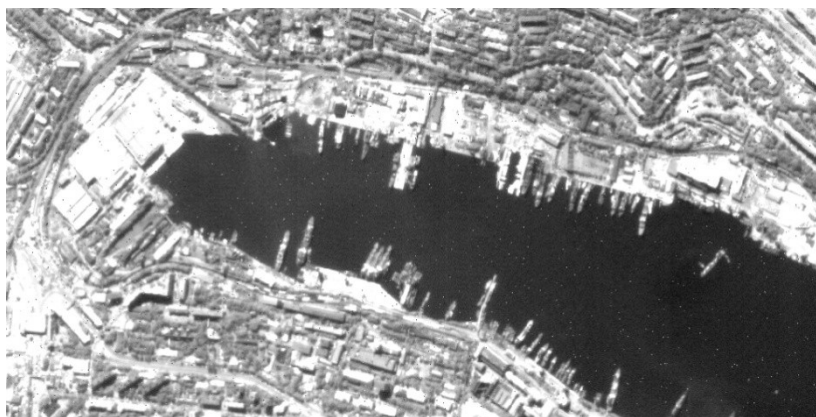


Fig. 1. Original image with noise

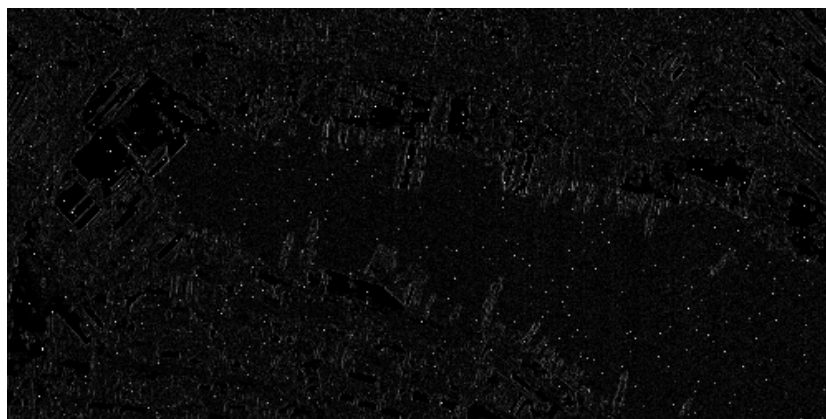


Fig. 2. High-frequency component of first-level wavelet decomposition

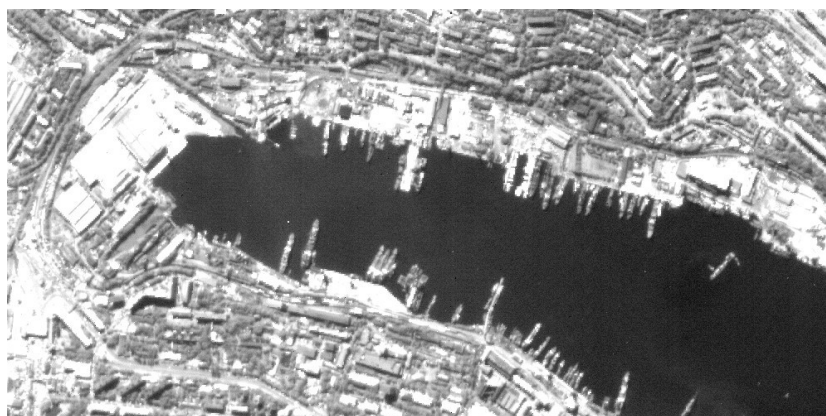


Fig. 3. Filtering result

Conclusion

Wavelet filtering based on the Haar transform offers a clear and computationally efficient way to suppress white noise in digital images. Direct transform separates low-frequency content from detail information, threshold processing weakens high-frequency disturbances, and inverse transform reconstructs corrected image. The reviewed results show that this scheme can significantly reduce noise while preserving the main structure of the scene.

At the same time, the method should be viewed as a flexible baseline rather than a universal solution. Its quality depends on threshold selection and on image content itself. Nevertheless, the approach remains useful because it combines algorithmic simplicity, interpretability, and satisfactory practical performance. Further work may extend the method by using adaptive thresholds, multi-level decomposition, comparison with other wavelet families, and testing on larger sets of remote-sensing images.

REFERENCES

- 1) Find the Standard Deviation of Array Elements in C++ // GeeksforGeeks. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/cpp-program-to-find-the-standard-deviation-of-array-elements/> (accessed: 30.03.2026).
- 2) Korshunov, Yu.M. The method for digital filters quality assessment based on artificial imitation models of signal and noise / Yu.M. Korshunov // Vestnik of RSREU. – 2010. – № 31. – P. 7–11.
- 3) Sharonov, A.V. The method of raster image processing based on wavelet transformation / A.V. Sharonov, S.V. Novosyolov // Vestnik of RSREU. – 2009. – № 30. – P. 12–16.
- 4) Wavelet transforms. Types of wavelet transforms. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/data-science/wavelet-transforms/>
- 5) Работа с растром на низком уровне для начинающих // Хабр: [сайт]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/196578/> (accessed: 30.03.2026).

О СИНТЕЗЕ САУ АВИАЦИОННОГО ДВС С НАСТРОЙКОЙ ПИД-РЕГУЛЯТОРА МЕТОДОМ ЦИГЛЕРА-НИКОЛЬСА

Д.Е. Почкин

Научный руководитель – Ю.Е. Хрящёв, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается синтез системы автоматического управления для авиационного двигателя внутреннего сгорания с применением ПИД-регулятора. Настройка коэффициентов ПИД-регулятора проводится эмпирическим методом Циглера-Никольса. Моделирование проводится в среде «Engsee» российской разработки.

Ключевые слова: авиационный двигатель внутреннего сгорания, синтез системы автоматического управления, ПИД-регулятор

ON THE SYNTHESIS OF AN ACS FOR AVIATION ICE WITH PID-CONTROLLER TUNING USING THE ZIEGLER-NICHOLS METHOD

D.E. Pochkin

Scientific Supervisor – Yu.E. Khryashchev, Doctor of Engineering Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

This paper discusses the synthesis of an automatic control system for an aircraft internal combustion engine using a PID controller. The PID controller coefficients are tuned using the Ziegler-Nichols empirical method. Simulation is performed in the Russian-developed Engsee software.

Keywords: aircraft internal combustion engine, automatic control system synthesis, PID controller

Введение

Современные летательные аппараты (ЛА) оснащаются системами автоматического управления (САУ), которые обеспечивают стабильную и эффективную эксплуатацию не только ДВС, но и сторонних подсистем. Управление двигателем в САУЛА требует особенно высокой точности, быстродействия и надежности, поскольку даже незначительные отклонения могут привести к снижению летных характеристик, а также увеличению риска аварийных ситуаций. В связи с этим, синтез и оптимизация САУ двигателем внутреннего сгорания является одной из ключевых задач в области авиационного двигателестроения. Настоящая статья посвящена вопросу синтеза САУ ДВС легкого летательного аппарата и настройке ПИД-регулятора на основе математической модели, построенной в программном комплексе «Engsee» отечественной разработки.

Объект исследования

За основу объекта управления был взят авиационный четырехтактный бензиновый ДВС мощностью 2.57 кВт (3,5) л.с., оснащенный электронной САУ частотой вращения. В качестве регулятора применен пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор (ПИД-регулятор). Непосредственное воздействие осуществлено путем регулирования цикловой подачи бензина через топливные инжекторы, расположенные во впускном коллекторе над впускными клапанами.

Построение математической модели из блоков

Для синтеза САУ выбранного ДВС использовались блоки передаточных функций и готовый блок ПИД-регулятора с обратной связью (рис. 1). В качестве среды моделирования использовалась платформа «Engsee».

Передаточная функция для ДВС в общем виде имеет вид:

$$W(s) = \frac{K \cdot e^{-\tau s}}{(T_1 s + 1)(T_2 s + 1)}, \quad (1)$$

где: K – коэффициент усиления;

τ – время запаздывания;

T_1, T_2 – постоянные времени, характеризующие инерционность двигателя [1].

В частном случае передаточная функция авиационного двигателя имеет вид:

$$W(s)_{T-40} = \frac{1 \cdot e^{-0,5s}}{(0,5s+1)(0,005s)} \quad (2)$$

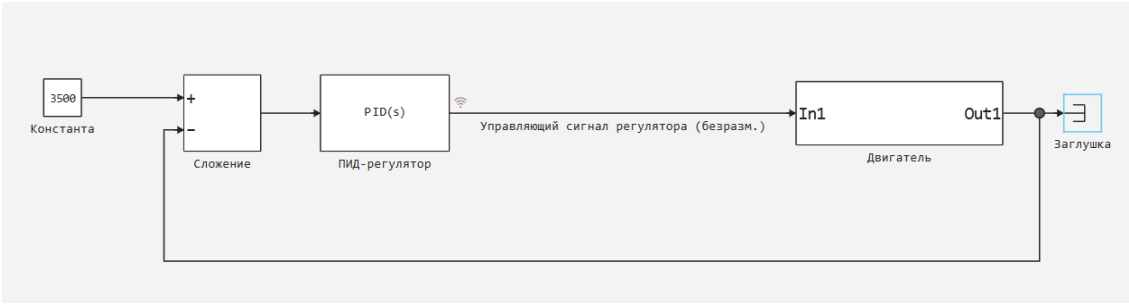


Рис. 1. Схема модели САУ авиационным ДВС в среде «Engage»

Модель объекта управления в виде математических блоков Engage представлена на рис. 2.

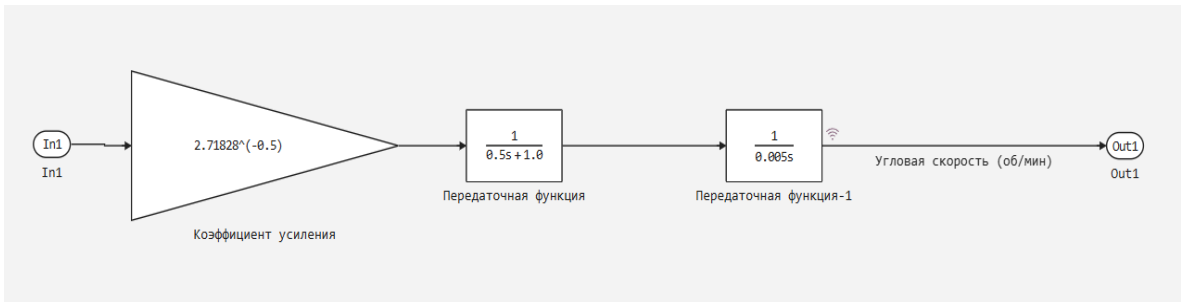


Рис. 2. Схема модели двигателя в виде математических блоков среды «Engage»

Экспериментальная часть

Настройка ПИД-регулятора произведена на номинальной частоте вращения, а именно 3500 мин⁻¹ [3]. В качестве метода настройки применен эмпирический метод Циглера-Никольса в первом варианте.

Данный вариант основан на использовании запасов устойчивости. Исследование устойчивости начинается с П-составляющей регулятора. Пропорциональный коэффициент увеличивался до тех пор, пока на выходе регулятора не установился сигнал с постоянной амплитудой колебаний [1].

Величина пропорционального коэффициента k_n^* получена экспериментально: на выходе ПИД-регулятора образовывалась устойчивая синусоида и измерялось значение T^* -периода установившихся колебаний в системе.

В общем виде таблица типовых значений коэффициентов ПИД-регулятора имеет вид [2] (табл. 1):

Таблица 1. Типовые значения коэффициентов ПИД-регулятора по методу Циглера-Никольса

Регулятор	k_n	k_u	k_d
ПИД	$0,6k_n^*$	$1,2k_n^*/T^*$	$0,075k_n^*T^*$

В частном случае проектируемой САУ значения коэффициентов ПИД-регулятора принимают следующий вид (табл. 2):

Таблица 2. Значения коэффициентов ПИД-регулятора синтезируемой САУ, установленные по методу Циглера-Никольса

Регулятор	k_n	k_u	k_d
ПИД	0,15	0,1	0,04

С подобранными коэффициентами ПИД-регулятор имеет следующий сигнал на выходе (рис. 3, верхний график). Угловая скорость ДВС принимает необходимое значение 3500 мин⁻¹ за время $t = 0.3$ с, система устойчива (рис. 3, нижний график).

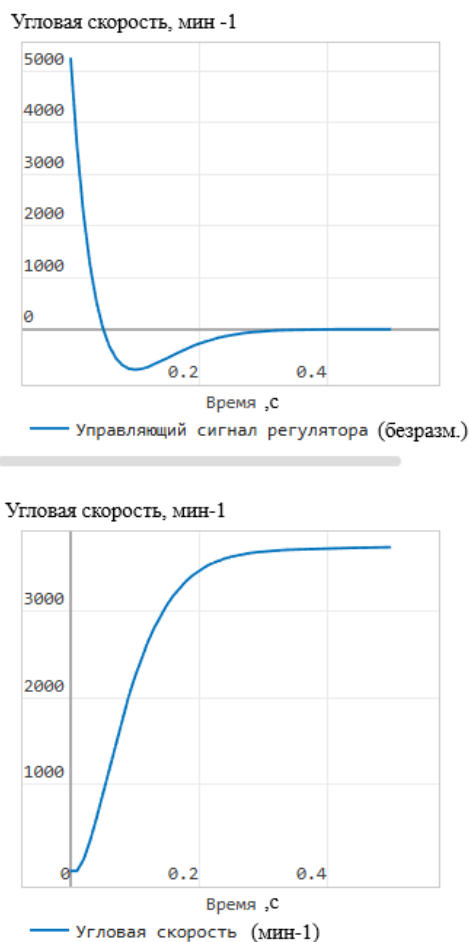


Рис. 3. Графики модели САУ ДВС на временном интервале 0-0.5 с

Вывод

Показано, что использование среды моделирования на платформе «Engage» позволяет произвести синтез САУ в частности конкретного авиационного ДВС для конкретного нагрузочно-скоростного режима (в частности методом Циглера-Никольса). С полученными эмпирически-экспериментальным путем коэффициентами время переходного процесса составило 3 мс. Полученная математическая модель может быть усовершенствована, например, учетом возмущающих воздействий, непосредственно не влияющих на изменение скорости полета, с учетом управления нагнетаемым воздухом и выбором рационального момента зажигания горючей смеси, а также доработана в зависимости от положения ЛА в трехмерных координатах и других требуемых тактических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Беть, С.Г. Применение ПИД-регулятора для регулирования частоты вращения двигателя с аккумуляторной топливной системой = Application of PID controller to control engine speed with common fuel system / С.Г. Беть // Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов: в 2 томах / Белорусский национальный технический университет, Автотракторный факультет; редкол.: Т.В. Матюшинец (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БНТУ, 2023. – С. 138-140.
- 2) Настройка типовых регуляторов по методу Циглера–Никольса: метод. указания к выполнению лаб. работы для студентов, обучающихся по направлениям 210100 «Электроника и наноэлектроника» и 201000 «Биотехнические системы и технологии» / сост. О.С. Вадутов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 10 с.
- 3) Куприков, М.Ю. Авиационный двигатель / М. Ю. Куприков. – URL: https://old.bigenc.ru/technology_and_technique/text/4008614.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ВОДОРОДЕ

А.С. Разин, М.С. Балунов

Научный руководитель – **М.С. Балунов**, канд. пед. наук, доцент

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В статье анализируется опыт применения водорода в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания и получение его с помощью процесса электролиза. В ходе анализа выделены преимущества и недостатки использования водорода в качестве топлива для ДВС, а также разработан план для дальнейшей практической разработки рабочей модели.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, бензин, водород, электролиз, сравнение, автомобили на водород.

PROSPECTS FOR HYDROGEN-POWERED ENGINES

Cadet A.S. Razin, M.S. Balunov

Scientific Supervisor – **M.S. Balunov**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

The article analyzes the experience of using hydrogen as a fuel for internal combustion engines and obtaining it using the electrolysis process. During analysis, the advantages and disadvantages of using hydrogen as a fuel for an internal combustion engine were highlighted, and a plan was developed for further practical development of a working model.

Keywords: internal combustion engine, gasoline, hydrogen, electrolysis, comparison, hydrogen-powered cars

Использование продуктов электролиза воды (водорода и кислорода) в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) обладает рядом преимуществ и перспектив, однако также сталкивается с определенными трудностями и ограничениями. Рассмотрим этот вопрос подробнее.

Преимущества использования водорода в ДВС:

Водородные ДВС рассматриваются как один из возможных путей снижения выбросов углекислого газа, но их массовое внедрение сдерживается технологическими, экономическими и инфраструктурными ограничениями. Некоторые автопроизводители экспериментируют с гибридными решениями, позволяющими использовать как водород, так и бензин.

В СССР во время блокады Ленинграда (1941–1942 годы) из-за дефицита бензина около 600 грузовиков перевели на работу на водороде. Двигатели внутреннего сгорания ГАЗ-АА адаптировали для использования воздушно-водородной смеси.

В 1970-х годах несколько автопроизводителей экспериментировали с водородными ДВС. Например:

BMW 520h (1979 год) -двух топливная модель, которая могла работать как на жидком водороде, так и на бензине. Оснащалась 3,5-литровым двигателем с прямым впрыском.

Mercedes 280 TE Wagon и TN 310 Van (1984 год) -работали на сжатом водороде, развивали более 100 л. с.

В Японии с 1974 по 1997 год было создано 10 прототипов водородных двигателей, которые приводились в движение за счёт сгорания водорода.

В настоящее время водород чаще используется в транспортных средствах с топливными элементами (FCEV), где он преобразуется в электричество для питания электродвигателя, а не в традиционных ДВС. Однако есть отдельные проекты и эксперименты с водородными ДВС:

Toyota Corolla Cross Hydrogen (2022 год) - концепт кроссовера с водородным двигателем, в основе которого лежит новый тип ДВС.

Toyota Crown (2023 год) - модель с водородным двигателем и запасом хода 820 км.

Также водород иногда используется в качестве добавки к традиционному топливу (например, к дизельному или газовому) для снижения выбросов или удешевления производства.

Таким образом, хотя водород и использовался в ДВС в прошлом и в отдельных современных проектах, эта технология остаётся нишевой и не стала массовой альтернативой традиционным видам топлива.

КАМАЗ-6290 В России разработаны несколько прототипов автобусов на водородном топливе. Основные проекты связаны с компаниями «КАМАЗ» и «Группа ГАЗ». Этот низкопольный водоробус был представлен на выставке COMTRANS-2021. Он создан на базе электробуса КАМАЗ-6282.

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) – это тип теплового двигателя, предназначенный для преобразования химической энергии топлива в механическую работу посредством последовательных процессов горения топлива прямо внутри рабочих камер (цилиндров). Формула сгорания топлива: $HC + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Принципы работы:

1. Циклическое функционирование

Работа ДВС основана на периодическом выполнении четырех основных этапов (тактов):

1. Такт впуска (всасывания)

- Поршень опускается вниз, открывая впускной клапан.
- Топливо-воздушная смесь всасывается внутрь цилиндра.

2. Такт сжатия

- Поршень поднимается вверх, закрывая клапаны.
- Смесь сильно сжимается, увеличивая её плотность и температуру.

3. Рабочий такт (расширение)

- Свеча зажигания инициирует возгорание смеси (или самовоспламенение в дизельном варианте).
- Возникающее давление газов резко толкает поршень вниз, совершая полезную работу.

4. Такт выпуска

Открывается выпускной клапан, поршень возвращается вверх, вытесняющий выхлопные газы из камеры сгорания.

После завершения четвертого такта цикл начинается заново.

Типы двигателей внутреннего сгорания

Существует два ключевых типа двигателей внутреннего сгорания:

1. Четырехтактные двигатели:

Используются в большинстве автомобилей, мотоциклов и других транспортных средствах.

Один полный рабочий цикл включает четыре такта: впуск, сжатие, расширение, выпуск.

2. Двухтактные двигатели:

- Применяются преимущественно в маломощных устройствах (мотоциклах, бензопилах, лодочных моторах).

- Выполняют рабочие процессы за два хода поршня (один оборот коленчатого вала): сгорание и удаление продуктов горения совмещены в одном такте.

Таким образом, работа ДВС базируется на последовательном превращении химической энергии топлива сначала в тепловую, а затем в механическую, обеспечивающую вращательное движение выходного вала и приводящее транспортное средство или механизм в действие.

Водород и бензин—два принципиально разных вида топлива, которые используются в двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Их сравнение позволяет выделить ключевые различия в эффективности, экологичности, технологиях применения и других аспектах (табл. 1).

Таблица 1. Сравнение топливных основных характеристик водорода и кислорода

Параметр	Бензин	Водород
1.Химическая природа	Углеводородное топливо, производное нефти	Чистый элемент (водород)
2.Теплотворная способность	Около 44,4 МДж/кг	142 МДж/кг
3.Экологичность	Выбросы углекислого газа, оксидов азота, углеводородов, сажи	При сгорании образуется только вода
4.КПД в ДВС	Около 30-40%	30-45% 65-82% в чистом виде
5.Хранение и транспортировка	Относительно простое хранение в жидком состоянии, развитая инфраструктура заправок	Требуется специальных условий: давление до 700 атм или криогенный температуры (252,88°С)
6.Безопасность	Горюч, но имеет ограниченный диапазон взрывоопасности	Горит в широком диапазоне концентрации с воздухом, высокая летучесть увеличивает риск утечек и взрывов
7.Влияние на двигатель	Может приводить к образованию нагара, лаков, кокса	Не образует нагара и кокса, может вступать в реакцию с материалами двигателя и смазкой, вызывая коррозию и ускоренный износ
8.Заправка	Быстрая, развитая инфраструктура	Требуется специальных заправок
9.Стоимость	Относительно доступная	Дороже бензина: производство, хранение и транспортировка обходятся значительно дороже при настоящем развитии инфраструктуры
10.Зависимость от ископаемых ресурсов	Да (нефть)	Нет прямой зависимости, но до 95% водорода получают из ископаемых источников

Теплота сгорания и энергоёмкость.

Водород обладает более высокой теплотой сгорания – около 120 МДж/кг, что в 2,5 раза больше, чем у бензина (42–50 МДж/кг). Это означает, что при одинаковом объёме водород потенциально может обеспечить больше энергии. Однако из-за низкой плотности газа для хранения того же количества энергии требуется больший объём, чем для бензина.

Бензин – углеводородное топливо, которое при сгорании выделяет энергию, достаточную для работы традиционного ДВС. Его энергоёмкость ниже, чем у водорода, но технологии хранения и использования более отработаны.

При сгорании водорода образуется только вода (H₂O), что делает его экологически чистым топливом с точки зрения выбросов. Это значительно снижает вклад в глобальное потепление и загрязнение воздуха.

КПД водородного ДВС составляет примерно 40–45%, что сопоставимо с дизельными двигателями, но ниже, чем у водородных топливных элементов (50–60%). Тем не менее, это выше, чем у традиционных бензиновых ДВС (30–35%).

Бензиновый ДВС имеет относительно низкий КПД из-за несовершенства процесса сгорания и потерь энергии.

Водород обладает высоким октановым числом, что позволяет использовать высокую степень сжатия и обеспечивает большую мощность по сравнению с бензиновыми двигателями. Однако реализация этой мощности требует оптимизации конструкции двигателя.

Бензиновые двигатели остаются массовыми, но их доля на рынке постепенно снижается из-за растущего интереса к более экологичным альтернативам, включая электромобили и водородные технологии.

Таким образом, водород имеет потенциал в качестве более экологичного и энергоёмкого топлива, но его внедрение сталкивается с серьёзными техническими и экономическими препятствиями. Бензин остаётся практичным выбором для многих применений, хотя его использование сопряжено с экологическими проблемами.

Использование продуктов электролиза воды (водорода и кислорода) в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания (ДВС) обладает рядом преимуществ и перспектив, однако также сталкивается с определенными трудностями и ограничениями. Рассмотрим этот вопрос подробнее. Преимущества использования водорода в ДВС.

Электролиз воды представляет собой процесс расщепления молекул воды на водород и кислород посредством пропускания электрического тока через воду. Этот метод является одним из способов производства водорода, который считается экологически чистым топливом будущего. Формула электролиза воды: $\text{O}=\text{+}$ [3].

Основные принципы электролиза воды:

1. Электроды:

Электролиз осуществляется с использованием двух электродов, погруженных в раствор соли или кислоты (электролит). Обычно используются два типа электродов:

Анод (+): Положительно заряженный электрод, на котором протекает окисление (потеря электронов).

Катод (-): Отрицательно заряженный электрод, на котором происходит восстановление (получение электронов).

2. Реакции на электродах:

-Катод: Здесь восстанавливаются катионы водорода, образуя молекулярный водород. Реакция выглядит следующим образом:

-Анод: Здесь анионы гидроксида подвергаются окислению, выделяя кислород:

Суммарная реакция всего процесса электролиза выражается уравнением:

3. Энергия и эффективность:

Для протекания реакции необходима энергия извне (электрический ток). Количество энергии зависит от приложенного напряжения и силы тока. Эффективность электролиза определяется соотношением затраченной электроэнергии и количеством произведённого газа.

4. Применение электролиза:

Производство чистого водорода для энергетики и промышленности.

Использование в химическом синтезе, металлургии и очистке металлов.

Получение кислорода для нужд медицины и промышленных процессов.

Таким образом, электролиз воды является эффективным способом получения чистых газов, особенно водорода, играющего важную роль в переходе к низко углеродному будущему [1].

Из анализа, выделенных в истории автомобилестроения, примеров внедрения водорода в качестве топлива для автомобилей, сравнения по характеристикам, имеющим значение для использования в двигателе, бензина и водорода могу сделать ряд выводов и построить дальнейший план действий в ходе научных изысканий:

1. На протяжении истории развития автомобилестроения было предпринято множество попыток внедрения водорода в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания, которые не получили дальнейшего развития из-за различных причин, таких как: влияние нефтяных гигантов, для которых внедрение водорода было бы не выгодно, привычность населения и инфраструктуру.

2. В ходе характеристического сравнения водорода и бензина был выделен ряд преимуществ, таких как: чистота топлива (топливо состоит из чистого), тепловая способность практически в три раза выше чем у бензина, при сгорании образуется только,

что делает данное топливо экологически чистым, большая КПД при использовании в чистом виде, не образует нагара и кокса, обладает высокой антидетонационной стойкостью, что позволяет использовать его при более высокой степени сжатия, позволяет использовать высокую степень сжатия. Также выделен ряд недостатков: требует высокого давления, сложность хранения, более взрывоопасен, высокая летучесть увеличивает риск утечек и взрывов, может вступать в реакцию с материалами двигателя и смазкой, вызывая коррозию и ускоренный износ, производство и хранение дороже.

3. Для получения водорода выделен метод получения электролизом воды, что может удешевить его производство и исключить его добычу из недр путём реформинга метана и надобность его сложной транспортировки.

Также продумал план построения рабочей модели, состоящей из электролизёра и малокубаторного двигателя внутреннего сгорания, которая будет демонстрировать возможность использования, получаемой в ходе электролиза воды, смеси водорода и кислорода, называемой гремучей смесью [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Ченский, В.В. Применение водорода на автомобильном транспорте в качестве топлива / В.В. Ченский, М.А. Ляченков, В.А. Проценко // Молодой ученый. – 2020. – № 21 (311). – С. 552-555. – URL: <https://moluch.ru/archive/311/70651>.
- 2) Шабанов, А.В. Инновационные разработки по применению водорода на транспортных ДВС и в силовых установках / А.В. Шабанов, А.Ю. Дунин, В.К. Ванин // Известия МГТУ МАМИ. – 2023. – Т. 17, № 2. – С. 115-126. – DOI: 10.17816/2074-0530-430189. – EDN UUDFMN
- 3) Буркан А.А. Электролизёр. Методика расчёта и изготовления. – 2022. – URL: <https://s4.skladchik.tv/threads/ehlektrolizer-metodika-rascheta-i-izgotovlenija-2-e-izdanie-oktjabr-2022-alex-lab.265301/>

ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ К ИССЛЕДОВАНИЮ НАДЕЖНОСТИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.Д. Савельев

Научный руководитель – **С.А. Курочкина**, канд. физ.-мат. наук

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В работе рассмотрены методы применения графов в теории надежности. На примере работы радиолокационной станции показано использование графических представлений и формальных моделей для эффективного выявления и устранения потенциальных проблем надежности, принятия обоснованных решений для повышения общей надежности системы.

Ключевые слова: граф состояния системы, формализованный граф, надежность

APPLICATION OF GRAPH MODELS TO STUDY THE RELIABILITY OF RADIO ENGINEERING SYSTEMS

A.D. Savelyev

Scientific Supervisor – **S.A. Kurochkina**, Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

The paper discusses the methods of applying graphs in the theory of reliability. Using the example of a radar station, the paper shows the use of graphical representations and formal models to effectively identify and eliminate potential reliability problems, and make informed decisions to improve the overall reliability of the system.

Keywords: system state graph, formalized graph, reliability

Радиолокационной станцией (РЛС) является радиотехническая система для обнаружения воздушных, морских и наземных объектов, а также для определения их дальности, скорости и геометрических параметров. Использует метод радиолокации, основанный на излучении радиоволн и регистрации их отражений от объектов.

Данная техническая система применяется как в гражданских (мирных) целях, так и в военных. С их помощью обеспечивается разведка воздушного пространства, что применяется в авиации. Распознавание объектов с помощью системы «свой-чужой» применяется в авиации для идентификации воздушных судов, участия в системах управления воздушным движением.

Для обеспечения надежности работы РЛС и выполнения ее функций, в современное время особое внимание уделяется надежности технической системы. Одним из направлений теории надежности является теория графов. Для наглядного и детального рассмотрения надежности системы будут рассмотрены два метода.

Рассмотрим первый метод, который называется «граф состояния системы». Суть метода заключается в следующем: на основе структурированной системы и принципа ее функционирования будут рассмотрены состояния, в которых будут показаны все возможные варианты восстановления системы. Порядок элементов будет выбираться из расчета важности того или иного компонента системы, без которой дальнейшие рабочие действия невозможны.

Граф состоит из вершин, обозначающих состояние системы, переходов, показывающих интенсивности восстановления и отказа.

Для данного метода рассмотрим общую структуру РЛС.

Для гибкого анализа выставим приоритеты восстановления: 1.шасси 2.блок питания 3.антенна 4.блок управления. В результате чего получим граф состояния системы представленный на рис. 1.

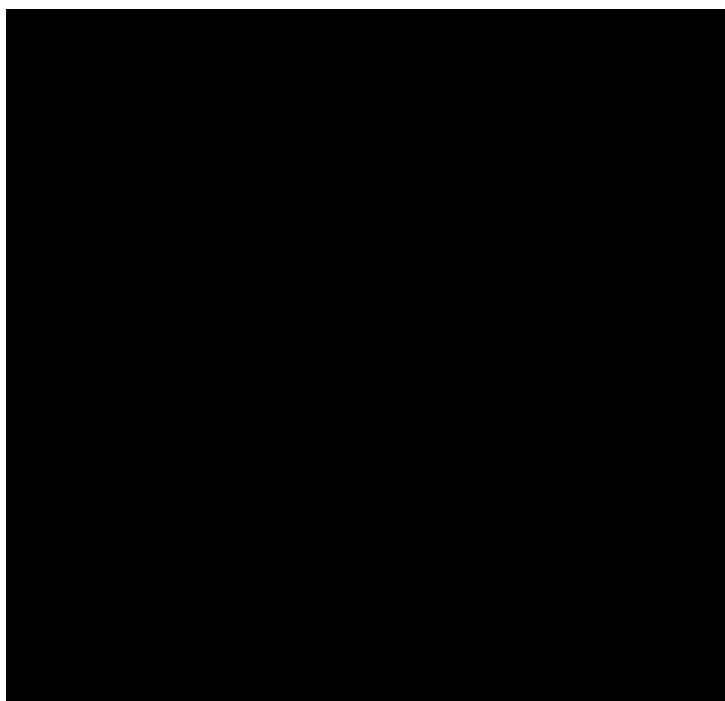


Рис. 1. Граф состояния системы «Общая структура»

Из данного графа можно увидеть состояния системы в которых:

- 1) Вся система исправна.
- 2) В неисправном состоянии только шасси (рассматривается как отдельный элемент системы).
- 3) Неисправна антенная система.
- 4) Неисправен блок управления.
- 5) Неисправны блок управления и антенна.
- 6) Неисправны блоки питания, управления и антенны (одновременно 3 так как не могут работать без блока питания).
- 7) Вся система выведена из строя и находится на восстановлении согласно порядку приоритета ремонта.

Для рассмотрения большей структуры и наглядности обратимся ко второму методу «Формализованный граф» (рис. 2). Суть данного метода почти не отличается от первого. Структура по изображению такого графа состоит в том, что обозначаются уровни, показывающие, сколько максимально элементов вышло из строя; вершины указывают номера элементов, которые сломались, и их порядок выхода из строя.

Такая структура выходит громоздкой, но наглядной и простой в понимании состояния системы.

Применим данный метод при рассмотрении приемной системы, которая выходит в антенную систему РЛС.

Порядок восстановления укажем в следующем порядке: 1.Преобразователь частоты, 2.Малощумящий усилитель, 3. Детектор, 4. Фильтр и усилитель ПЧ.

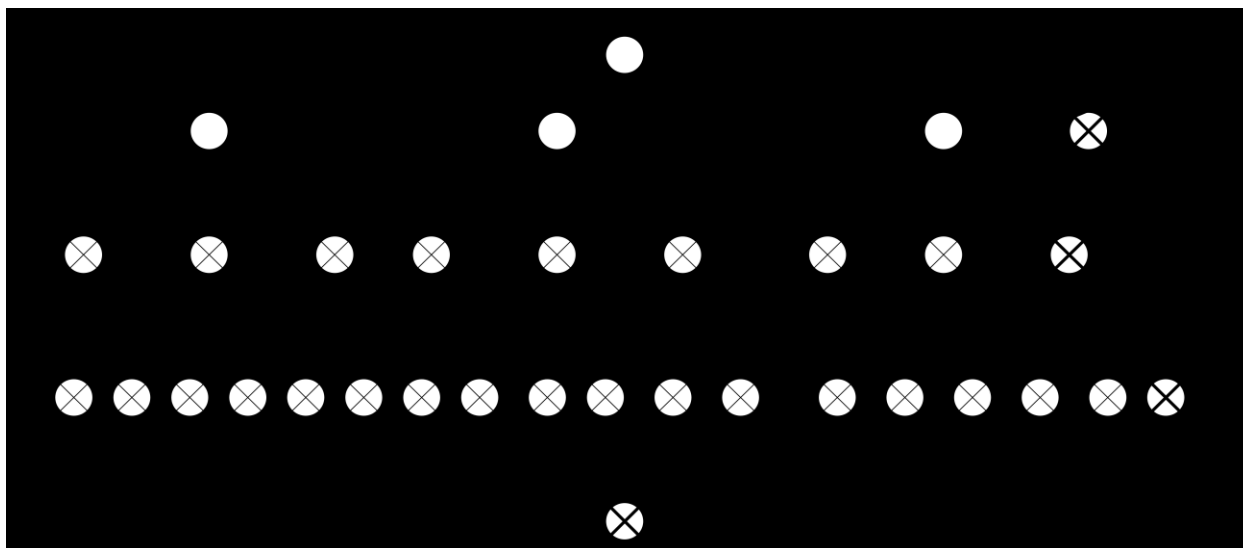


Рис. 2. Формализованный граф системы «Приемная система»

В данном графе номера компонентов: 1 Преобразователь частоты 2.Малощумящий усилитель 3. Фильтр и усилитель ПЧ 4.Детектор.

Таким образом, формализованный граф показывает намного больше состояний и все возможные переходы к ним.

В заключение хотелось бы сказать, что рассмотренные методы графов в теории надежности являются универсальным инструментом, который зависит напрямую не от системы, а от фантазии проектировщика. Графы не являются шаблонными структурами, которые могут варьироваться в широком диапазоне.

Однако из-за зависимости от фантазии проектировщика данные два метода проявляют свой главный положительный аспект, которым является наглядность надежности и принципа функционирования определяемой системы.

Методы графов в теории надежности могут применяться во многих сферах, начиная с инструкции к простому чайнику и заканчивая системой космического корабля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кристофидес, Н. Теория графов. Алгоритмический подход. – М. Мир.1978. – 432 с.
- 2) Половко, А.М. Основы теории надежности / А.М. Половко, С.В. Гуров. – СПб., 2006. – 704 с.

О ПОДАЧЕ ТОПЛИВА НАСОСОМ СИСТЕМЫ COMMON RAIL С ФОРСУНКАМИ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПОВЫШЕНИЕМ ДАВЛЕНИЯ ВПРЫСКА

И.С. Сергеичев, А.П. Перепелин

Научный руководитель – А.П. Перепелин, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Данная статья посвящена оценке необходимой производительности топливного насоса системы Common Rail с гидравлическим усилением давления впрыска.

Ключевые слова: форсунка, топливный насос высокого давления, аккумулятор, давление впрыскивания, гидравлическое усиление давления

ABOUT FUEL SUPPLY OF COMMON RAIL SYSTEM PUMP WITH HYDRAULIC INCREASED PRESSURE

I.S. Sergeichev, A.P. Perepelin

Scientific Supervisor – A P. Perepelin, Candidate of Technical sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article is devoted to determining the required flow rate of the Common Rail fuel pump with hydraulic pressure amplification.

Keywords: injector, fuel pump, rail, injection pressure, hydraulic pressure amplification

Электроуправляемые форсунки системы Common Rail (CR) с гидравлическим усилением давления впрыска (ГУВ) серийно выпускаются фирмами Bosch и Delphi. Схема системы с гидравлическим усилением давления впрыска в форсунке показана на рис. 1.

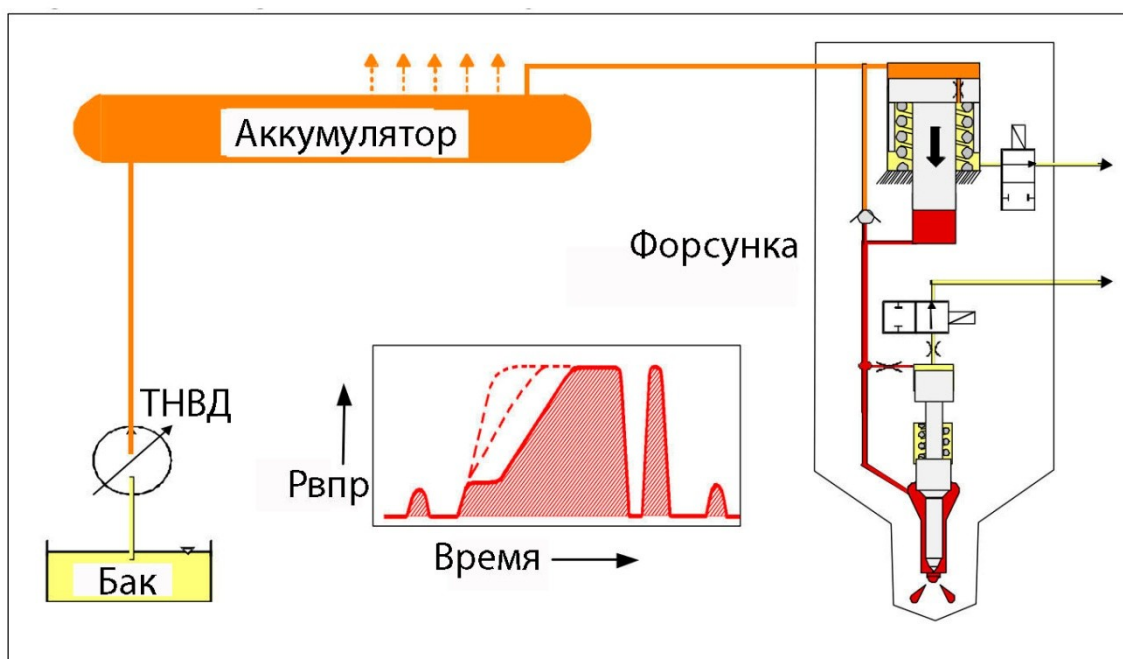


Рис. 1. Схема топливной системы с гидравлическим усилением давления впрыска [2]

Гидравлическое усиление осуществляется применением дифференциального поршня (см. рис. 1). Давление, равное давлению в аккумуляторе, действует на большую площадь поршня. На меньшую площадь действует более высокое давление в распылителе. Благодаря этому давление в распылителе повышается пропорционально отношению площадей. Преимуществом таких систем является то, что давление в форсунке при впрыске топлива в ~ 2 раза выше давления в аккумуляторе и топливопроводах. Это повышает надежность системы. Кроме того, такие форсунки позволяют получать форму характеристики впрыска оптимальную для каждого режима работы дизеля.

Теоретическим и экспериментальным исследованиям работы электроуправляемой форсунки посвящено достаточное количество работ. Большинство работ посвящено изучению возможности управления характеристикой впрыска и ее влиянию на показатели дизеля [1–4]. Вопросу о выборе топливного насоса высокого давления (ТНВД) для такой системы не уделялось достаточно внимания. Наличие дифференциального поршня потребует существенно большей производительности ТНВД, чем для обычной системы.

Common Rail. Поэтому были выполнены расчетные исследования по определению взаимосвязи между давлением впрыска, давлением в аккумуляторе, необходимой производительности ТНВД для систем с гидравлическим усилением давления впрыска и для обычных систем. Расчеты проведены применительно к тяжелым дизелям типа 8ЧН13/14. Для обеспечения необходимой цикловой подачи в системе без гидравлического усиления требуется производительность насоса. В системе с гидроусилением потребуется, т.е. производительность должна быть увеличена более чем в 2 раза. Но при этом и давление в аккумуляторе тоже примерно в ~ 2 раза меньше (рис. 2). Увеличение расхода вызвано необходимостью заполнения объема, освобождаемого при движении дифференциального поршня.

Мощность на привод ТНВД растет с ростом давления впрыска (рис. 3). Но затраты мощности на привод ТНВД, для получения требуемой производительности, возрастают не пропорционально увеличению производительности ТНВД. Согласно расчетам, мощность на привод ТНВД в системе с гидравлическим усилением увеличивается на ~ 2 кВт независимо от давления впрыска (рис. 3). Поэтому чем выше давление впрыска, тем ниже относительные затраты на привод ТНВД в системе с гидравлическим усилением давления впрыска.

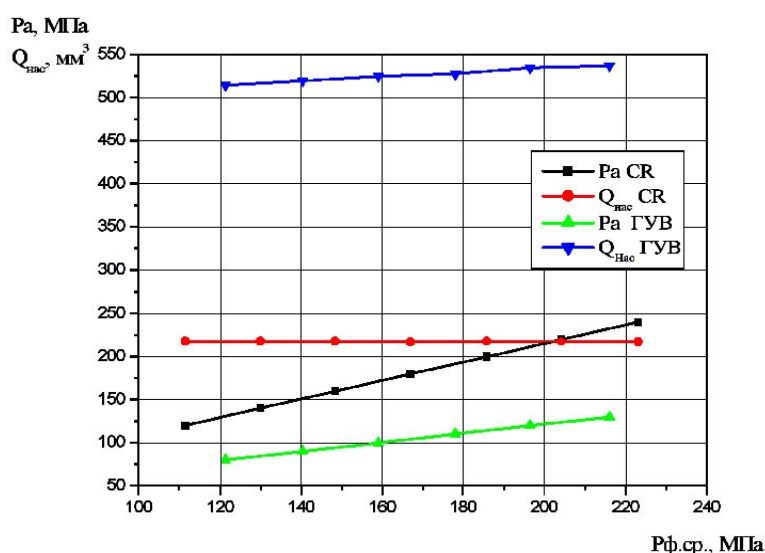


Рис. 2. Зависимость необходимого давления в аккумуляторе (P_a) и производительности ТНВД ($Q_{нас}$) от среднего давления в распылителе:

CR – обычная система Common Rail;

ГУВ – система Common Rail с гидравлическим увеличением давления впрыска

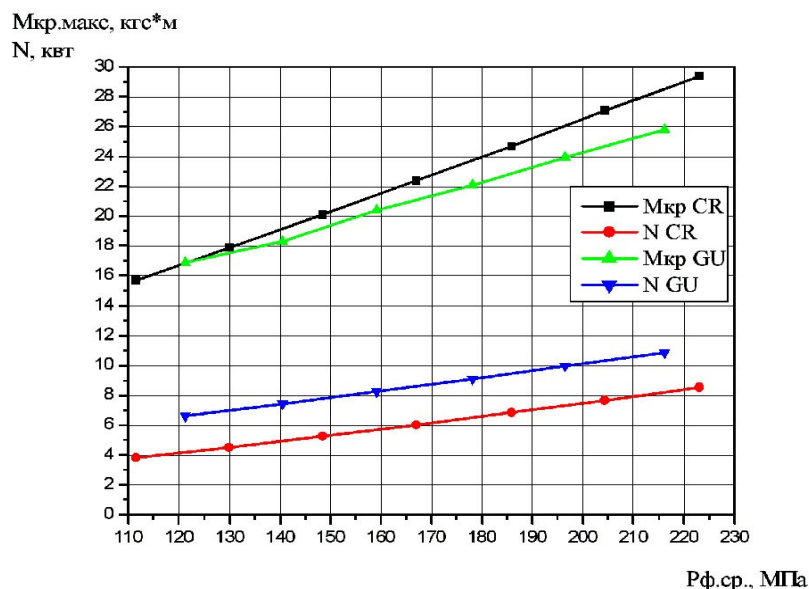


Рис. 3. Зависимости максимального крутящего момента ($M_{кр.макс.}$) и затрачиваемой мощности на привод ТНВД (N) для 8-цилиндрового дизеля от среднего давления впрыска:

CR – обычная система Common Rail;

GU – система Common Rail с гидравлическим увеличением давления впрыска

Таким образом, для системы с гидравлическим усилением давления впрыска требуется ТНВД с существенно большей производительностью. При этом мощность на привод ТНВД возрастает сравнительно незначительно по сравнению с обычной системой Common Rail.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Концепция и разработка перспективных конструкций форсунок аккумуляторного типа для среднеоборотных дизелей /Л.В. Грехов, А.А. Денисов, Е.Е. Старков, А.С. Кулешов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение.– 2017. – № 10. – С. 43-51.
- 2) Baumgarten, C. Mixture Formation in Internal Combustion Engines/ C. Baumgarten. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. – 294 p.
- 3) Numerical investigation on the effects of injection rate shaping on combustion and emission characteristics of biodiesel fueled CI engine / B. Mohan, Wenming Yang, Wenbin Yu, Kun Lin Tay, Siaw Kiang Chou //Applied Energy. – 2015. – Vol. 160. – P. 737–745.
- 4) Pressure-amplified Common Rail System for Commercial Vehicles / R. Leonhard, M. Parche, C. Alvarez-Avila, J. Krauß, B. Rosenau // MTZ. – 2009. – Vol. 70, № 5. – P. 10-15. – URL: <https://doi.org/10.1007/BF03226948>

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ДВС

Г.Д. Софронов

Научный руководитель – Ю.Е. Хрящев, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается система зажигания как составляющая системы автоматического управления ДВС, влияние ее факторов на рабочий процесс и эффективность работы ДВС, методы оптимизации. Определяются базовые параметры для перспективной системы зажигания газового ДВС.

Ключевые слова: система зажигания, газовый двигатель, рабочий процесс, система автоматического управления, искровые разряды

ANALYSIS OF THE EFFECT OF IGNITION SYSTEM PARAMETERS ON ENGINE PERFORMANCE EFFICIENCY

G.D. Sofronov

Scientific Supervisor – Yu.E. Khryashev, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The ignition system is considered as a component of the automatic control system of the internal combustion engine, the influence of its factors on the workflow and efficiency of the internal combustion engine, and optimization methods. Basic parameters are determined for a promising ignition system for a gas-powered internal combustion engine.

Keywords: ignition system, gas engine, engine workflow, automatic control system, spark discharges

Система автоматического управления газового двигателя в составе электрогенераторной установки предназначена для управления частотой вращения, зажиганием рабочей смеси, топливоподачей и смесеобразованием, а также для осуществления корректировок по нагрузке, детонации и составу ОГ (через ШДК), утилизации тепла [1]. Исследование направлено на анализ методов повышения эффективности (полноты и выбора оптимального режима) сгорания газовой смеси, снижение расхода топлива и снижение токсичности отработавших газов за счёт рационального выбора параметров искрового разряда, оптимизации момента зажигания.

В двигателях, работающих на газовом топливе воспламенение топливовоздушной смеси чаще всего осуществляется путем внешнего подвода теплоты - искровым разрядом. Воспламеняющая способность искровых разрядов систем зажигания непосредственно зависит от их параметров, которые в свою очередь зависят от конструктивных особенностей систем зажигания [1].

Выделяют несколько типов систем воспламенения топлива: индуктивные системы (IDI), конденсаторные системы (CDI) и комбинированные (транзисторные). Первые обеспечивают высокое напряжение и быстрое формирование искры, что гарантирует качественное воспламенение смеси при любых условиях. Энергия накапливается в первичной обмотке катушки, и при размыкании первичной цепи во вторичной цепи индуцируется высокое напряжение, подаваемое на свечи. К их преимуществам можно отнести высокую надежность, простоту конструкции и настройки, но энергия разряда в них зависит от частоты вращения двигателя, скорость нарастания напряжения невысока, а энергия искры ограничена. Конденсаторные системы обеспечивают высокое напряжение и

быстрое формирование искры, что гарантирует качественное воспламенение смеси при любых условиях. Принцип действия заключается в накоплении энергии в конденсаторе с последующим высокоскоростным разрядом через катушку зажигания. Они стабильны, имеют высокое (до 5 кВ) быстронарастающее (до 5 кВ/мкс) напряжение и потребляют мало энергии, но требуют качественной изоляции источника напряжения, отличаются значительными тепловыми потерями и сложностью настройки. Современные комбинированные системы совмещают в себе преимущества конденсаторных и индуктивных систем, позволяя обойти их негативные черты, и представляют собой комбинированные системы с микропроцессорным управлением, что позволяет реализовывать сложные алгоритмы управления параметрами сгорания рабочей смеси. Это улучшает сгорание смеси и облегчает пуск мотора, особенно в холодную погоду, повышает надёжность выше благодаря отсутствию трения и подгорающих контактов. Система работает стабильно на всех режимах работы двигателя, ей не требуется частое обслуживание. Все это позволяет добиться улучшения формы и стабильности импульсов на всех диапазонах работы двигателя благодаря использованию датчика импульсов (например, датчика Холла). Однако подобные конструкции относительно сложны – это обусловлено применением полупроводниковых приборов. Для ремонта или проверки электронного блока требуется специальное оборудование и персонал соответствующей квалификации. Мощные транзисторы требуют эффективного охлаждения во время работы.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при разработке современных систем зажигания логично применять транзисторную схему, наиболее подходящую для реализации адаптивных алгоритмов управления искрообразованием в зависимости от условий работы двигателя [3].

Проанализированы основные характеристики, заявляемые производителями наиболее распространенных СЗ на рынке ГПУ, результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Основные характеристики современных СЗ

Производитель	Модель	Энергия (мДж)	Ток первичный (А)	Напряжение (кВ)	Длительность (мкс)
Altronic	CD-200	180	>10	До 41	<1000
Altronic	NGI-1000	50-200	>10	До 40	<1000
Altronic	NGI-5000	300	25	30	800
Woodward	IC-920	200	22	28	500
Motortech	MIC3+	300-500	23	До 43	500-800
Motortech	MIC6	1000/1200	23	25	100-1500
Heinzmann	HRH 2000	120-150	10-12	35	<1500
ThinkPower	EI2	120-150	10	30	<1500
Астро-Пенза	КТЗД	120	18	20	400

Так, энергия искры у систем разных производителей изменяется в диапазоне от 120 до 1200 мДж, но преобладают системы со значением данного параметра на уровне порядка 300 мДж. У наиболее прогрессивных систем реализована возможность регулирования данного параметра в зависимости от условий работы двигателя (среда, нагрузка, качество и состав рабочей смеси). При этом длительность разряда в разных системах зажигания находится в пределах от 400 до 1500 мкс, с возможностью подстройки данного параметра. Напряжение вторичной обмотки, отвечающее за эффективность пробоя искрового

промежутка, для рассмотренных систем находится в диапазоне от 20 кВ у отечественных систем до 40-43 кВ у иностранных производителей.

Важной характеристикой является форма тока в первичной обмотке, которая влияет как на поток энергии в первичной обмотке и профиль тока разряда, так и на нагрев и износ катушки зажигания (т.е. долговечность системы).

Фактически, по отзывам реальных эксплуатантов ГПУ с различными САУ можно выявить превосходство систем Altronic, Woodward и Motortech перед российскими и китайскими системами в части удобства настройки, эффективности и надежности работы.

Повышение напряжения наиболее востребовано непосредственно во вторичном контуре СЗ для увеличения энергии искры и уменьшения количества т.н. миссфайров – пропусков зажигания при работе на бедной смеси.

Энергия искры характеризует интенсивность и активность пламени, возникающего в результате искрового разряда. Большая энергия способствует быстрому развитию фронта пламени и равномерному распространению огня по всему объему камеры сгорания. Но чрезмерно большая энергия искры может приводить к преждевременному разрушению изолятора свечи, повышенной эрозии электродов и другим проблемам. При недостаточном уровне энергии разряда снижаются показатели эффективности двигателя и возрастает количество выбросов в отработанных газах.

Оптимизация и адаптивная подстройка УОЗ в совокупности с повышением энергии искры позволяет работать двигателю на обедненных смесях. В таком случае снижается концентрация СН в выпускных газах и удельный расход топлива (т.к. двигатель газовый)

Длительность искры должна соответствовать уровню турбулентности потока и плотности газовой смеси. Например, при богатой смеси желательно поддерживать искру дольше, чтобы гарантировать полноту сгорания. Долгий разряд способствует наиболее равномерному распространению фронта воспламенения в камере сгорания.

Таким образом, на основе анализа современных систем зажигания, предлагаемых для газопоршневых двигателей, оптимальными базовыми параметрами для проектирования перспективных САУ ГПУ могут быть следующие: энергия искры на уровне не менее 300 мДж, продолжительность горения искры не менее 0,8 мс, напряжение вторичной обмотки модуля зажигания на уровне не менее 30 кВ, реализация автоматической подстройки параметров системы с учетом изменения условий среды и износа компонентов, реализация механизмов мониторинга состояния компонентов СЗ и своевременной замены неисправных деталей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Колесов, Д.С. Комплексные решения для автоматизации газопоршневых двигателей / Д.С. Колесов // Турбины и дизели: электрон. журн. – 2020. – сентябрь-октябрь. – URL: <https://gktex.ru/wp-content/uploads/2024/10/20-5-kompleksnie-reshenia.pdf>
- 2) Абрамчук, Ф.И. Методика расчета минимальной энергии зажигания топливовоздушной смеси в газовом двигателе / Ф.И. Абрамчук, А.Н. Кабанов, Д.В. Швыдкий // Автомобильный транспорт. – 2013. – Вып. 32. – С. 51–56.
- 3) Бузз Хаян Абдо. Критерии выбора системы зажигания газового двигателя и разработка элементов ее диагностирования: дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / Бузз Хаян Абдо. – М., 1996. – 177 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СНИМКОВ LANDSAT 5

А.А. Трепалин, И.А. Панков, И.В. Галицына

Научный руководитель – **И.В. Галицына**, канд. пед. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина

В работе рассматривается задача автоматического выделения застроенных территорий на спутниковых изображениях. Проведён сравнительный анализ классических методов, включая спектральные индексы и нейронные сети, использующие RGB-изображения. Предложен подход, основанный на сверточной нейронной сети, обрабатывающей многоканальные данные спутника Landsat 5. Показано, что использование расширенной спектральной информации позволяет повысить точность сегментации по сравнению с альтернативными подходами.

Ключевые слова: CNN, кластеризация, сегментация, многоканальный, застроенная территория

APPLICATION OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR BUILT-UP AREA DETECTION USING MULTI-CHANNEL LANDSAT 5 IMAGES

A.A. Trepalin, I.A. Pankov, I.V. Galitsyna

Scientific Supervisor – **I.V. Galitsyna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

V.F. Utkin Ryazan State Radio Engineering University

The paper discusses the problem of automatic identification of built-up areas on satellite images. The analysis of classical methods including spectral indices, clustering techniques and neural networks using RGB images has been completed. A new approach is based on a convolutional neural network that processes multi-channel data from Landsat 5. The application of enhanced spectral information is shown to improve segmentation accuracy compared to alternative approaches.

Keywords: CNN, clustering, segmentation, multi-channel, built-up area

Introduction

Remote sensing technologies play a crucial role in monitoring and analyzing urban development, providing large-scale, up-to-date information about the Earth's surface. One of the key tasks in this domain is the automatic detection of built-up areas from satellite images, which is essential for urban planning, environmental monitoring, and land-use analysis. However, accurate identification of such areas remains a challenging problem due to the diversity of surface materials, variability of illumination conditions, and spectral similarity between urban structures and natural objects.

With the advancement of machine learning techniques, convolutional neural networks (CNNs) have become a powerful tool for image segmentation and object detection. CNN-based methods are capable of learning complex spatial and spectral patterns directly from data significantly improving detection accuracy compared to traditional approaches. However, many existing implementations are limited to RGB imagery, which does not fully exploit rich spectral information available in multispectral satellite data.

The main contribution of this work is the demonstration of improved segmentation performance through the use of multi-channel input data in a neural network framework. The proposed method is evaluated against traditional spectral index techniques and CNN models trained on RGB images showing superior accuracy and robustness in challenging conditions.

Overview of existing methods

Index based methods

Spectral indices are widely used to identify built-up area [1]:

Despite the differences in formulas, all index methods have common disadvantages:

- sensitivity to noise and atmospheric distortion;
- dependence on area type;
- limitations of linear and simple non-linear combinations of channels.

Neural networks on RGB images

Convolutional neural networks allow automatic detection of patterns from images and perform well in segmentation tasks. Methods based on CNN demonstrate high accuracy and robustness in various image processing tasks, including object detection in complex visual data [2, 6]. However, using only RGB channels limits available information, especially in remote sensing tasks.

Clustering

Clustering methods (such as k-means) allow allocation of pixel groups without markup, but do not take into account spatial context and do not guarantee proper allocation of development [3].

Data used

Multi-channel satellite data

This work uses data from Landsat 5 satellite, including visible and infrared ranges. Each pixel is represented as a vector of spectral values (Table 1).

Table 1. Channel values

Channel	Range (μm)	Description
B1	0.45 – 0.52	Blue
B2	0.52 – 0.60	Green
B3	0.63 – 0.69	Red
B4	0.77 – 0.90	NIR
B5	1.55 – 1.75	SWIR 1
B7	2.08 – 2.35	SWIR 2

The usage of multiple channels allows to consider physical properties of objects, such as reflectance across different ranges [5]. Extended spectral information, including infrared ranges, has been shown to significantly improve detection performance in neural network-based image analysis [2].

Training data

Training samples were formed manually using satellite images and Google Earth data.

Fig. 1 and Fig. 2 give examples of training data:

- original image with mask applied;
- multi-channel image representation.

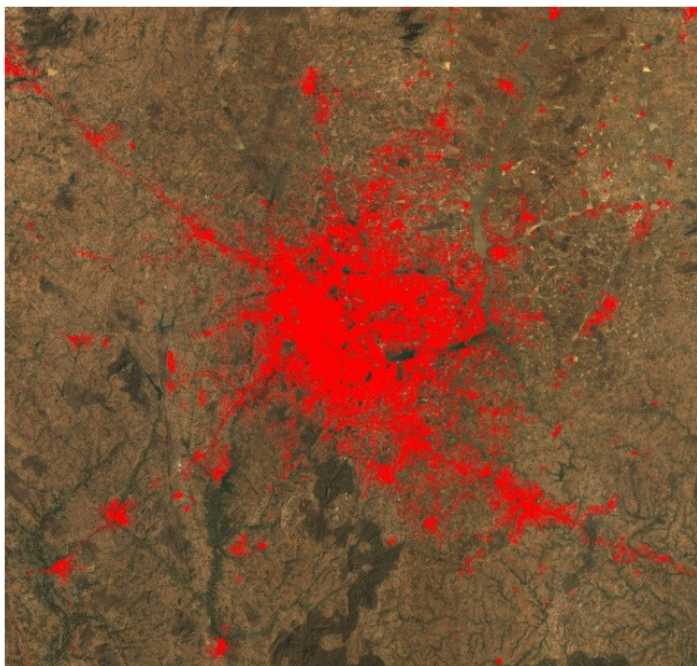


Fig 1. Original image with mask

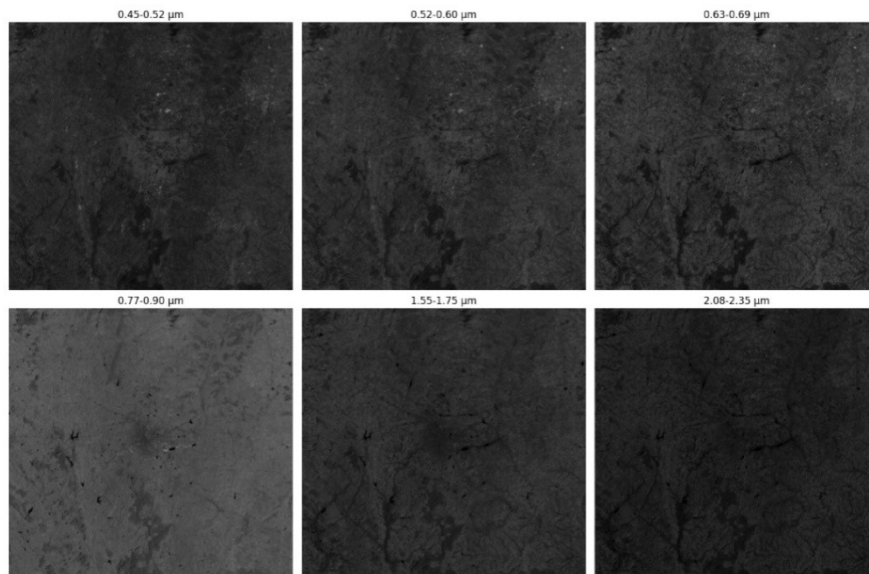


Fig 2. Original image channels

Formally, input data and built-up area mask look like:

Test data

The validation image shown in Fig. 3 is used to evaluate model quality.



Fig 3. Validation image

Method proposed

Neural network architecture

The model uses a tuned neural encoder-decoder network architecture (U-Net analog) [4]. The main difference is the use of six input channels, which allows extended spectral information.

Pre-processing

Before processing the images using neural network, the channel values are normalized using scaling factors:

Data aggregation techniques are also used to improve model resilience.

Training

Training is conducted using pairs:

- image;
- binary built-up area mask.

Experimental results

Fig. 4 shows the results of applying spectral indices (*NDBI*, *BUI*, *BAEI*, *NBI*). None of the indices used provide explicit identification of built-up areas.

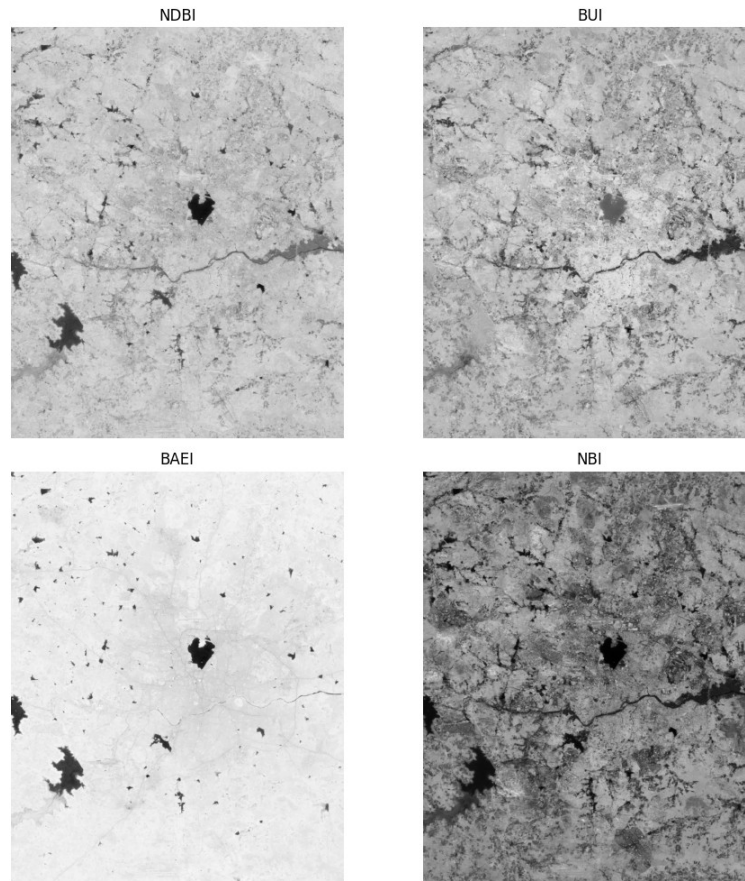


Fig 4. Spectral indices values

Provided scene is located in a desert area. In such conditions, spectral characteristics of built-up areas and bare soil are close, especially in near- and short-wave infrared channels. As a result, the indices based on combinations of these channels lose their identification capabilities.

NDBI index shows little contrast between different types of surfaces, and *BUI* partially identifies structural elements but does not allow clear identification of built-up area. *BAEI* index causes homogeneous areas to be reevaluated, and *NBI* increases local signal variations, resulting in increased noise without improving segmentation quality.

Thus, indexing methods may prove to be highly ineffective in some development recognition tasks.

Comparing Neural Network Models

Fig. 5 compares:

- original image;
- reference built-up area binary mask;
- result of a neural network trained only using RGB images;
- result of proposed six-channel model.

The analysis shows that proposed method:

- more accurately highlights the boundaries of objects;
- has high precision/low recall;
- better separates built-up area from background objects.

Discussion

- The results of this work confirm improved segmentation quality due to application of multispectral information. Infrared channels allow us to distinguish objects with close colors in RGB space.
- Unlike index-based methods, neural network can use complex non-linear dependencies between channels. Compared to RGB models, the proposed approach uses more complete information about the scene.

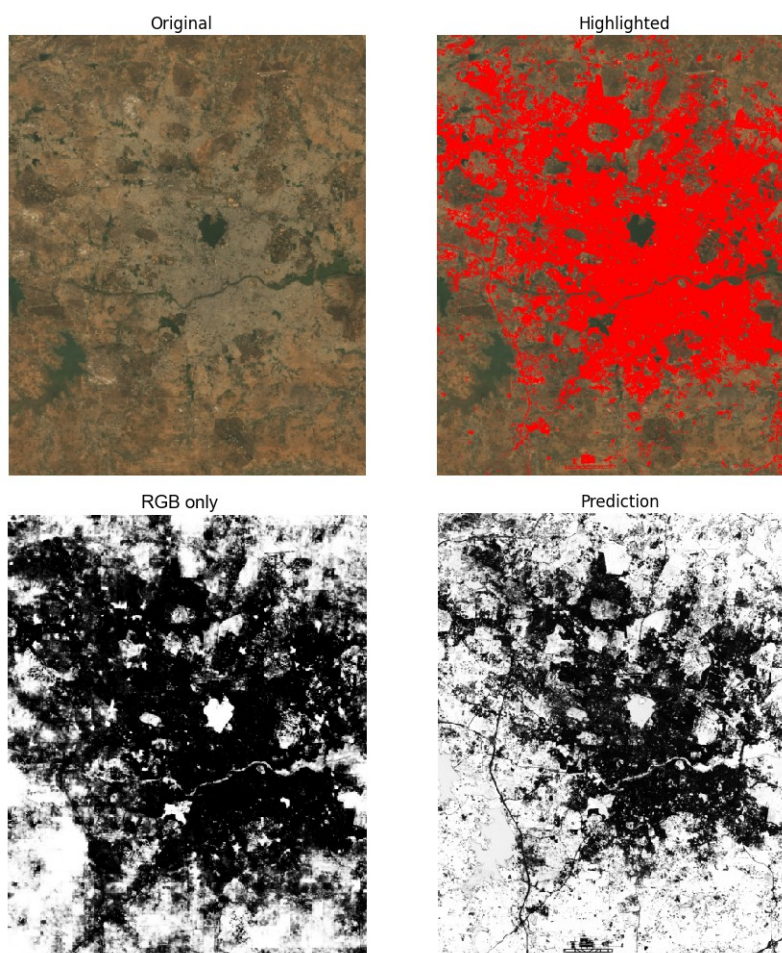


Fig 5. Comparison of neural network models

Conclusion

Provided method of defining built-up areas on satellite images using a multi-channel neural network shows its effectiveness in image segmentation. The application of six spectral channels is shown to significantly improve segmentation accuracy.

Further dataset expansion and the application of more complex deep learning architectures is planned.

REFERENCES

- 1) Verma, N.K. Urban Built-up Area Extraction and Change Detection of Adama Municipal Area using Time-Series Landsat Images. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*. – 2016. – URL: <https://doi.org/10.23953/CLOUD.IJARSG.67>
- 2) Мингалева, А.В. Метод и алгоритмы обработки тепловых изображений сканера на основе высокоточных нейронных сетей для автоматического обнаружения заданных типов объектов / А.В. Мингалева // *Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета*. – 2025. – № 91. – С. 158–167.
- 3) Lynch, P. Classification of urban area using multispectral indices for urban planning / P. Lynch, L. Blesius, E. Hines // *Remote Sensing*. – 2020. – № 12 (15). – P. 2503. URL: <https://doi.org/10.3390/rs12152503>.
- 4) Ronneberger, O. U-Net: convolutional networks for biomedical image segmentation / O. Ronneberger, P. Fischer, T. Brox // *Proceedings of the International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)*. – 2015. – P. 234–241.
- 5) Urbanization in India – spatiotemporal analysis using remote sensing data / H. Taubenböck, M. Wegmann, A. Roth, H. Mehl, S. Dech // *Computers, Environment and Urban Systems*. – 2009. – Vol. 33, No. 3. – P. 179–188.
- 6) Vendin, A.S. Neural network flood detection technologies based on data from Sentinel-2 spacecraft / A.S. Vendin, S.A. Laryukov // *Vestnik of Ryazan State Radioengineering University*. – 2026. – No. 95. – P. 192–201.

МНОГОТОПЛИВНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В БОЕВОЙ ТЕХНИКЕ

К.В. Фигуров, А.П. Мазуренко

Научный руководитель – **А.П. Мазуренко**, канд. воен. наук, доцент

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны имени
Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

В статье анализируется актуальность применения многотопливных двигателей в боевой технике. В условиях современных высокоинтенсивных конфликтов, когда протяженные линии снабжения становятся первоочередной целью для ударов БПЛА и диверсионных групп, возможность заправлять боевую технику любым доступным горючим (от авиационного керосина до низкосортного дизельного топлива) превращается из удобной опции в фактор выживаемости. В статье рассматривается, как многотопливность снижает зависимость наступающих подразделений от тылового обеспечения и позволяет сохранять темп операции даже при потере колонн с конкретным сортом ГСМ.

Ключевые слова: Многотопливный двигатель, двигатель внутреннего сгорания, горение топлива, режимы работы двигателя, угол опережения впрыска

MULTI-FUEL ENGINES FOR MILITARY TECHNICS

K.V. Figurov, A.P. Mazurenko

Scientific Supervisor – **A.P. Mazurenko**, Candidate of Military Sciences, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military School of Air Defense named

The article analyzes the relevance of the use of multi-fuel engines in military equipment. In today's high-intensity conflicts, when long supply lines become the primary target for attacks by UAVs and sabotage groups, the ability to refuel military equipment with any available fuel (from aviation kerosene to low-grade diesel fuel) is turning from a convenient option into a survival factor. The article examines how multi-fuel reduces the dependence of advancing units on logistics and allows them to maintain the pace of the operation even if columns with a specific type of fuel are lost.

Keywords: Multi-fuel engine, internal combustion engine, fuel combustion, engine operating modes, injection advance angle

В современных военных конфликтах многотопливные двигатели однозначно находят применение в современном двигателестроении и имеют достаточно широкое распространение в боевой технике, особенно в той, которая работает в тяжёлых условиях, где не всегда качество горючих веществ может соответствовать современным нормам и требованиям, а то и вообще, подходящее топливо может напрочь отсутствовать, и приходится использовать альтернативные виды топлива. Актуальность использования многотопливных двигателей обуславливается тем, что во время ведения боевых действий и в частности при проведении Специальной Военной Операции не всегда есть возможность обеспечить военную технику необходимым видом топлива. Протяжённые линии снабжения подвергаются ударам артиллерии, БПЛА и диверсионных групп, поэтому способность техники работать на трофейном или любом доступном горючем становится вопросом выполнения боевой задачи [1].

Проблемными аспектами при использовании альтернативных видов топлива являются потери:

- в мощности двигателя;
- уровне экологии (повышенная дымность, токсичность выхлопа, что демаскирует технику);

- расходе горючего вещества (особенно при переходе на бензин или смеси с низким цетановым числом).

Ниже приведена таблица потерь мощности для многотопливного дизеля (на примере двигателя типа В-46, установленного на Т-72) при работе на различных видах топлива по сравнению с эталонным дизельным топливом (ДТ летнее, ГОСТ 305-2013). Значения являются усреднёнными эксплуатационными и могут незначительно варьироваться в зависимости от конструкции насоса высокого давления, угла опережения впрыска и температуры окружающей среды (табл. 1).

Таблица 1. Особенности многотопливного дизеля

Тип топлива \ смеси	Относительная мощность (от эталона, %)	Типичная потеря мощности (%)	Особенности работы и риски
Дизельное топливо (летнее, эталон)	100	0	Стабильные параметры, штатный расход, минимальный износ
Дизельное топливо (зимнее \ арктическое)	98-99	1-2	Незначительное снижение из-за меньшей теплотворной способности
Авиационный керосин (ТС-1, РТ)	95-97	3-5	Допустимо кратковременно; Повышенная дымность, более высокая температура в камере сгорания
Смесь 50% ДТ + 50% керосин	96-98	2-4	Штатный режим для многотопливных двигателей, умеренный рост расхода
Бензин (А-76, АИ-80, неэтилированный)	85-90	10-15	Резкое снижение ресурса насоса высокого давления; детонация; требуется снижение нагрузки
Смесь 30% бензина + 70% ДТ	92-95	5-8	Ограничение по времени работы (не более 30% от моторесурса между ТО)
Сырая нефть \ печное топливо	70-80	20-30	Только после прогрева; быстрое коксование форсунок; не рекомендуется для длительной работы
Трофейное дизельное топливо НАТО (F-54, F-34)	97-99	1-3	Как правило, совместимо; отличается цетановым числом и вязкостью, возможна корректировка угла опережения впрыска

- Потеря мощности линейно коррелирует с уменьшением низшей теплоты сгорания топлива и ухудшением процессов смесеобразования;

- При работе на смесях с высоким содержанием бензина (более 30%) настоятельно рекомендуется уменьшить нагрузку на двигатель на 10-15% от номинала и сократить непрерывное время работы до 2-3 часов с последующим контролем температуры выхлопных газов.

- Газотурбинные двигатели (например, ГТД-1000Т на Т-80) демонстрируют меньшие потери мощности при переходе на керосин и бензин – обычно в пределах 2-6% - но требуют более частой очистки лопаток турбины от нагара.

- Наличие узла опережения впрыска (автоматического или ручного) позволяет сократить потери мощности на 2-4% для нештатных видов топлива за счёт своевременного изменения угла подачи [2].

Многотопливность позволяет технике двигаться и вести бой практически на любом горючем, но ценой падения мощности. Чем хуже топливо соответствует штатному дизелю,

тем больше потеря – от незначительных 1-2% до катастрофических 30%, когда о полной боевой нагрузке речь уже не идёт.

Кроме того, при длительной работе на нештатном топливе ускоряется износ плунжерных пар топливного насоса высокого давления, форсунок и цилиндропоршневой группы из-за изменения смазывающих свойств и вязкости (рис. 1). Однако современные конструктивные решения – например, регулируемые углы опережения впрыска и адаптивные системы управления – позволяют минимизировать эти негативные эффекты.



Рис. 1. Форсунки и цилиндропоршневая группа

Несмотря на присутствующие недостатки, многотопливные двигатели обладают следующими преимуществами:

- универсальность (возможность заправки керосином, дизелем, бензином, их смесями и даже отдельными видами ракетного топлива);
- надёжность в полевых условиях при нарушении снабжения;
- снижение логистической нагрузки на тыл;
- повышение темпа наступления за счёт использования захваченных запасов ГСМ.

Узел опережения впрыска (рис. 2) и продолжительность работы двигателя без остановки при смене типа топлива. Качества, которые являются ключевыми при использовании техники в зоне ведения боевых действий.

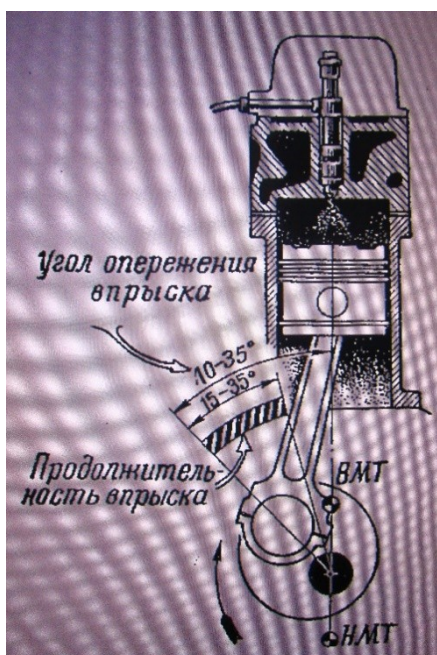


Рис. 2 Узел опережения впрыска

Также следует учитывать необходимость предпускового подогрева при низких температурах на высоковязких сортах топлива и особенности фильтрации - многотопливные

двигатели требуют более совершенных систем очистки из-за разнородности возможных загрязнителей.

В настоящее время в широком спектре российских военных автомобилей и бронированной техники используются многотопливные двигатели, такие как на танке Т-72 (многотопливный двигатель В-46 с приводным центробежным нагнетателем максимальной мощностью в 780 л.с.) и на Т-80 (газотурбинный двигатель ГТД-1000Т максимальной мощностью 1100 л.с.).

Перспективным направлением считается внедрение электронно-управляемых систем CommonRail, которые позволяют подстраивать параметры впрыска под любой тип топлива практически в реальном времени без потери мощности [3].

Таким образом, многотопливность из вспомогательной опции превращается в один из системообразующих факторов живучести мотомеханизированных подразделений в условиях современной войны с её высокой интенсивностью и нарушенными коммуникациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Двигатели В-46 и В-46-6. Техническое описание. – М.: Военное издательство, 1983.
- 2) Демьянов, Л.А. Многотопливные двигатели. – М.: «Воениздат», 1968.
- 3) ГОСТ 10448-2014. Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приёмка. Методы испытания. – М. Стандартинформ, 2015.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКИ УПРАВЛЯЕМОГО ДРОССЕЛЬНОГО БЛОКА ПОРШНЕВОГО ДВС

М.А. Чуркин

Научный руководитель – **Ю.Е. Хрящёв**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Основным параметром, позволяющим управлять ДВС с принудительным зажиганием, является плотность заряда. При разработке конструкции дроссельного блока для авиационного поршневого электронно-управляемого ДВС с внешним смесеобразованием приходится решать проблемы подбора необходимых его компонентов, включая электрический привод.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, система зажигания, дроссельный блок, заслонка, управление

AUTOMATICALLY CONTROLLED THROTTLE UNIT FOR PISTON INTERNAL COMBUSTION ENGINE DEVELOPMENT

M.A. Churkin

Scientific Supervisor – **Yu.E. Khryashchev**, Doctor of Engineering Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The essential parameter allowing the spark-ignition ICE control is air charge density. Designing of throttle unit for electronically-controlled aircraft engine faces the problem of its components (including the electric drive) selection.

Keywords: internal combustion engine, ignition system, throttle unit, valve, control

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с принудительным зажиганием (ДПЗ) получили широкое распространение во многих отраслях промышленности и транспорта. Среди всевозможных сфер применения специальное место занимают летательные аппараты (в том числе беспилотные) и электрогенераторные установки. Хорошо известно, что пуск двигателей многих современных летательных аппаратов (ЛА) осуществляется не от собственных аккумуляторов, а от наземных электрогенераторных силовых установок, что позволяет не увеличивать массу ЛА.

ДПЗ обладают универсальностью выбора топлива: бензин, СПГ, КПГ, метан и др. В настоящее время также проводятся исследования по использованию альтернативных неископаемых видов топлива (к примеру, аммиак, водород и др.) для ДВС и ДПЗ в частности. Помимо постоянной тенденции к повышению эффективности ДВС к ним также предъявляется ряд требований, касающихся охраны окружающей среды (например, по ограничению выбросов в атмосферу оксидов азота, оксидов углерода, несгоревших углеводородов и др.).

Достижение современных требований к ДВС невозможно без применения электронных систем управления двигателем (ЭСУД) и дальнейшего совершенствования внутрицилиндрового рабочего процесса. Чем большим числом параметров рабочего процесса удастся управлять автоматически, тем более гибкими можно сделать алгоритмы управления. Этому способствует и автоматическое управление дроссельной заслонкой. Поэтому актуальной становится проблема совершенствования как ее конструкции, так и алгоритмов управления.

Электронная система управления ДПЗ предназначена для обеспечения стабильной работы двигателя на различных скоростных и нагрузочных режимах. Основной задачей ЭСУД является поддержание требуемой частоты вращения коленчатого вала, для чего необходимо регулировать следующие параметры работы двигателя: цикловая подача топлива; угол опережения зажигания; цикловое наполнение воздухом.

Помимо регулирования частоты вращения, ЭСУД должна обеспечивать оптимальный химический состав отработавших газов, воздействуя на параметры работы двигателя. ЭСУД также призвана регулировать тепловое состояние двигателя и предоставлять информацию о его состоянии (в том числе выполнять функцию самодиагностики).

Схематично ЭСУД можно представить в виде компонентов, представленных на рис. 1.

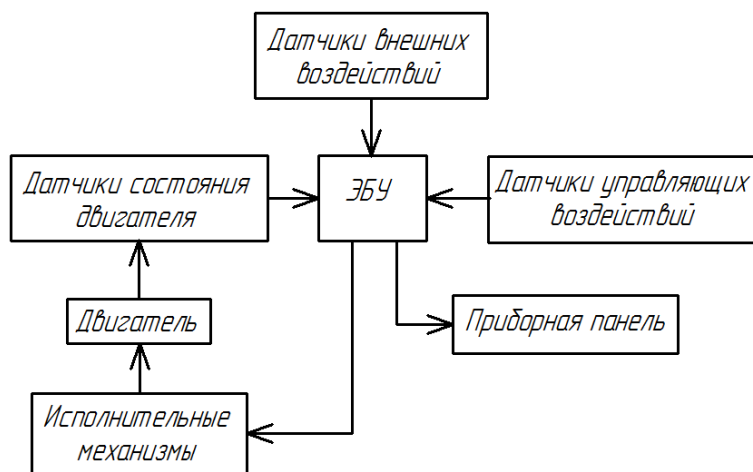


Рис. 1. Структурная схема ЭСУД:
ЭБУ – электронный блок управления

Для синтеза САР частоты вращения необходимо учитывать условия работы ДВС. Уравнение механического равновесия двигателя в общем случае имеет вид:

$$M_{\text{дв.}} - M_c = J_{\text{дв.}} \frac{d\omega}{dt}, \quad (1)$$

где: $M_{\text{дв.}}$ – крутящий момент, создаваемый двигателем на фланце отбора мощности;

M_c – крутящий момент сопротивления, включающий в себя воздействия со стороны окружающей среды, энергию для привода вспомогательных агрегатов, механические потери в трансмиссии и др.;

$J_{\text{дв.}}$ – момент инерции преобразующего механизма, приведенный к коленчатому валу двигателя.

Создание САР частоты вращения сопровождается следующими особенностями работы ДВС: ДВС как объект управления весьма сложен, его математическое описание осуществляется нелинейными уравнениями, включающими в себя такие нелинейности, как «зазор», «сухое трение» и др.; величина момента сопротивления является нагрузкой на двигатель и представляет собой непредсказуемо непостоянную величину, так как зависит только от изменения и интенсивности внешних воздействий, создающих нагрузку.

При создании САР частоты вращения также необходимо учитывать скоростные режимы предполагаемой работы двигателя. Работа двигателя ЛА осуществляется во всем нагрузочно-скоростном диапазоне. Двигатель в составе генераторных установок настроен на определенную частоту вращения коленчатого вала.

Немаловажным критерием работы САР является ее быстродействие. Для двигателей ЛА требования к быстродействию не так велики, поскольку основной задачей двигателя является поддержание скорости ЛА и небольшие запаздывания величины вырабатываемого крутящего момента от момента сопротивления могут не оказывать заметного влияния на его скорость. Кроме того изменение величины нагрузки на двигатель ЛА, вызванное изменениями воздействий окружающей среды, редко носит ступенчатый характер. Двигатель для генераторных установок, наоборот, весьма требователен к быстродействию САР, так как нагрузка на двигатель может изменяться ступенчато (при включении/отключении потребителей от генератора).

Из уравнения равновесия двигателя (1) следует, что поддержание/изменение скоростного режима двигателя обеспечивается равенством между крутящим моментом двигателя $M_{\text{дв.}}$ и моментом сопротивления M_c . При $M_{\text{дв.}} = M_c$ двигатель находится на установившемся скоростном режиме, при $M_{\text{дв.}} \neq M_c$ двигатель переходит на другой скоростной режим. От разницы $M_{\text{дв.}} - M_c$ зависит интенсивность перехода на другой скоростной режим, что в свою очередь влияет на динамику ЛА или электрогенератора, в состав которых входит данный двигатель.

Уравнение (2) отражает основные параметры, от которых зависит вырабатываемый двигателем эффективный крутящий момент. Использование уравнения по определению эффективного крутящего момента более оправдано, так как оно уже включает в себя величину возникающих в самом двигателе механических потерь, что избавляет от необходимости их учета при определении момента сопротивления.

$$M_e = \rho_n \eta_v \frac{\eta_e H_u i V_h}{4\pi \alpha L_0}, \quad (2)$$

где: M_e – эффективный крутящий момент, Нм;

ρ_n – плотность заряда кг/м³;

η_v – коэффициент наполнения;

η_e – эффективный КПД двигателя;

H_u – теплотворная способность топлива, кДж/кг;

i – число цилиндров;

V_h – рабочий объем цилиндра, м³;

α – коэффициент избытка воздуха;

L_0 – стехиометрическое отношение воздуха к топливу.

Анализируя переменные, входящие в состав данного уравнения, можно выделить следующие величины, изменением которых можно регулировать крутящий момент ДВС:

- 1) Коэффициент наполнения η_v ;
- 2) Коэффициент избытка воздуха α ;
- 3) Плотность заряда ρ_n .

Коэффициент наполнения η_v цилиндров ДВС определяется как отношение количества поступившего в цилиндр воздуха к теоретически возможному. Коэффициент наполнения зависит от совершенства впускной системы двигателя. Регулирование данного параметра доступно лишь в небольших пределах, недостаточных для полноценного управления двигателем.

Коэффициент избытка воздуха определяется как отношение количества поступившего в цилиндр воздуха к количеству, необходимому для образования стехиометрической смеси. Изменение коэффициента избытка воздуха осуществляется величиной цикловой подачи топлива. Однако ДПЗ весьма ограничены в изменении данного параметра, так как чрезмерное изменение приводит к таким негативным последствиям процесса сгорания как детонация, неполное сгорание топлива и др. Кроме того для соблюдения экологических стандартов величина должна находиться в достаточно узком диапазоне.

Таким образом, основным параметром, позволяющим управлять ДВС с принудительным зажиганием, является плотность заряда. Плотность заряда определяет массу поступающего в цилиндры двигателя воздуха и, как следствие, массу сгораемого топлива и величину вырабатываемой энергии. Для изменения плотности заряда применяют различные дросселирующие устройства (в частности дроссельные заслонки), расположенные в непосредственной близости к цилиндрам двигателя. Дросселирующий эффект устройств управления ДПЗ возникает в результате наличия местного сопротивления во впускном трубопроводе двигателя, для чего уменьшают площадь проходного сечения воздушного тракта. Таким образом, эффективное управления ДПЗ должно обеспечиваться возможностью регулирования площади проходного сечения. С этой целью может быть рассмотрено несколько наиболее вероятных конструкций дроссельных заслонок (ДЗ). Например,

шиберная заслонка (рис. 2 и 3), представляющая собой поворотное запорное устройство в виде пластины (чаще всего округлой формы) с осью вращения, находящейся внутри впускного трубопровода и перпендикулярной его оси.

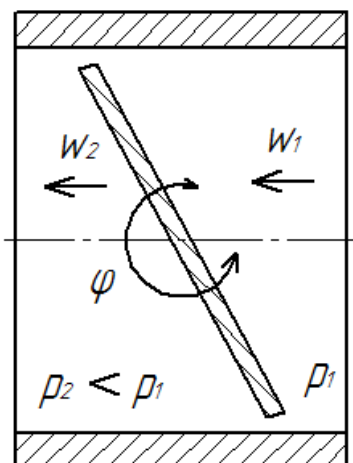


Рис. 2. Схема работы шиберной заслонки



Рис. 3. Пример конструкции шиберной заслонки

Шибберная заслонка характеризуется компактностью конструкции, обеспеченной вращательным перемещением заслонки внутри впускного трубопровода и широким выбором типов привода заслонки (как электрических, так и механических), обеспеченным также вращательным перемещением заслонки. Недостаток шибберных заслонок проявляется в виде нелинейности изменения щели во впускном трубопроводе при изменении положения заслонки.

Свободной от этого недостатка является, например, система «Valvetronic» (рис. 4) [5], обеспечивающая дросселирование впускного воздуха посредством изменения высоты подъема впускных клапанов механизма газораспределения (МГР) двигателя, что обеспечило не только линейную зависимость изменения щелевого зазора, но и отсутствие управляющих механизмов во впускной системе двигателя, высокую точность регулирования расхода воздуха, возможность регулирования щелевого зазора индивидуально для каждого цилиндра.

Однако подобные системы имеют и ряд недостатков, основным из которых является сложность конструкции МГР, сильно влияющая на себестоимость и надёжность.

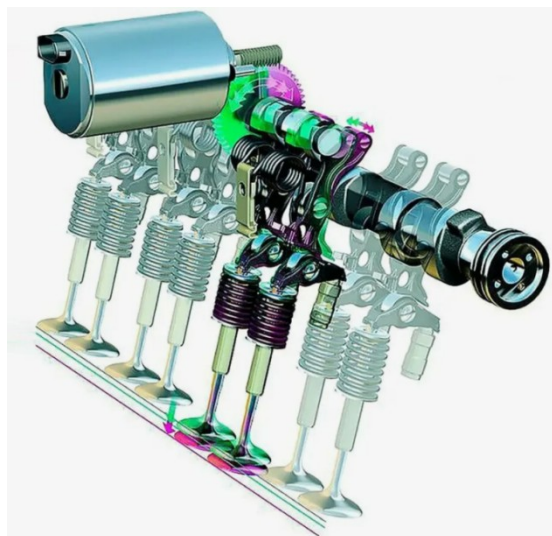


Рис. 4. Конструкция системы «Valvetronic»

В табл. 1 представлено сравнение возможных конструкций дросселирующих устройств для управления ДПЗ. Анализ показывает, что оптимальным устройством управления ДПЗ является шибберная заслонка, так как данная конструкция имеет лучшее соотношение преимуществ и недостатков. Применение ДЗ с механическим приводом в

составе ЭСУД в современных конструкциях представляется невозможным, т.к. не позволяет осуществлять автоматическое управление двигателем.

Таблица 1. Сравнение дросселирующих устройств

Параметр	Конструкция		
	Задвижка	Заслонка	Valvetronic
Герметичность	-	+	+
Линейность изменения площади проходной щели	$\pm$	-	+
Простота конструкции	+	+	-
Простота привода	$\pm$	+	-
Надежность	+	+	-
Ремонтопригодность	+	+	-
Экономичность конструкции	$\pm$	+	-

«+» - хорошие качества по оцениваемому параметру;

« $\pm$ » - удовлетворительные качества по оцениваемому параметру;

«-» - неудовлетворительные качества по оцениваемому параметру.

ДЗ с электромеханическим приводом (рис. 5) объединяют в себе ДЗ с механическим приводом и электронно-управляемый исполнительный механизм для регулирования подачи воздуха на режиме ограничения минимальной частоты вращения коленчатого вала.

а



б

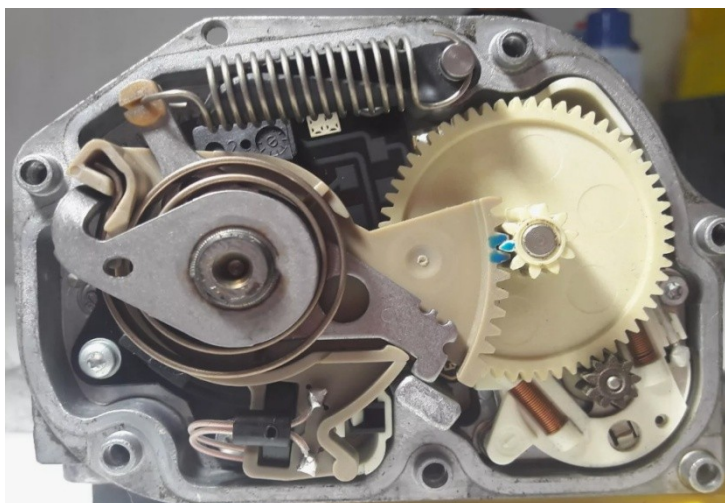


Рис. 5. Дроссельная заслонка с электромеханическим приводом:
а) внешний вид; б) внутреннее устройство

Регулирование подачи воздуха на режиме ограничения минимальной частоты вращения происходит за счет поворота заслонки на небольшой угол с помощью электродвигателя постоянного тока, соединенного с валом заслонки посредством какой-либо механической передачи. Основное управляющее воздействие на двигатель, как и в случае ДЗ с механическим приводом, оказывает пилот с помощью рычага управления, механически связанного с валом заслонки. Преимуществом такой конструкции ДЗ является отсутствие необходимости в дополнительных исполнительных механизмах для поддержания работы двигателя на режиме ограничения минимальной частоты вращения, но отсутствие возможности автоматического управления ДВС является недостатком.

ДЗ с электрическим приводом (рис. 6) не имеют механической связи вала заслонки с рычагом управления. Привод заслонки осуществляется с помощью электродвигателя постоянного тока, что позволяет автоматически регулировать положение заслонки на всех режимах работы двигателя. ДЗ с электрическим приводом позволяют осуществлять автоматическое управление ДПЗ и исключают управляющее воздействие со стороны оператора (при выбранном скоростном режиме двигателя). Данная особенность ДЗ с электрическим приводом является ключевым фактором для их использования на ДПЗ в составе генераторных установок. Также применение подобных ДЗ позволяет дистанционное или вовсе беспилотное управление ЛА.



a

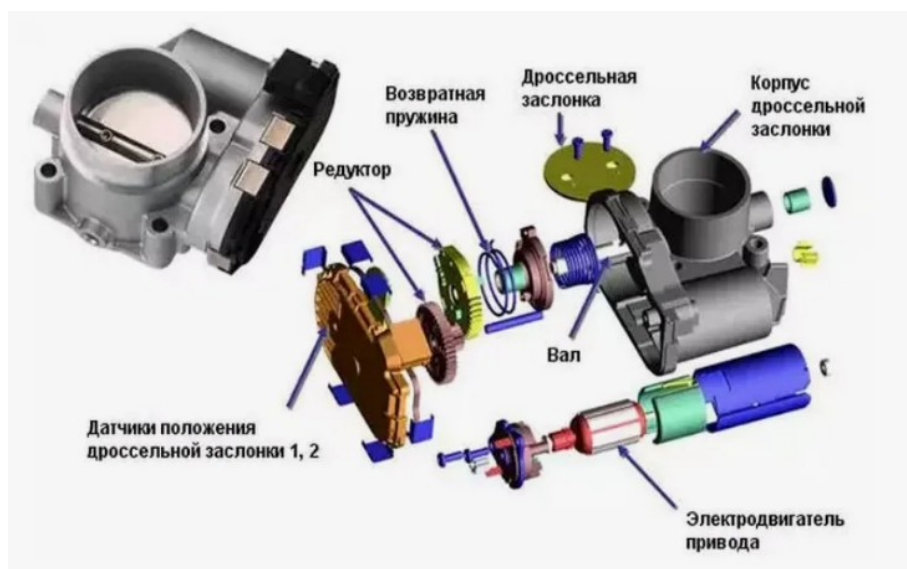


Рис. 6. Дроссельная заслонка с электрическим приводом:
а) внешний вид;
б) внутреннее устройство

В табл. 2 представлено сравнение описанных конструкций дроссельных заслонок.

Таблица 2. Сравнение конструкций ДЗ

Параметр	Тип привода ДЗ		
	Механический	Электромеханический	Электрический
Простота конструкции	+	-	±
Линейность изменения площади проходной щели	-	-	+
Регулирование ОМЧВ	-	+	+
Простота привода	+	-	±
Надежность	+	±	±
Ремонтопригодность	+	±	±
Экономичность конструкции	+	±	±
Возможность автоматического управления двигателем	-	-	+

«+» - хорошие качества по оцениваемому параметру;

«±» - удовлетворительные качества по оцениваемому параметру;

«-» - неудовлетворительные качества по оцениваемому параметру

В результате сравнительного анализа конструкций ДЗ для дальнейшей работы была выбрана конструкция ДЗ с электрическим приводом, так как определяющим фактором выбора конструкции являлась возможность автоматического управления ДПЗ.

Конструкция дросселирующего устройства с поворотной заслонкой позволяет использовать всевозможные типы электропривода. В результате анализа существующих конструкций ДЗ с электрическим приводом были выделены коллекторные двигатели постоянного тока и электромагнитные исполнительные механизмы (ИМ).

Коллекторные двигатели постоянного тока получили широкое распространение в качестве привода ДЗ. Пример ДЗ с коллекторным двигателем постоянного тока представлен на рис. 7.



Рис. 7. Общий вид ДЗ Bosch 0 280 750 151

Привод дроссельной заслонки может осуществляться с помощью электромагнитного исполнительного механизма (ИМ). Электромагнитный ИМ для привода ДЗ представляет собой моментный двигатель с ограниченным углом поворота (МДОУ) (рис. 8), а весь дроссельный блок фирмы Woodward ProAct ITB, представленный здесь для примера показан на рис. 9. Принцип работы ИМ похож на принцип работы коллекторного двигателя.

Движущая сила в МДОУ возникает также в результате взаимодействия магнитных полей ротора и статора. Статор в МДОУ представляет собой стальной сердечник с электрическими обмотками. Ротором же является вал с расположенными на нем постоянными магнитами. МДОУ не имеет щеточного узла, поэтому поворот его ротора возможен лишь на определенный угол (чаще всего не больше 90°), что является вполне достаточным для обеспечения полного хода заслонки. Преимуществами МДОУ в качестве привода ДЗ являются:

1. Точность позиционирования. Увеличение точности позиционирования также обусловлено отсутствием механической передачи, работа которой обычно сопровождается нежелательными люфтами и трением;
2. Отсутствие механической передачи между валом двигателя и валом заслонки вследствие высокого развиваемого крутящего момента;
3. Простота конструкции также обусловлена отсутствием механической передачи. Кроме того МДОУ не имеет щеточного узла, что также упрощает конструкцию;
4. Простота управления. МДОУ, как и коллекторный двигатель, приводится в движение при изменении величины электрического тока;
5. Надежность МДОУ обеспечена отсутствием механической передачи и щеточного узла.



Рис. 8. Исполнительный механизм с МДОУ Woodward ProAct II

Недостатки МДОУ:

- 1) Увеличенные габариты и масса, поскольку для обеспечения требуемых параметров работы МДОУ размеры ротора и статора должны быть больше, чем в конструкции электродвигателя;
- 2) Усложнение проектирования и производства. В силу меньшей, чем у коллекторных двигателей универсальности разработчикам приходится проектировать и производить электромагнитный ИМ под конкретные задачи;
- 3) Повышенная себестоимость конструкции вследствие применения более дорогих материалов МДОУ.



Рис. 9. Общий вид дроссельного блока с исполнительным механизмом Woodward ProAct ITB

Результаты сравнительного анализа привода заслонки с помощью коллекторного двигателя постоянного тока и с помощью электромагнитного ИМ представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сравнение видов электрического привода ДЗ

Параметр	Вид электрического привода	
	Коллекторный двигатель	Исполнительный механизм
Простота конструкции	-	+
Надежность	-	+
Ремонтопригодность	+	±
Экономичность конструкции	+	-
Точность позиционирования	-	+
Габариты и масса	+	-

«+» - хорошие качества по оцениваемому параметру;

«±» - удовлетворительные качества по оцениваемому параметру;

«-» - неудовлетворительные качества по оцениваемому параметру

Выводы

Современная конструкция дроссельного блока для авиационного поршневого электронно управляемого ДВС с внешним смесеобразованием должна иметь электрический привод, представляющим собой моментный двигатель с ограниченным углом поворота, поскольку основным параметром, позволяющим управлять ДВС с принудительным зажиганием, является плотность заряда .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Хрящёв Ю.Е. Курс автоматического управления техническими системами: учебно-методическое пособие. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2023 – 192 с.
- 2) Гиравец, А.К. Теория управления автомобильным бензиновым двигателем. – М.: Стройиздат, 1997. – 173 с.
- 3) Крутов, В.И. Автоматическое регулирование двигателями внутреннего сгорания: учебное пособие. – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 615 с.
- 4) Хрящёв, Ю. Е. Алгоритмы управления двигателями внутреннего сгорания / Ю.Е. Хрящёв, М.В. Тихомиров, Д.А. Епанешников. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2014. – 204 с.
- 5) Патент № US9004023B2 United States, МПК FOIL I/34, F02D 13/02, FO2D 4I/OO, FO2M 25/07. Variable valve train for an internal combustion engine: опубли. 14.04.2015 / Wolfgang Christgen, Michael Schober

Направление 9. РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА И ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

УДК 377.5

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА СТУДЕНТАМИ КОЛЛЕДЖА В САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

М.С. Белянчева

Научный руководитель – **Н.О. Герасимова**, старший преподаватель

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается проблема использования искусственного интеллекта студентами учебных заведений среднего профессионального образования. Использование искусственного интеллекта широко распространяется при выполнении самостоятельной работы, что оказывает сильное влияние на результаты обучения.

Ключевые слова: *среднее профессиональное образование, искусственный интеллект, самостоятельная работа студентов*

STUDYING THE APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE BY COLLEGE STUDENTS IN THEIR INDEPENDENT WORK

M.S. Belyancheva

Scientific Supervisor – **N.O. Gerasimova**, Senior Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the use of artificial intelligence by students of secondary vocational education institutions. The use of artificial intelligence is widespread in independent work, which has a significant impact on learning outcomes.

Keywords: *secondary vocational education, artificial intelligence, independent work of students*

Самостоятельная работа – важная часть учебного процесса любой ступени образования. От степени самостоятельности студента зависит усвоение материала и освоение необходимых навыков.

Основатель научной школы «Управление образовательными системами» Т.И. Шамова дает такое определение самостоятельной работы в учебном процессе как: «Форма организации познавательной деятельности учащихся, которая характеризуется следующими признаками: наличие цели; конкретное задание; чёткая форма выражения результата работы; определение формы проверки результата; обязательное выполнение работы каждым учеником» [5].

Советский и российский учёный, доктор психологических наук А.И. Зимняя дает следующее определение понятию самостоятельной работы в учебном процессе «Это целенаправленная, внутренне мотивированная деятельность, структурированная самим объектом в совокупности выполняемых действий и корректируемая им по процессу и результату» [4].

Советский педагог Б.П. Есипов дает этому понятию следующее определение: «Самостоятельная работа учащихся, включаемая в процесс обучения, – это такая работа, которая выполняется без непосредственного участия учителя, но по его заданию в специально предоставленное для этого время; при этом учащиеся сознательно стремятся достигнуть поставленной в задании цели, проявляя свои усилия и выражая в той или иной

форме результаты своих умственных или физических (или тех и других вместе) действий» [3]. Данная формулировка наиболее точно раскрывает понятие самостоятельной работы, описывая её признаки и цели.

В учебном процессе заведений среднего профессионального образования выделяют два вида самостоятельной работы: аудиторную и внеаудиторную.

Аудиторная выполняется на учебных занятиях (на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях) под руководством преподавателя и по его заданию. В пример можно привести слежение за планом чтения лекции, проработку конспекта, дополнение его рекомендованной литературой. Сюда относится и самостоятельная отработка практических навыков с использованием алгоритмов обработки таблиц, видеоматериалов, тренировочных упражнений. Коллективное обсуждение докладов, рефератов на специально отведённом для этой цели занятии. Защита отчётов по лабораторным работам или практикумам. Выполнение учебной исследовательской работы [2].

Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать специфику специальности, изучаемой дисциплины, индивидуальные особенности студента. Для овладения знаниями применяется чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы), составление плана текста, конспектирование текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами. Для закрепления и систематизации знаний выполняется работа с конспектом лекции, повторная работа над учебным материалом, составление плана и тезисов ответа, составление таблиц для систематизации учебного материала. Для формирования умений от студента требуется решение задач и упражнений по образцу, выполнение расчётно-графических работ, решение ситуационных производственных задач, подготовка к деловым играм. Составление глоссария – подбор и систематизация терминов, непонятных слов и выражений, встречающихся при изучении темы. Составление сводной таблицы по теме – систематизация объёмной информации, которая сводится в рамки таблицы. Подготовка информационного сообщения – подготовка небольшого по объёму устного сообщения для озвучивания на семинаре или практическом занятии [1].

В настоящее время проблема внедрения искусственного интеллекта в учебный процесс активно изучается. С.Е. Тупикова и Н.О. Быкова в статье «Возможности искусственного интеллекта в организации самостоятельной работы студентов факультетов иностранных языков» приводят теоретические и практические основы применения искусственного интеллекта в обучении, изучают как программы на основе искусственного интеллекта могут влиять на мотивацию учащихся и эффективность обучения [8].

О. Ю. Леушканова в работе «Применение технологий искусственного интеллекта в образовательной деятельности колледжа» изучает образовательные функции применения искусственного интеллекта в учебном процессе [5].

В статье «Интеграция технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс колледжа» Н.А. Насоновой проведен анализ возможности интеграции искусственного интеллекта в образовательный процесс колледжей, рассмотрены ключевые аспекты применения искусственного интеллекта для повышения эффективности работы преподавателей и учебной деятельности студентов [7].

Не менее актуален и вопрос использования искусственного интеллекта студентами при их учебной деятельности и при самостоятельной работе. В изучении особенностей применения искусственного интеллекта студентами колледжа в самостоятельной работе приняли участие 94 студента. Это учащиеся университетского колледжа «Политехник» Ярославского государственного технического университета, Ярославского колледжа управления и профессиональных технологий, Ярославского градостроительного колледжа (из них 73 молодых человека и 21 девушка). В исследовании приняли участие студенты с 1 по 4 курс. Выборка участников является случайной (рис. 1-9).

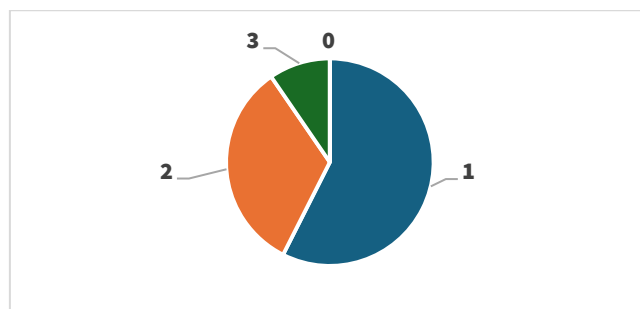


Рис. 1. Распределение студентов по учебным учреждениям:

- 1 – ЯКУИПТ (57,4%);
- 2 – Политехник (33%);
- 3 – ЯГК (9,6%)

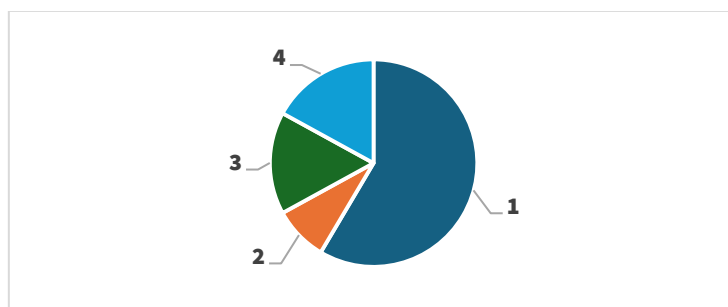


Рис. 2. Распределение студентов по курсам:

- 1 – 1 курс (55 чел);
- 2 – 2 курс (7 чел);
- 3 – 3 курс (15 чел);
- 4 – 4 курс (16 чел)

На вопрос «Используете ли вы искусственный интеллект в самостоятельной работе?» 77,7% ответили да; 22,3% - нет. Таким образом, можно сделать вывод, что большинство студентов колледжа используют искусственный интеллект в самостоятельной работе. При этом 77% опрошенных научились работать с искусственным интеллект самостоятельно; 16,2% прошли курсы; 6,8% научились под руководством преподавателя.

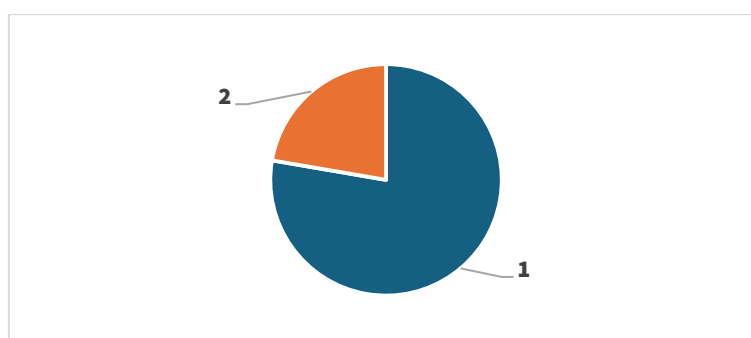


Рис. 3. Использование студентами искусственного интеллекта в самостоятельной работе:

- 1. Да (77,7%);
- 2. Нет (22,3%)

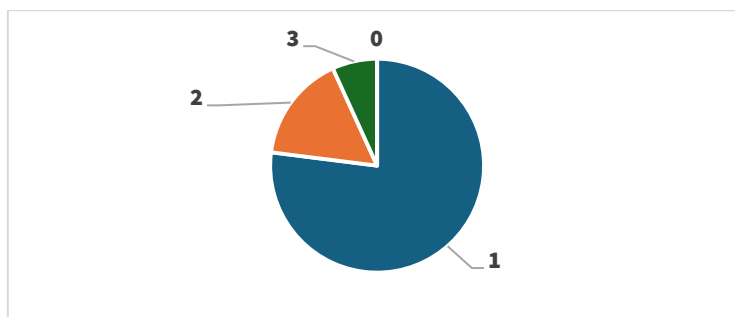


Рис. 10. Обучение студентов применению искусственного интеллекта в учебном процессе:

1. Самостоятельно (77%);
2. Курсы (16,2%);
3. Научил преподаватель (6,8%)

Отвечая на вопрос о частоте использования, 16,5% опрошенных отметили, что используют искусственный интеллект всегда; 55,3%, - для выполнения некоторых заданий; 25,2% - редко; 2,9% - не используют.

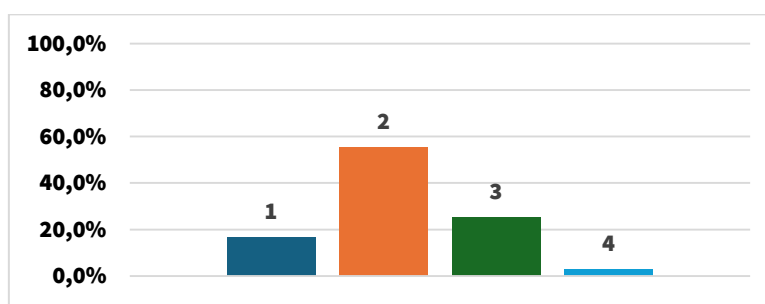


Рис. 4. Периодичность использования искусственного интеллекта в работе:

1. – Всегда (16,5%);
2. – Для выполнения некоторых заданий (55,3%);
3. – редко (25,2%);
4. – Не использую (2,9%)

На вопрос «Для какой работы вы используете искусственный интеллект?» 14,6% опрошенных указали все виды работ; для решения задач - 24%; для подготовки докладов – 18,8%; для составления презентаций – 16,1%; для написания рефератов – 12,5%; для написания курсовых – 10,4%; и лишь 3,6% отметили, что не используют искусственный интеллект.

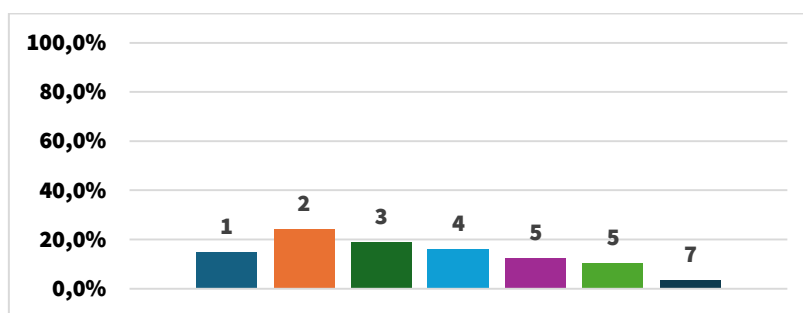


Рис. 5. Виды работ для выполнения которых используется искусственный интеллект:

1. Все виды работ (14,6%);
2. Решение задач (24%);
3. Подготовка докладов (18,8%);
4. Составление презентаций (16,1%);
5. Написание рефератов (12,5%);
6. Написание курсовых (10,4%);
7. Не использую (3,6%)

С точки зрения качества ответов, 19,4 % опрошенных студентов отметили его отличным; 46,8% - хорошим 33,9 – удовлетворительным; никто не оценил качество плохим. Следует учитывать субъективность оценок студентов: что конкретно может быть для них показателем качества не изучалось.

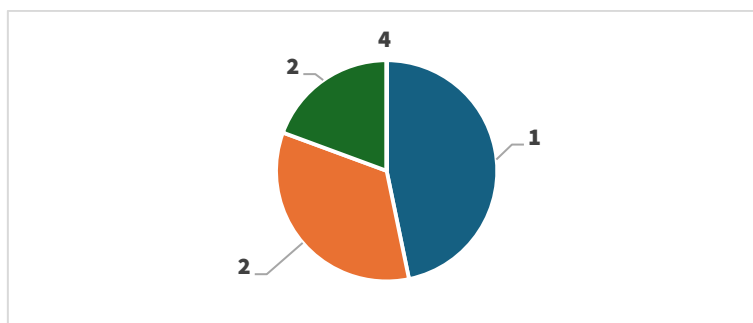


Рис. 6. Оценка студентами качества ответов, которые дает искусственный интеллект:

1. Хорошо – (46,8%);
2. Удовлетворительно – (33,9%);
3. Отлично – (19,4%);
4. Плохо – (0%)

90,3 % из числа опрошенных проверяют информацию, полученную от искусственного интеллекта, на достоверность и лишь 9,7% принимают без проверки.

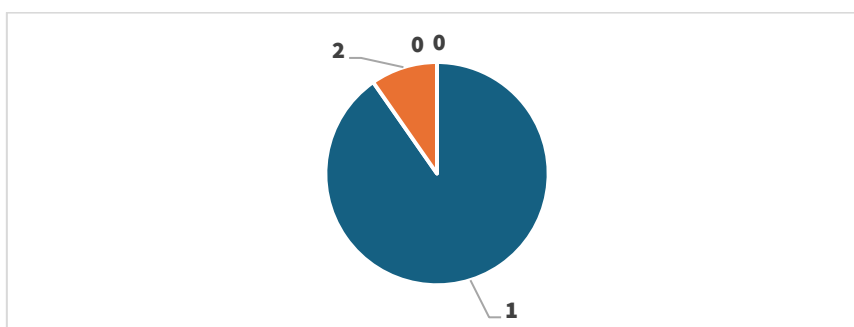


Рис. 7. Проверка студентами информации, полученной от искусственного интеллекта на достоверность:

1. Да – (90,3%);
2. Нет – (9,7%)

На вопрос «Считаешь ли ты использование искусственного интеллекта при выполнении домашних заданий академическим мошенничеством?» ответили нет – 45,2%; затрудняюсь ответить – 38,7%; да – 16,1%.

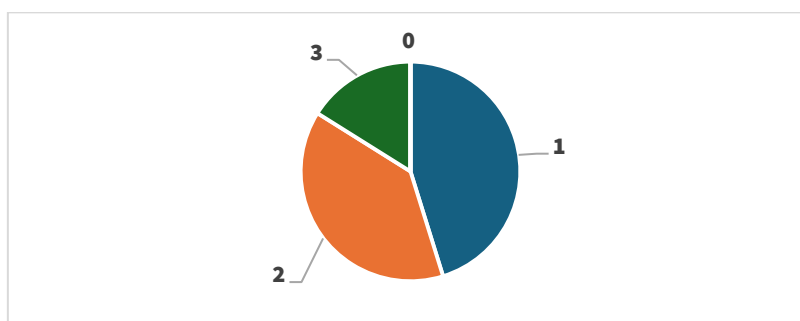


Рис. 8. Мнение о том, является ли использование искусственного интеллекта при выполнении самостоятельной работы академическим мошенничеством:

1. Нет (45,2%);
2. Затрудняюсь ответить (38,7%);
3. Да (16,1%)

83,9% опрошенных студентов считают, что преподаватель должен обучать студентов правильному использованию искусственного интеллекта. Это может указывать на запрос студентов в педагогической поддержки учебного процесса в условиях цифровизации.

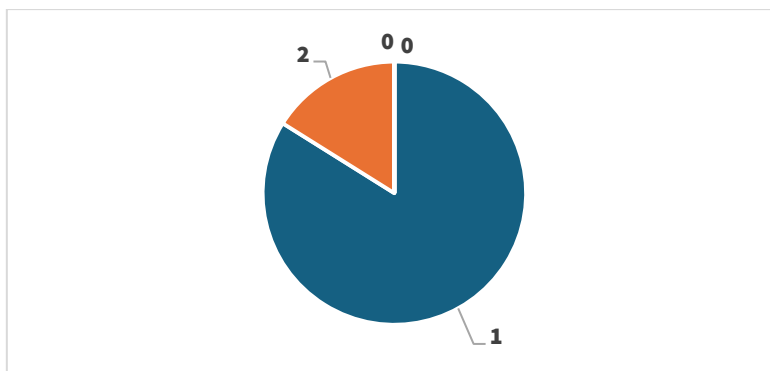


Рис. 9. Мнение об обучении преподавателями студентов правильному использованию искусственного интеллекта:

1. Да (83,9%);
2. Нет (16,1%)

Полученные в результате исследования данные говорят о том, что искусственный интеллект стал для студентов повседневным инструментом. Они осваивают работу с ним самостоятельно, но при этом выражается запрос на обучение со стороны преподавателей. В современных условиях становится бессмысленным запрет использования искусственного интеллекта студентами. Необходимо пересматривать подходы к организации учебной и внеучебной самостоятельной работы студентов, используя искусственный интеллект как учебный инструмент.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Шефер, О.Р. Виды заданий выносимые на самостоятельную внеаудиторную учебно-познавательную деятельность студентов по изучению физике в медицинском ВУЗе / О.Р. Шефер, П.Н. Сошникова // Мир науки, культуры, образования. – 2011. – № 6. – С. 199-201.
- 2) Белашова, О.В. Семейное право Методические рекомендации по организации самостоятельной работы / О.В. Белашова, И.А. Каргалина. – Новосибирск: Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, 2014. – 92 с.
- 3) Гордеев, М. Н. Самостоятельная работа в истории педагогической мысли / М.Н. Гордеев // cyberleninka.ru: [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/samostoyatelnaya-rabota-v-istorii-pedagogicheskoy-mysli/viewer> (дата обращения: 29.03.2026).
- 4) Ибрагимова, Е.М. К вопросу о сущности понятия самостоятельная работа / Е.М. Ибрагимова // cyberleninka.ru: [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-suschnosti-ponyatiya-samostoyatelnaya-rabota/viewer> (дата обращения: 29.03.2026).
- 5) Леушканова, О.Ю. Применение технологий искусственного интеллекта в образовательной деятельности колледжа / О.Ю. Леушканова // Инновационное развитие профессионального образования. – 2024. – № 1 (41). – С. 91–98.
- 6) Малиновцева, Н.В. Теоретический обзор по проблеме познавательной самостоятельности в исследовании отечественных и зарубежных ученых / Н.В. Малиновцева // cyberleninka.ru: [сайт]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskiy-obzor-po-probleme-poznavatelnoy-samostoyatelnosti-v-issledovaniyah-otechestvennyh-i-zarubezhnyh-uchyonyh/viewer> (дата обращения: 29.03.2026).
- 7) Насонова, Н.А. Интеграция технологий искусственного интеллекта в образовательный процесс колледжа / Н.А. Насонова // Образование и воспитание. – 2025. – № S8-1 (60-1). – С. 57–58 .
- 8) Тупикова, С.Е. Возможности искусственного интеллекта в организации самостоятельной работы студентов факультетов иностранных языков / С.Е. Тупикова, Н.О. Быкова // Организация самостоятельной работы по иностранным языкам, 2023. – Саратов: Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, 2023. – С. 214–221.

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В СИСТЕМЕ СПО

А.В. Березин

Научный руководитель – **Л.Г. Приятелева**, канд. соц. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются психолого-педагогические условия применения инструментов искусственного интеллекта (ИИ) в системе среднего профессионального образования при подготовке инженерных кадров. Анализируются когнитивные риски, возникающие при неконтролируемом использовании ИИ студентами: снижение критического мышления, «метакогнитивная лень», поверхностное понимание. Обосновывается необходимость разработки специальных условий, включающих учёт типологии рисков, рефлексивные формы учебных заданий, психолого-педагогическое сопровождение студентов и подготовку преподавателей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, среднее профессиональное образование, инженерные кадры, когнитивные риски, психолого-педагогические условия, метакогнитивная лень, циклы

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE TRAINING OF ENGINEERING PERSONNEL IN THE VOCATIONAL EDUCATION SYSTEM

A.V. Berezin

Scientific Supervisor – **L.G. Priyateleva**, Candidate of Social Sciences, Associate
Professor

Yaroslavl State Technical University

The article examines the psychological and pedagogical conditions for the use of artificial intelligence (AI) tools in the vocational education system for the training of engineering personnel. The cognitive risks arising from uncontrolled use of AI by students are analyzed: decreased critical thinking, «metacognitive laziness», superficial understanding. The necessity of developing special conditions is substantiated, including consideration of risk typology, reflexive forms of learning tasks, psychological and pedagogical support for students, and teacher training.

Keywords: artificial intelligence, vocational education, engineering personnel, cognitive risks, psychological and pedagogical conditions, metacognitive laziness

Система среднего профессионального образования (СПО) в Российской Федерации является ключевым звеном в подготовке инженерных кадров среднего звена – техников, технологов, мастеров производственного обучения. Согласно федеральному проекту «Профессионалитет», подготовка таких специалистов должна осуществляться с учётом актуальных требований цифровой экономики и реального сектора производства.

Одним из наиболее значимых факторов, влияющих на образовательный процесс в колледжах, стало массовое проникновение инструментов искусственного интеллекта – генеративных нейросетей (ChatGPT, GigaChat, YandexGPT), интеллектуальных тренажёров и адаптивных обучающих платформ. Студенты всё чаще используют ИИ для выполнения учебных заданий: от поиска информации до решения профессиональных кейсов. Однако стихийное, неконтролируемое использование ИИ несёт в себе серьёзные когнитивные риски, особенно значимые при подготовке инженеров, где важны критическое мышление,

способность к анализу и самостоятельному принятию решений.

Цель настоящей статьи – на основе теоретического анализа выявить и обосновать психолого-педагогические условия, обеспечивающие эффективное и безопасное применение ИИ в образовательном процессе СПО при подготовке инженерных кадров.

Когнитивные риски использования ИИ студентами СПО. Анализ современных исследований показывает, что при неконтролируемом использовании ИИ у студентов возникают следующие риски.

Во-первых, **снижение критического мышления**. Студенты склонны воспринимать ответы нейросетей как истину, не подвергая их сомнению и не проверяя достоверность. Это явление получило название «эффект чёрного ящика» – пользователь видит только запрос и результат, не имея доступа к логике его получения [1].

Во-вторых, **«метакогнитивная лень»** – склонность перекладывать на ИИ не только исполнительские функции, но и функции планирования, контроля и рефлексии [2]. Студент перестаёт оценивать границы собственного знания и перестаёт учиться.

В-третьих, **поверхностное понимание** (superficial understanding). Студент, получая готовое решение, не проходит через этапы анализа и синтеза, что ведёт к формированию иллюзии знания при отсутствии реального усвоения материала.

Для системы СПО, где формирование практических профессиональных компетенций является приоритетом, эти риски приобретают особое значение. Будущий техник или мастер, привыкший полагаться на ИИ, может оказаться неспособным выполнить задачу в реальной производственной ситуации, где доступ к нейросети ограничен или контекст задачи нестандартен.

Психолого-педагогические условия минимизации рисков. На основе проведённого анализа можно выделить комплекс условий, обеспечивающих эффективное применение ИИ в подготовке инженерных кадров.

Первое условие – учёт типологии когнитивных рисков.

Преподаватель должен понимать, какие именно риски актуальны для его дисциплины и для его студентов. Это позволяет целенаправленно проектировать учебные задания, нейтрализующие негативное влияние ИИ.

Второе условие – использование рефлексивных форм учебных заданий.

Задания, предполагающие работу с ИИ, должны включать этапы верификации (найди ошибку в ответе ИИ), сравнения (сравни своё решение с решением ИИ), критики (что ИИ упустил?), доработки (улучши ответ ИИ с учётом профессионального контекста). Такие задания стимулируют самостоятельную мыслительную деятельность и препятствуют формированию зависимости от ИИ.

Третье условие – психолого-педагогическое сопровождение студентов.

Необходимо формировать у студентов осознанное и ответственное отношение к взаимодействию с ИИ. Это может быть реализовано через цикл тренинговых занятий или кураторских часов, посвящённых культуре работы с нейросетями, их ограничениям и рискам.

Четвёртое условие – формирование готовности преподавателей.

Без методической подготовки педагогов любые рекомендации останутся нереализованными. Преподаватель должен не только знать о существовании ИИ-инструментов, но и владеть приёмами их интеграции в учебный процесс, а также методами профилактики когнитивных рисков [3].

Практический контекст подготовки инженерных кадров. Указанные условия приобретают особую значимость в инженерном образовании. Современный инженер должен не только владеть профессиональными знаниями, но и быть способным работать с цифровыми инструментами, критически оценивать информацию, принимать решения в нестандартных ситуациях. ИИ может стать эффективным тренажёром для развития этих

навыков – но только при условии грамотного педагогического сопровождения.

Проведённый теоретический анализ позволяет сделать вывод о том, что эффективное применение искусственного интеллекта при подготовке инженерных кадров в системе СПО возможно при реализации комплекса психолого-педагогических условий: учёт типологии когнитивных рисков, использование рефлексивных учебных заданий, психолого-педагогическое сопровождение студентов и подготовка преподавателей. Дальнейшие исследования могут быть направлены на экспериментальную проверку эффективности предложенных условий в реальной образовательной практике колледжа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Лапутько, К.В. Этические и правовые аспекты использования искусственного интеллекта в образовательных цифровых платформах для молодежи / К.В. Лапутько // Вестник Пермского университета. – 2025. – № 4. – С. 14–20.

2) Носта, Дж. Как ИИ влияет на «метакогнитивную лень» и изменит людей в будущем? Ответ эксперта / Дж. Носта // Techinsider.ru. – 2025. – 21 янв. – URL: <https://www.techinsider.ru/pormem/1674957-kak-ii-vliyaet-na-metakognitivnuyu-len-i-izmenit-lyudei-v-budushchem-otvet-eksperta/>

3) Delikoura, I. From Superficial Outputs to Superficial Learning: Risks of Large Language Models in Education / I. Delikoura, Y.R. Fung, P. Hui // arXiv.org. – 2025. – URL: <https://arxiv.org/abs/2509.21972>

РОЛЬ ИНФОГРАФИКИ В ПОВЫШЕНИИ УЧЕБНОЙ МОТИВАЦИИ ПРИ ОСВОЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

К.Т. Болотова

Научный руководитель – **А.В. Косоурихина**, канд. пед. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты применения инфографики как средства повышения учебной мотивации студентов среднего профессионального образования при изучении непрофильной дисциплины «Основы электротехники и электронной техники». В работе представлены результаты педагогического исследования, демонстрирующие основные проблемы в освоении дисциплины, а также обосновывается целесообразность внедрения инфографических материалов как современного инструмента визуализации учебной информации, способствующего улучшению качества освоения технических дисциплин.

Ключевые слова: инфографика, визуализация учебной информации, технические дисциплины, мотивация обучающихся, образовательный процесс, электротехника, наглядные материалы, когнитивная визуализация, педагогические технологии, среднее профессиональное образование

THE ROLE OF INFOGRAPHICS IN IMPROVING LEARNING MOTIVATION IN TECHNICAL DISCIPLINES

K.T. Bolotova

Scientific Supervisor – **A.V. Kosourikhina**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the theoretical and practical aspects of the use of infographics as a means of increasing the educational motivation of students of secondary vocational education in the study of the non-core discipline "Fundamentals of electrical engineering and electronic technology". The paper presents the results of pedagogical research demonstrating the main problems in mastering the discipline, and substantiates the feasibility of introducing infographic materials as a modern tool for visualizing educational information, contributing to improving the quality of mastering technical disciplines.

Keywords: modern education, teaching methods, technologies, distance Infographics, visualization of educational information, technical disciplines, student motivation, educational process, electrical engineering, visual materials, cognitive visualization, pedagogical technologies, secondary vocational education

Современное образование сталкивается с серьезной проблемой снижения мотивации обучающихся к освоению технических дисциплин, особенно в условиях их непрофильного характера. Результаты проведенного исследования среди студентов второго курса специальности 09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы» выявили существенные трудности в освоении дисциплины «Основы электротехники и электронной техники». Были выявлены следующие тенденции:

- 68.75% опрошенных отметили сложность материала как основной демотивирующий фактор;
- 56.25% студентов указали на недостаток наглядных материалов.

Анализ показал, что дисциплина вызывает значительные трудности у студентов. Основные проблемы связаны со сложностью материала и недостаточной практической направленностью. Для повышения эффективности обучения рекомендуется:

- Усиление практической составляющей;

- Улучшение наглядности материала;
- Установление четких профессиональных связей дисциплины с будущей специальностью;

Актуальность исследования обусловлена необходимостью поиска эффективных педагогических инструментов, способных повысить качество освоения технических дисциплин. Одним из перспективных направлений является внедрение инфографики как средства визуализации учебного материала, способного преодолеть существующие барьеры в обучении.

Цель исследования – теоретическое обоснование и экспериментальная проверка эффективности применения инфографики как средства повышения учебной мотивации при освоении дисциплины «Основы электротехники и электронной техники».

Объектом исследования выступает процесс обучения студентов среднего профессионального образования по дисциплине «Основы электротехники и электронной техники», а предметом – методика использования инфографики для повышения учебной мотивации обучающихся.

Методологическую базу применения инфографики составляют два основополагающих принципа: педагогический **принцип системного квантования, который** основывается на природной способности человека к образному мышлению и кодированию информации [2], и **принцип когнитивной визуализации**, связанный с общепсихологическими закономерностями, согласно которым качество освоения знания повышается, если используются когнитивные графические компоненты [4]. **Сущность инфографики** заключается в передаче смысла и информации через графические элементы без избыточного текстового сопровождения, в образовательном контексте инфографика организует целенаправленное восприятие информации, формирует образное представление знаний и активизирует познавательную деятельность [3]. **Образовательная инфографика** представляет собой законченный информационный блок, который может быть усвоен самостоятельно, без дополнительных комментариев. Современные исследования подтверждают, что использование инфографики способствует более качественному усвоению учебного материала и повышению мотивации обучающихся. Особенно эффективным применение инфографических материалов может быть при изучении технических дисциплин, где визуализация сложных процессов и явлений помогает преодолеть трудности восприятия теоретического материала.

В рамках данного исследования был разработан и внедрен инфографический материал по дисциплине «Основы электротехники и электронной техники». Экспериментальная работа осуществлялась на базе группы студентов второго курса специальности 09.02.01 «Компьютерные системы и комплексы», в которую входило 23 обучающихся. В качестве эксперимента один и тот же материал был представлен в традиционной форме и в виде инфографики. Одна инфографика в среднем заменяет 3–5 слайдов презентации, основная часть инфографики была реализована посредством графического редактора «SUPA». На рис. 1 представлена инфографика для лекции по теме «Электрическая цепь и ее элементы».

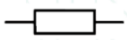
Разработка материалов осуществлялась по ключевым темам дисциплины, включающим базовые электрические величины и единицы измерения, основные графические обозначения элементов электрической цепи и электроизмерительных приборов, закон Ома, законы Кирхгофа (рис. 2). Технические параметры разработанного материала предусматривает как электронный, так и печатный форматы. Печатные версии выполнялись в формате А4 с соблюдением требований эргономики. Цветовая гамма подбиралась с учетом контрастности и удобства восприятия. Шрифтовое оформление соответствует стандартам читаемости с минимальным размером 16 пунктов.

Электрическая цепь и её элементы. Основные графические обозначения



Электрическая цепь – совокупность соединённых друг с другом источников электрической энергии и приёмников, по которым протекает электрический ток.

Электрическая схема – графическое изображение электрической цепи, которая содержит условные обозначения (согласно ГОСТ) элементов и способы их соединений.

Элемент	Графическое обозначение	Краткое описание
Проводник	—	Линия электрической связи, провод, кабель
Узел	•	Обозначает электрическое соединение двух или более проводников
Источник тока		Дает во внешнюю цепь ток, сила которого не зависит от сопротивления нагрузки
Гальванический элемент (батарея)		Создает электродвижущую силу (ЭДС), обеспечивает движение тока в цепи
Резистор		Ограничивает ток в цепи, создает сопротивление
Конденсатор		Накапливает электрический заряд, используется для фильтрации, сглаживания пульсаций
Катушка индуктивности		Создает магнитное поле, используется в фильтрах, трансформаторах

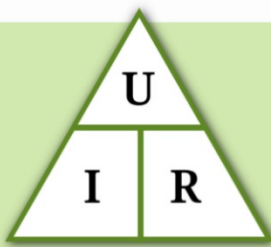
Электроизмерительные приборы

Прибор	Графическое обозначение	Назначение	Способ включения в цепь
Амперметр		Измерение силы тока. Единица измерения: Ампер (А)	Последовательно
Вольтметр		Измерение напряжения. Единица измерения: Вольт (В)	Параллельно
Ваттметр		Измерение активной мощности. Единица измерения: Ватт (Вт)	Последовательно и параллельно

Рис. 1. Инфографика по теме «Электрическая цепь и её элементы»

Ω ЗАКОН ОМА

Сила тока в цепи прямо пропорциональна ЭДС источника тока и обратно пропорциональна сумме сопротивлений внешнего и внутреннего участков цепи.



I - сила тока (А, ампер)
U - напряжение (В, вольт)
R - сопротивление (Ом)

$I = \frac{U}{R}$

I ЗАКОН КИРХГОФА

Алгебраическая сумма токов, входящих и выходящих из узла, равна 0.

$\sum I = 0$

ПРИМЕР



$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$
 или
 $I_1 - I_2 + I_3 + I_4 - I_5 = 0$

ПРАВИЛО ЗНАКОВ

Токи, направленные к узлу, берут со знаком "+", от узла — со знаком "-"

II ЗАКОН КИРХГОФА

Алгебраическая сумма ЭДС в замкнутом контуре равна алгебраической сумме падений напряжений на всех элементах этого контура.

$\sum IR = \sum E$

IR - падение напряжения на участке цепи (по закону Ома)
E - электродвижущая сила (напряжения источников)

Совпадает с обходом — "+", противоположно — со знаком "-"

Рис. 2. Инфографика по теме «Закон Ома и законы Кирхгофа»

Внедрение материалов в образовательный процесс осуществлялось поэтапно. На диагностическом этапе проводился анализ исходного уровня знаний студентов. Основной этап включал использование инфографики в качестве наглядного пособия на лекции и применение как основы для практического занятия по методам расчета сложных электрических цепей.

Полученные в ходе эксперимента данные позволили сформировать базу для дальнейшего анализа эффективности применения инфографических материалов в процессе обучения технической дисциплине. После проведения занятия с использованием инфографических материалов был проведен повторный опрос студентов, результаты которого показали значительное улучшение показателей: уровень восприятия материала повысился на 42%, а удовлетворенность наглядной подачей информации выросла на 38%. Студенты отметили, что инфографика существенно облегчила понимание сложных технических концепций и способствовала лучшему запоминанию материала.

Следовательно, инфографика способствует преодолению трудностей восприятия теоретического материала, улучшению качества усвоения информации и повышению вовлеченности студентов в учебный процесс. Внедрение инфографики в образовательный процесс демонстрирует значительный потенциал для повышения качества обучения техническим дисциплинам и может рассматриваться как перспективное направление развития современных педагогических технологий: разработка методических рекомендаций по созданию эффективной инфографики, создание банка инфографических материалов по различным темам дисциплины, а также обучение преподавателей технологиям визуализации учебной информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Афанасьева, Н. А. Электротехника и электроника: учеб. пособие / Н.А. Афанасьева, Л.П. Булат – СПб.: СПбГУНиПТ, 2005. – 178 с.
- 2) Вобликова, А.Р. Основные тренды цифровизации образовательной системы // Вестник науки. – 2026. – № 1 (94). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-trendy-tsifrovizatsii-obrazovatelnoy-sistemy> (дата обращения: 01.04.2026).
- 3) Крамская, Н. В. Инфографика в современном информационном обществе / Н.В. Крамская // Наука в современном информационном обществе: Материалы X международной научно-практической конференции: в 3-х томах, North Charleston, USA, 28–29 ноября 2016 года / Научно-издательский центр «Академический». Том 2. – North Charleston, USA: CreateSpace, 2016. – С. 60-61. .
- 4) Назарова, Е.А. Инфографика как средство формирования универсальных учебных действий обучающегося / Е.А. Назарова // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2015. – Т. 1. – № 11. – С. 327-331.
- 5) Останина, А.И. Инфографика как средство визуальной коммуникации / А.И. Останина, И.С. Попова // Электронный сборник статей по материалам XX студенческой международной научно-практической конференции. – Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. – № 5 (20). – С. 32-37. – URL: [http://sibac.info/archive/technic/5\(20\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/5(20).pdf) (дата обращения: 15.03.26).
- 6) Трушко, Е.Г. Инфографика как современный способ представления информации / Е.Г. Трушко, Ю.Ф. Шпаковский – Труды БГТУ. Серия 4: Принт- и медиатехнологии. – 2017. – № 4 (195). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/infografika-kak-sovremennyy-sposob-predstavleniya-informatsii> (дата обращения: 01.04.2026).

ДЕТСКИЕ ТЕХНОПАРКИ КАК ПЛАТФОРМА ДЛЯ РАННЕЙ ПРОФОРИЕНТАЦИИ

К.М. Бределева, А.В. Токовинина

Научный руководитель – **Е.В. Хандогина**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В современных условиях цифровизации обостряется проблема кадрового дефицита технических специалистов из-за низкого уровня ранней профориентации детей и устаревших методов работы в школах. Детские технопарки, такие как «Кванториум», решают данную задачу за счёт практико-ориентированного обучения с использованием высокотехнологичного оборудования и выполнения реальных проектов. Их внедрение способно повысить эффективность подготовки кадров и снизить кадровый дефицит в технической сфере.

Ключевые слова: профориентация, детский технопарк, техническая направленность, проектное обучение

CHILDREN'S TECHNOLOGY PARKS AS A PLATFORM FOR EARLY CAREER GUIDANCE

K.M. Bredeleva, A.V. Tokovinina

Scientific Supervisor – **E.V. Khandogina**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

In the context of digitalisation, the shortage of technical specialists is becoming more acute due to the low level of early career guidance for children and outdated methods used in schools. Children's tech parks, such as "Kvantorium" in the Yaroslavl Region, address this challenge through practice-oriented learning that involves high-tech equipment and the implementation of real-world projects. Their wider adoption can enhance workforce training effectiveness and help reduce the skills gap in technical fields.

Keywords: career guidance, children's technopark, technical direction, project-based training

В современных условиях цифровизации и технологического развития общества возникает острая проблема несоответствия между растущим спросом на квалифицированных специалистов в технической области и низким уровнем ранней профессиональной ориентации детей. Общепринятые методы профориентации в школах не учитывают практический опыт и инновационные технологии, что приводит к неэффективному выбору профессии.

С 01.01.2019 по 30.12.2024 был реализован национальный проект «Образование», одной из задач которого было решение проблемы неэффективного подхода к вопросам ранней профориентации школьников. Национальный проект «Образование» обеспечил развитие системы образования по следующим ключевым направлениям: развитие инфраструктуры образования, профессиональное развитие педагогических работников и управленческих кадров, совершенствование содержания образования и воспитания.

В состав проекта были включены различные федеральные проекты, ориентированные на профессиональную ориентацию школьников, такие как «Успех каждого ребенка» и «Современная школа».

Федеральный проект «Успех каждого ребенка» направлен на создание и работу системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов детей и молодежи. В рамках реализации данного проекта была проведена работа по обеспечению равного доступа детей к актуальным и востребованным программам дополнительного образования и ранней профориентации школьников. За счет проведенных мероприятий в рамках данного проекта в части профессиональной ориентационной работы к концу 2024 года были созданы 85 региональных центров поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи, а также было создано 1 479 975 новых мест дополнительного профессионального образования.

Одним из ключевых профориентационных проектов в рамках федерального проекта «Успех каждого ребёнка» выступает «Билет в будущее», который охватил более 2,3 миллионов школьников. На платформе проекта было зарегистрировано более 790 тысячи учеников 6-11 классов и более 337 тысяч обучающихся прошли региональные профориентационные пробы. Целью данного проекта являлось формирование готовности к профессиональному самоопределению обучающихся 6-11 классов.

Ключевыми задачами Федерального проекта «Современная школа», направленного на предоставление лучшего образования с внедрением современных технологий, можно считать обновление содержания системы образования и подготовку профессиональных кадров. Для решения проблемы ранней профориентации школьников было открыто 464 детских технопарков «Кванториум», в том числе 329 в общеобразовательных организациях.

В результате мероприятий национального проекта «Образование» созданы и функционируют 19965 центров «Точка роста», в которых обучающиеся в сельской местности осваивают образовательные программы общего и дополнительного образования с использованием высокотехнологичного оборудования, создано более 1,4 миллиона центров дополнительного образования в образовательных учреждениях различного вида, в 85 субъектах Российской Федерации функционируют центры выявления, развития и поддержки способностей у детей и молодежи, а также созданы и функционируют центры цифрового образования, центры дополнительного образования, мобильные и стационарные технопарки «Кванториум».

Детские технопарки как площадки проектной деятельности отличаются потенциалом для решения проблемы недостаточного технического развития у детей и молодежи, а также низкого уровня их профориентации по техническим профессиям.

С 1 сентября 2023 года была внедрена единая модель профориентационной деятельности. Целью единой модели профориентации является формирование единой системы профессиональной ориентации для обучающихся 6 - 11 классов общеобразовательных организаций Российской Федерации в интересах содействия их профессиональному самоопределению, дальнейшей самореализации в экономике России. Главная идея данной модели – самоопределение, осуществляемая за счет внедрения профминимума. Профминимум – единый универсальный набор профориентационных практик и инструментов для проведения мероприятий по профессиональной ориентации обучающихся, который включает в себя семь направлений.

На практике реализация урочной составляющей профминимума может свестись к формальному выполнению педагогами своих обязанностей, в том числе по причине неосведомленности в нюансах различных профессий и отраслей, а также из-за отсутствия назначенных ответственных лиц за профориентацию в школах, что ведет к снижению уровня мотивации и несогласованности действий.

Рассматривая практико-ориентированный модуль можно заметить большой упор на проведение экскурсионных работ и посещению профессиональных выставок, что по данным ВЦИОМ играет меньшую роль при выборе профессий: «экскурсия на место работы – 4%, результаты профориентационных тестов и профориентационных лекций – по 2%».

Совокупность данных фактов говорит о том, что несмотря на достигнутые результаты национального проекта «Образования» и введению единой модели профориентации, проблема ранней профессиональной ориентации все еще сохраняет свою актуальность. В связи с этим деятельность детских технопарков «Кванториум» играет ключевую роль в ранней профориентации школьников, предоставляя им возможности для знакомства с инженерными, технологическими и естественно-научными направлениями, развития навыков и осознанного выбора будущей профессии.

Детские технопарки являются актуальными площадками для развития технического мышления у детей, их основной целью является развитие профессиональных навыков и интереса к выбору будущей профессии.

Основная специфика детских технопарков заключается в участии в проектном обучении и работе с высокотехнологичным оборудованием, что повышает вовлеченность обучающихся к образовательному процессу.

В Ярославской области одним из наглядных примеров является детский технопарк «Кванториум», основанный на базе «Ярославского градостроительного колледжа». Каждое направление детского технопарка адаптировано под определенную профессию, что предполагает раннюю профориентацию обучающихся с 10 лет. Следует заметить, что у детей имеется возможность смены квантума, благодаря чему они пробуют разные профессиональные направления, что способствует формированию собственного мнения, которое позднее поможет им в выборе будущей профессии.

В детском технопарке «Кванториум» обучение структурировано, и основывается на принципе получения дополнительного образования по модулям: от вводного к проектному. В свою очередь, проектная деятельность осуществляется на принципах проектного обучения и включает выполнение реальных заказов от партнерских организаций.

Кроме проектной деятельности в детском технопарке «Кванториум» проводятся воспитательные мероприятия, направленные на раннюю профориентацию обучающихся по технической направленности. В 2025 – 2026 годах были проведены такие мероприятия, как «День инженера», «Биржа проектов», «Защита проектов» и другие.

Один из ключевых моментов профессиональной ориентации – это профессиональные пробы. Детские технопарки являются одной из немногих возможностей для детей ознакомиться с реальными производственными задачами и попробовать профессии технического или естественно-научного профиля и даже сделать в этих профессиях значительные шаги. Таким образом, обучение в детских технопарках существенно дополняет раннюю профориентацию по техническому направлению в общеобразовательных учреждениях. В Ярославской области, как в промышленно развитом регионе, внедрение и распространение детских технопарков «Кванториум» способно увеличить эффективность подготовки квалифицированных кадров по технической направленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Государственное профессиональное образовательное учреждение Ярославской области «Ярославский градостроительный колледж»: офиц. сайт. – URL: <https://ygk.edu.yar.ru/> (дата обращения: 28.03.2026).

2) Методические рекомендации по реализации единой модели профессиональной ориентации обучающихся 6–11 классов образовательных организаций Российской Федерации, реализующих образовательные программы основного общего и среднего общего образования. – URL: https://corp04.ru/wp-content/uploads/2024/09/ilovepdf_merged.pdf (дата обращения: 08.04.2026).

3) Национальный проект «Образование» // Министерство просвещения Российской Федерации: [сайт]. – URL: <https://edu.gov.ru/national-project/> (дата обращения: 05.04.2026).

4) Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации об утверждении методических рекомендаций проекта «Билет в будущее» в рамках федерального проекта «Успех каждого ребенка» // Министерство просвещения Российской Федерации: [сайт]. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/9b13cece54db601d1a8c0e9cc6b7a7d7> (дата обращения: 08.04.2026).

5) Профориентация: хорошо, но мало!: результаты опроса ВЦИОМ // wciom.ru/: [сайт]. – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/proforientacija-khorosho-no-malo> (дата обращения: 08.04.2026).

6) Федеральный проект «Современная школа» // Министерство просвещения Российской Федерации: [сайт]. – URL: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/school/> (дата обращения: 08.04.2026).

7) Федеральный проект «Успех каждого ребенка» // Министерство просвещения Российской Федерации: [сайт]. – URL: <https://edu.gov.ru/national-project/projects/success/> (дата обращения: 08.04.2026).

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОВЕРХНОСТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ
26.03.02 «КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ, ОКЕАНОТЕХНИКА И СИСТЕМОТЕХНИКА
ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ»**

А.А. Васанов

Научный руководитель – **А.Н. Исаев**, канд. пед. наук

Ярославский государственный технический университет

В условиях кадрового дефицита в судостроении актуальна подготовка инженеров, владеющих современными САПР. В статье представлена методика применения поверхностного моделирования в рамках дисциплины «Основы инженерного проектирования» для студентов направления 26.03.02 в ЯГТУ.

Ключевые слова: судостроение, КОМПАС-3D, 3D-моделирование, поверхностное моделирование, корпус судна

**APPLICATION OF SURFACE MODELING METHODS IN THE TRAINING
OF STUDENTS IN THE FIELD OF 26.03.02 «SHIPBUILDING, OCEAN ENGINEERING
AND SYSTEM ENGINEERING OF MARINE INFRASTRUCTURE FACILITIES»**

A.A. Vasanov

Scientific Supervisor – **A.N. Isaev**, Candidate of Pedagogical Sciences

Yaroslavl State Technical University

In the conditions of personnel shortage in shipbuilding, the training of engineers with modern CAD is relevant. The article presents a methodology for applying surface modeling in the framework of the discipline "Fundamentals of Engineering design" for students of the direction 26.03.02 at YSTU.

Keywords: shipbuilding, COMPASS-3D, 3D modeling, surface modeling, ship hull

В России судостроение является одной из стратегических отраслей. В настоящий момент наблюдается развитие судостроения. Из федерального бюджета. На поддержание роста будет направлено 0,5 трлн рублей [2]. В период с 2024 - 2030 годы Объединенная судостроительная корпорация (ОСК) планирует построить 638 судов [9]. Можно выделить следующие направления развития:

- Внедрение новых пассажирских, и грузовых судов. Действующий флот устарел (10000 судов из 12000 судов, находящихся на гражданской службе, старше 25 лет) [8];
- Постройка высокотехнологичных ледоколов для развития навигации в северных морях страны. Согласно национальному проекту «Модернизация транспортной инфраструктуры», развитие Северного морского пути (СМП) – это стратегическая цель России [3];
- Увеличение рыболовного флота и замена старых рыболовных судов на более современные [4];
- Импортозамещение. Российским верфям необходимо наращивать производство, так как из-за санкций, наложенных на Россию, появление в Российском флоте иностранных кораблей невозможно.

Увеличение производства судов на судостроительных заводах должно сопровождаться подготовкой квалифицированных кадров. Эта тема обсуждалась на II Всероссийском Морском конгрессе, на котором в своем докладе Сергей Вахруков, начальник управления президента Российской Федерации по вопросам национальной морской политики, сообщил, что в судостроении имеется потребность в кадрах, которая оценивается в 80 тыс. чел. до 2030 года [7].

Дефицит кадров в судостроительной отрасли с каждым годом ощущается все острее, так, например, с января по ноябрь 2025 года работодатели в сфере судостроения и судоремонта разместили более 20000 вакансий [1].

Председатель морской коллегии, Николай Патрушев, в ходе выездного совещания с руководителями органов государственной власти и организаций в августе 2024 года заявил, что потребность судостроительной промышленности оценивается в 9000 человек в год.

Самыми востребованными специальностями являются инженеры-конструкторы, инженеры по пусконаладке оборудования, слесари, сварщики и токари [5].

Так же Николай Патрушев подчеркнул, что необходимо создать эффективную систему подготовки кадров для развития судостроения.

Служба исследований HeadHunter в ходе исследования выявила самые востребованные профессии на судостроительных заводах. На основе анализа вакансий, опубликованных в сфере судостроения и судоремонта, 10% объявлений направлены на поиск токарей, 6% - слесарей, а еще 6% - инженеров-конструкторов [10] (рис. 1).

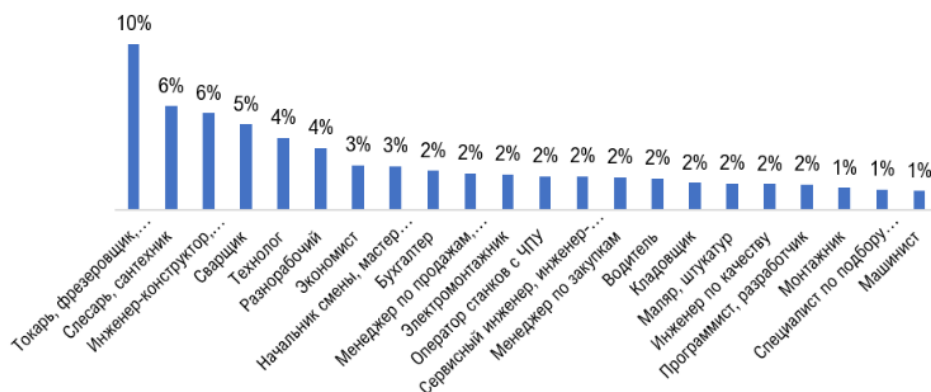


Рис. 1. Топ наиболее востребованных профессий в судостроительной отрасли июль 2024

Проблема подготовки квалифицированных кадров в судостроении активно решается в Ярославской области. В регионе существует многоуровневая система подготовки кадров. Интерес к судам и процессу их проектирования прививают еще школьникам. Дальнейшая подготовка специалистов реализуется в рамках профессионального и высшего образования.

Для школьников организованы секции дополнительного образования, кружки по судомоделизму. В Ярославле несколько организаций, предоставляющих такие услуги:

- Центр детско-юношеского технического творчества;
- Детский морской центр имени Ф.Ф. Ушакова;
- Центр детского творчества «Витязь»;
- Городской центр технического творчества;
- Дом творчества Красноперекского района.

В 2026 реализацию программы дополнительного образования школьников в области судостроения начнут реализовывать в ЯГТУ. Недавно был создан судостроительный класс КорабелТех, в котором уже началась работа по созданию рабочих программ дополнительного образования.

Так же школьники могут получить основное общее образование интегрированного с дополнительной общеобразовательной программой флотского направления [6].

Если после школы абитуриент хочет продолжить развивать навыки, углублять знания в сфере судостроения, то у него есть выбор. Получить образование по выбранному профилю в колледже или в ВУЗе.

В Ярославской области среднее профессиональное образование в сфере судостроительства и судоходства можно получить в четырех колледжах:

- Рыбинский профессионально педагогический колледж;
- Рыбинское ордена «Знак Почета» училище имени В.И. Калашникова Волжского государственного университета водного транспорта;
- Ярославский политехнический колледж №24;
- Университетский колледж ЯГТУ «Политехник».

Колледж при ЯГТУ «Политехник» начал свою деятельность недавно, в 2026 году был осуществлен первый набор студентов на 9 специальностей. Одна из специальностей – Судостроение 26.02.02.

В Ярославской области можно получить высшее образование судостроительного профиля.

С 2024 года ЯГТУ осуществляет набор студентов по направлению подготовки 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

А с 2027 года планируется набор на судостроительное направление в РГАТУ [11].

Так же высшее образование по судостроительному профилю можно получить в Рыбинском ордена «Знак Почета» училище имени В.И. Калашникова Волжского государственного университета водного транспорта.

Программа подготовки судостроителей с высшим образованием нацелена на удовлетворение кадровых потребностей ведущих заводов Ярославской области. Основные судостроительные заводы сконцентрированы в г. Рыбинске:

- «Верфь братьев Нобель»;
- ООО «Рыбинская верфь»;
- АО «ССЗ Вымпел».

Другая часть крупных судостроительных заводов, нуждающихся в кадрах, расположена в г. Ярославль:

- ПАО «Ярославский судостроительный завод»;
- ООО «Паритет-Центр».

Выпускники ЯГТУ направления 26.03.02 ориентированы на профессиональную деятельность в сфере **проектирования, строительства и технической эксплуатации** морской и речной техники. Ключевые компетенции охватывают весь **жизненный цикл** объектов – от производства и монтажа до испытаний и ремонта судов, их энергетических установок и специализированных систем управления.

Фундаментальная подготовка к решению этих задач начинается с освоения базовых инженерных дисциплин. Процесс обучения выстроен так, чтобы студенты постепенно переходили от теории к практическим навыкам конструирования и разработки технической документации.

Согласно учебному плану ЯГТУ направления 26.03.02. «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» в третьем семестре студенты изучают дисциплину «Основы инженерного проектирования», которая направлена на изучение основных этапов проектной деятельности при создании технических объектов и систем. Содержание разделов дисциплины представлены в табл. 1.

На рассматриваемую дисциплину выделено 28 часов лабораторных занятий. Вся программа состоит из 4-х разделов.

Текущая программа дисциплины «Основы инженерного проектирования» характеризуется высокой степенью универсальности и не учитывает специфику **судостроения**. Это ограничивает возможность подготовки студентов к решению **профильных задач**, характерных для данной отрасли.

Существующие разделы были заменены на новые:

- Основы поверхностно моделирования в Компас 3D, 12 ч (студенты учатся использовать инструменты поверхностного моделирования);
- Работа с теоретическим чертежом, 2 ч (студенты изучают названия и назначение линий, изображенных, на теоретическом чертеже, и учатся его читать);
- Построение поверхностной модели корпуса судна в Компас 3D, 8 ч (студенты учатся строить 3D модель поверхностного по теоретическому чертежу);
- Основные правила оформления конструкторской документации, 6 ч (студенты изучают основные конструкторские документы).

Раздел «**Основные правила оформления конструкторской документации**» перенесен из начала курса в финальный блок. Это обусловлено логикой обучения. Студенты сначала работают с геометрией, потом переходят к оформлению документов.

Существенной переработке подвергся блок графической подготовки. В текущей программе раздел «**Изображения деталей**» базировался на вычерчивании видов стандартных изделий, в предлагаемом варианте приоритет отдан **поверхностному моделированию**. Основы работы с инструментами поверхностного моделирования

закладывается в разделе «**Основы поверхностного моделирования в Компас-3D**», а практическое закрепление навыков происходит в разделе «**Построение поверхностной модели корпуса судна**».

Таблица 1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам аудиторных занятий

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
1	Основные правила оформления конструкторской документации	-	12	-	12
2	Изображения деталей	-	4	-	4
3	Чтение и составление чертежей сборочных единиц	-	8	-	8
4	Компьютерное моделирование	-	4	-	4
	Итого	-	28	-	28

Блок чтения чертежей был адаптирован под задачи отрасли. Вместо общетехнических примеров введен раздел «**Основы чтения теоретического чертежа корпуса**».

Изменения, внесенные в рабочую программу, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Обновленная структура и трудоемкость учебной дисциплины

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего аудиторных занятий
1	Основы поверхностного моделирования в Компас 3D	-	12	-	12
2	Основы чтения теоретического чертежа корпуса	-	2	-	2
3	Построение поверхностной модели корпуса судна в Компас 3D	-	8	-	8
4	Основные правила оформления конструкторской документации	-	6	-	6
	Итого	-	28	-	28

Того набора инструментов, который обычно изучается в рамках твердотельного моделирования, недостаточно для создания сложной геометрии корпуса судна. Стандартные модули для работы с листовым металлом и металлоконструкциями тоже не подходят. Освоение методов каркасного и поверхностного моделирования становится необходимым условием для проектирования корпусов кораблей. Поэтому рабочая программа направлена на освоение инструментов поверхностного моделирования.

Процесс создания поверхностной модели включает в себя следующие этапы:

1. Размещение и масштабирование теоретического чертежа судна в рабочем поле (рис. 2);

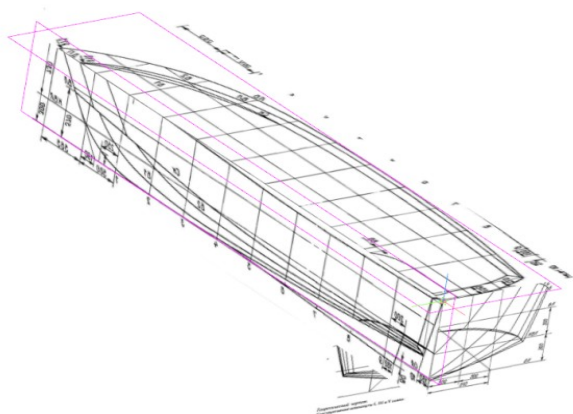


Рис. 2. Теоретический чертеж судна в рабочем поле КОМПАС-3D

2. Построение каркаса корпуса (шпангоуты, линии борта, киля, батоксов, ватерлиний) (рис. 3);

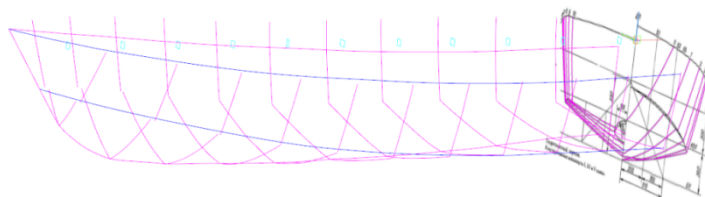


Рис. 3. Основные линии корпуса судна

3. Создание поверхностей днища и борта с последующей их сшивкой (рис. 4);

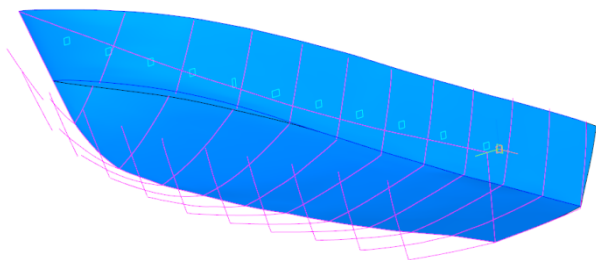


Рис. 4. Поверхность корпуса судна

4. Применение операции зеркального отражения для формирования симметричной модели (рис. 5).

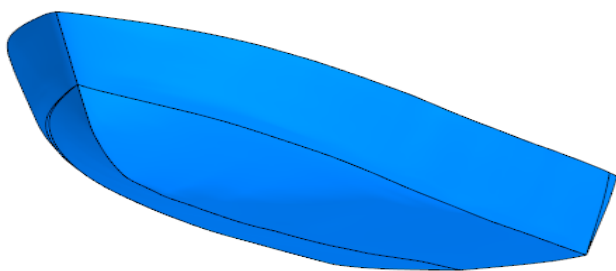


Рис. 5. Поверхностная модель корпуса судна

Полученная модель полностью отвечает параметрам модели, заданной на теоретическом чертеже. Поверхностная модель корпуса судна – первый шаг к созданию 3D модели всего корабля. Поверхностную модель можно применять для следующих этапов проектирования судна:

- Проверка кривизны поверхности с помощью инструмента Проверка кривизны в блоке Диагностика (рис. 6);
- Моделирование корпусных конструкций. Используются инструменты твердотельного моделирования и моделирования металлоконструкций (рис. 7);

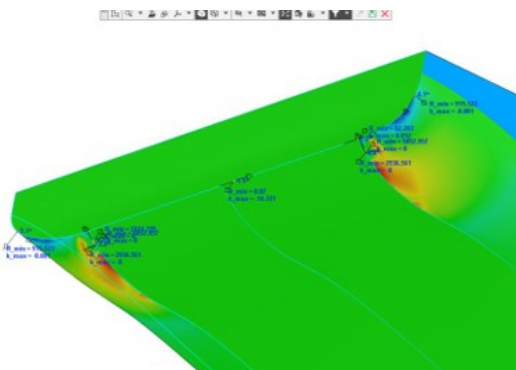


Рис. 6. Проверка кривизны поверхности

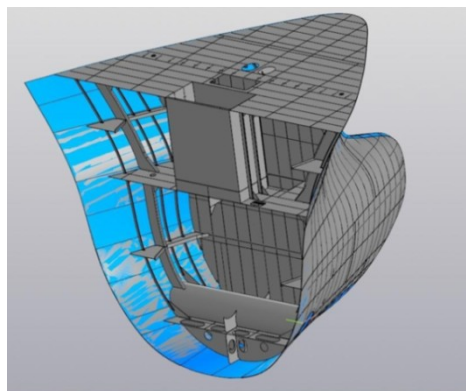


Рис. 7. Корпусная конструкция на основе поверхностной модели

- Построение изоляции тела, грани, профиля в инструментальной панели Моделирование металлоконструкций (рис. 8);
- Решение задач компоновки (рис. 9);

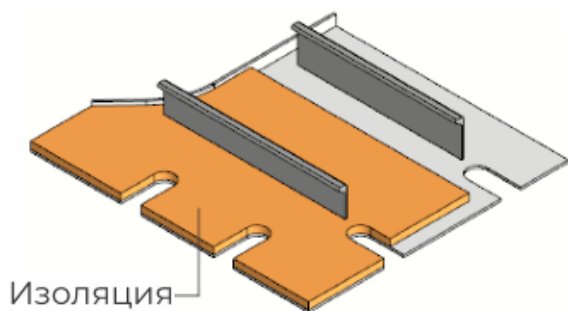


Рис. 8. Изоляция грани

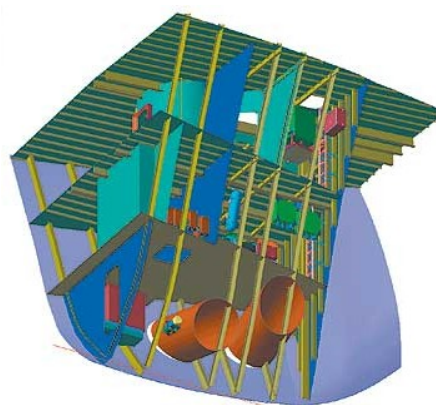


Рис. 9. Компоновка судна по поверхностной модели

- Формирование схем раскроя, приложение «Раскрой» (рис. 10);

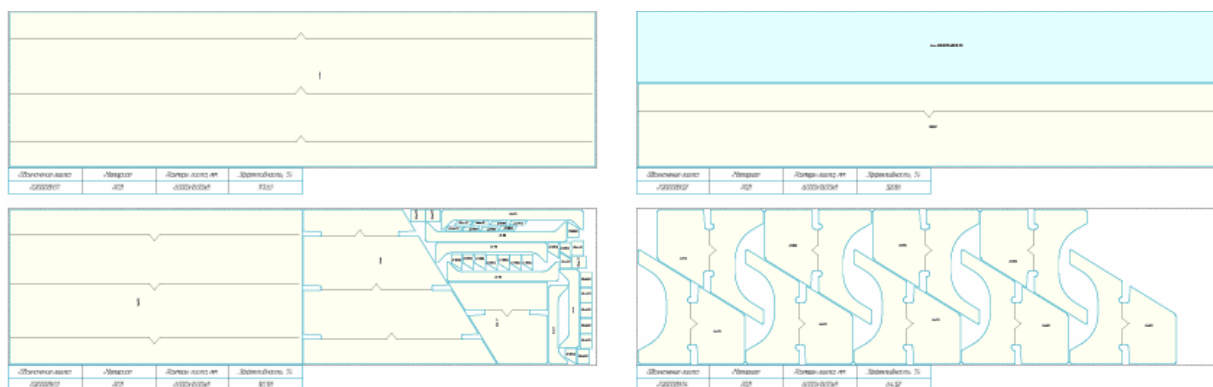


Рис. 10. Формирование карты раскроя

- Ледопроходимость, FlowVision, гидрогазодинамика (рис. 11);

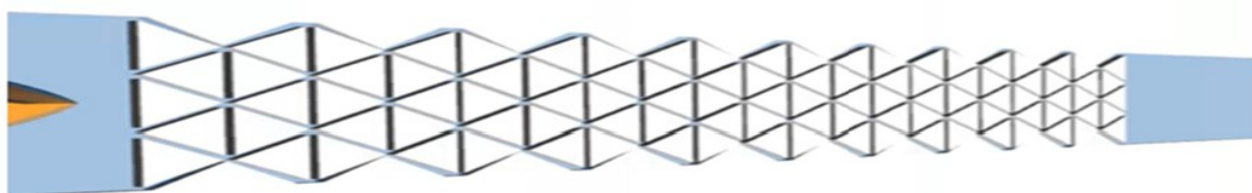


Рис. 11. Движение через битый лед в канале

Таким образом, в условиях активного развития судостроительной отрасли России и острого дефицита инженерных кадров, оцениваемого в 80 тыс. человек до 2030 года, особую актуальность приобретает вопрос качественной подготовки специалистов. В Ярославской области сформирована многоуровневая система обучения будущих судостроителей, включающая довузовскую подготовку, среднее профессиональное и высшее образование. Ключевую роль в подготовке инженеров-конструкторов играет Ярославский государственный технический университет (ЯГТУ).

Анализ учебного плана и рабочей программы выявил необходимость адаптации дисциплины «Основы инженерного проектирования» под специфику судостроительной отрасли. В работе предложены изменения содержания дисциплины с акцентом на изучение системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, а именно поверхностного моделирования.

Учитывая сложность геометрии корпуса судна, стандартных методов твердотельного моделирования недостаточно. Поэтому основное внимание в обновленной программе уделено освоению методов каркасного и поверхностного моделирования. В работе подробно описан алгоритм построения поверхностной модели корпуса судна по теоретическому чертежу, включающий:

Выполненная поверхностная модель корпуса судна должна полностью соответствовать исходным геометрическим параметрам, заданным теоретическим чертежом. Она является основой для дальнейшего углубленного проектирования.

Изменение содержания дисциплины «Основы инженерного проектирования» под специфику судостроительной отрасли позволит сократить разрыв между академическими знаниями и практическими задачами реального производства, способствуя подготовке востребованных и квалифицированных инженерных кадров для судостроительной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Дефицит кадров в судостроении Петербурга сохраняется на уровне прошлого года // Коммерсантъ: офиц. сайт. – 2024. – 13 окт. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8271140> (дата обращения: 01.04.2026).

2) Крупнотоннажное и крупноблочное судостроение. Правительство РФ обновило стратегию развития судостроения до 2050 г. // Neftegaz.ru: сетевое издание. – 2025. – 12 мая. – URL: <https://neftegaz.ru/news/Suda-i-sudostroenie/888443-krupnotonnazhnoe-i-krupnoblochnoe-sudostroenie-pravitelstvo-rf-obnovilo-strategiyu-razvitiya-sudostr/> (дата обращения: 27.03.2026).

3) Национальный проект «Модернизация транспортной инфраструктуры» // Национальныепроекты.рф: офиц. сайт. – 2024. – URL: <https://национальныепроекты.рф/projects/modernizatsiya-transportnoy-infrastruktury/> (дата обращения: 15.03.2026).

4) Обновление флота и развитие аквакультуры: Какой будет российская рыбная отрасль в ближайшие годы // Российская газета. – 2025. – 26 окт. – URL: <https://rg.ru/2025/10/26/snast-trudiashchihsia.html> (дата обращения: 17.03.2026).

5) Патрушев, Н. Потребность судостроительной отрасли в кадрах оценивается на уровне 9 тыс. человек в год / Н. Патрушев // ПортНьюс: информ.-аналит. агентство. – 2024. – 29 авг. – URL: <https://portnews.ru/news/367163/> (дата обращения: 01.04.2026).

6) Положение о подразделении МКК // Средняя школа № 50 г. Ярославля: офиц. сайт. – URL: https://school50.edu.yar.ru/kadeti/polozhenie_o_podrazdelenii_mkk.pdf (дата обращения: 15.03.2026).

7) Потребность в кадрах в судостроении до 2030 года составит более 50 тыс. человек // ПортНьюс: информ.-аналит. агентство. – 2024. – 24 сент. – URL: <https://portnews.ru/news/368238/> (дата обращения: 27.03.2026).

8) Правительство обсудит ограничение срока службы морских и речных судов // Ведомости: офиц. сайт. – 2025. – 5 авг. – URL: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2025/08/05/1129263-pravitelstvo-obsudit-ogranichenie-sroka-sluzhbi-morskih-i-rechnih-sudov> (дата обращения: 15.03.2026).

9) Российские верфи за 2024–2030 годы построят почти 640 судов // ПортНьюс: информ.-аналит. агентство. – 2025. – 10 янв. – URL: <https://portnews.ru/news/372179/> (дата обращения: 15.03.2026).

10) Судостроение: топ фактов об отрасли по итогам семи месяцев 2024 года // HeadHunter: офиц. сайт. – 2024. – URL: <https://yarslavl.hh.ru/article/sudostroenie-top-faktov-ob-otrasli-po-itogam-semi-mesyacev-2024-goda> (дата обращения: 17.04.2026).

11) Что нового в плане подготовки кораблестроителей в Ярославской области // Черёмуха: гор. интернет-газета. – 2025. – 1 дек. – URL: <https://cheremuha.com/2025/12/01/chto-novogo-v-plane-podgotovki-korablestroitelej-v-yaroslavskoj-oblasti.html> (дата обращения: 01.04.2026).

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ НА ОБЩЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

И.А. Гребенкин

Научный руководитель – М.А. Ковальчук, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема влияния цифровизации на формирование личности и особенности общения современной молодежи. Рассматриваются методологические основы изучаемой проблемы. Дается анализ особенностей различных поколений и влияние на проявление этих особенностей конкретных социально экономических условий, которые на протяжении определенного временного промежутка носят относительно стабильный характер. Целью нашей научной работы является изучение особенностей современной молодежи и использование полученных данных в ходе работы с данной возрастной категорией в образовательном процессе. В статье представлена программа социально психологического тренинга формирования коммуникативной компетентности современной молодежи.

Ключевые слова: цифровизация; коммуникативная компетентность; теория поколений; общение; современная молодежь

THE IMPACT OF DIGITALIZATION ON COMMUNICATION AMONG MODERN YOUTH

I.A. Grebenkin

Scientific Supervisor – M.A. Kovalchuk, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the problem of the influence of digitalization on the formation of personality and the peculiarities of communication among modern youth. The article examines the methodological foundations of the problem under study. It provides an analysis of the characteristics of different generations and the impact of specific socioeconomic conditions on the manifestation of these characteristics, which are relatively stable over a certain period of time. The purpose of our research is to study the characteristics of modern youth and use the obtained data in the educational process with this age group. The article presents a program for socio-psychological training to develop the communicative competence of modern youth.

Keywords: digitalization, socio-economic conditions, theory of generations, youth

Наша планета, наше общество постоянно претерпевают изменения. Изменения происходят в природной среде, социально-экономической жизни и как следствие безусловные изменения в личности человека. Говоря о сегодняшнем дне, мы обращаемся к понятию процесса цифровизации и в целом формирования цифрового общества.

Социально-экономические условия не могут меняться ежедневно, в течение какого-то временного периода они остаются относительно стабильными или (по выражению многих ученых) относительно устойчивыми и неизменяемыми в течение определенного временного отрезка [2].

Методологической основой нашего исследования является теория поколений. Теория поколений – это описание временных циклов в истории и связанных с ними характерных особенностей, также взглядов людей, родившихся в определенные хронологические отрезки. Понятие «поколение» – это общественная группа людей, родившихся в один хронологический промежуток времени, которые росли и воспитывались в относительно схожих социально-экономических условиях, природной среде и политической обстановке.

Основоположниками теории поколений были американские ученые: Нейл Хоу и Уильям Штраус. В 1991 году они разработали концепцию, основанную на философии людей разного возраста, которая была изложена в их фундаментальной работе «Generations» (Поколения). Авторы описали различные поколения американцев, проживающих на территории Америки с 1584 года. В 1997 году выходит следующий труд данных авторов «The Fourth Turning» (Четвёртое превращение) [3].

В качестве методологических мы опирались на исследования молодежи, особенностей ее мировоззрения, поведения, ценностной сферы и приоритетных типов и форм общения в

новых условиях цифровой действительности доктора педагогических наук, профессора, практикующего психолога М.А.Ковальчук и доктора экономических наук, профессора В.А.Гордеева[1]. По мнению данных ученых: одной из важных характеристик успешности молодого человека является блок коммуникативных умений, умений выстраивать и поддерживать межличностные отношения, что определяет необходимость в создании и внедрении в образовательные учреждения программ, направленных на формирование и развитие коммуникативной компетентности у молодежи.

Значимыми для нашего исследования и работы в целом явились научные разработки российских ученых А.С.Сумской и А.В.Свердлова. Данные авторы рассматривают тесную связь поколений с цифровизацией нашей жизни и деятельности. Для определения отнесенности к поколению они рассматривают два вектора: хронологический и особенностей социально-коммуникационного взаимодействия [4].

Авторы научных исследований процесса цифровизации отмечают его неоспоримые положительные стороны. К таковым можно отнести: высокое качество, скорость, надежность передачи, хранения и обработки цифровых сигналов с обеспечением точности, сохранности, отсутствия искажений; построение сетевых многоуровневых интегрированных систем, обмен данными между цифровыми устройствами, одновременный доступ многих пользователей к оцифрованной информации; мгновенный поиск информации по заданным критериям; формирование широкого диапазона типов информации для работы цифровых устройств; простота использования, логичность и форматируемость интерфейсов, различные форматы данных [5].

В современной действительности, одной из важных характеристик успешности молодого человека является блок коммуникативных умений, умений выстраивать и поддерживать межличностные отношения, что определяет необходимость в создании и внедрении в образовательные учреждения программ, направленных на формирование и развитие коммуникативной компетентности у молодежи.

Целью нашего исследования является: изучение влияния цифровизации на процесс общения современной молодежи.

Объектом исследования выступает: процесс общения в молодежной среде.

Предметом исследования являются: трудности в процессе общения, обусловленные ростом и развитием цифровых технологий, коммуникативная компетентность молодежи.

Таким образом, гипотетическое предположение исследования, звучит следующим образом: вследствие цифровизации процесс общения молодого поколения претерпевает ряд трудностей, молодежь сталкивается с проблемами в ходе живого общения, коммуникативная компетентность находится на минимуме.

Для того, чтобы подтвердить или опровергнуть данную гипотезу был сформирован перечень задач, которые решались в ходе работы, перечислим эти задачи:

1. Провести анализ разных возрастных групп молодежи при помощи анкетирования на наличие зависимости от продуктов цифровизации и проблем в общении;
2. На основе результатов анкетирования определить методы для коррекции коммуникативной компетентности молодежи;
3. Произвести апробацию выбранных методов коррекции с последующим анализом результатов с целью определения эффективности выбранных методов

Для выполнения поставленных задач было проведено анкетирование.

Выборка – студенческая молодежь вузов города Ярославля 1-4 курсов обучения по направлениям бакалавриата. Количество лиц мужского и женского типа приблизительно одинаковое. Численный состав выборки 120 человек.

На основе результатов анкетирования можно сделать следующие выводы:

- высокий процент интеграции молодежи в процессы цифровизации и пользуется её продуктами (около 87,8% молодежи).

Также было определено, что молодежи свойственно большую часть своего времени проводить в виртуальном мире (64% времени бодрствования).

Результаты анализа анкет показывают, что интернет для молодых людей в наше время – это место для уединения, поиска помощи и взаимопонимания, молодежь часто сталкивается с проблемами в формулировании четких и понятных мыслей, что подтверждает

тот факт, что молодежь больше привыкла формулировать свои мысли в виртуальной среде, нежели в реальной жизни.

Также на основе ряда других вопросов было выявлено, что молодежи свойственно проявлять агрессию в цифровом пространстве и сталкиваться с проблемами в общении.

Таким образом, на основе анализа результатов анкетирования, анализа методологии в области коммуникативной компетентности был разработан и апробирован социально-психологический тренинг, как метод коррекции коммуникативной компетентности.

На данном этапе необходимо определить понятие коммуникативной компетентности – это способность личности устанавливать и поддерживать необходимые взаимоотношения с окружающими его людьми на основе ряда знаний и умений, обеспечивающих эффективное развитие коммуникативного процесса.

Целевая аудитория социально-психологического тренинга: молодежь в возрасте от 14 до 23 лет.

Цель тренинга: выработка умений анализировать свое общение и его содержание, влияние, которое этот процесс оказывает на поведение и на этой основе готовность разрабатывать и корректировать свои модели поведения, не противоречащие нормам общежития, морали и права.

Задачи тренинга:

1. Формирование навыков общения для реализации эффективных коммуникативных процессов в профессиональной и бытовой сферах;
2. Обучение способам анализа и прогнозирования поведения собеседника в процессе коммуникативного контакта.
3. Формирование значимости взаимодействия с собеседником и осознание его потребностей.

Формы и методы реализации:

1. Моделирование различного рода ситуации при помощи использования ролевых игр;
2. Упражнения, направленные на взаимодействие в парах, группах;
3. Коммуникация участников группы путем групповой дискуссии;
4. Лекции небольшого формата.

Апробация социально-психологического тренинга проводилась в студенческой аудитории.

По окончании тренинга был произведен его анализ с целью оценки эффективности применяемых методик в программе тренинга и определения практической пользы для молодого поколения.

На основе полученных результатов мы наблюдаем значительные изменения навыков общения, способствующих развитию коммуникативной компетентности. После прохождения социально-психологического тренинга группа участников научилась взаимодействовать с партнерами, группой, научилась правильно задавать и формулировать вопросы, показала более высокий уровень коммуникативной компетентности по сравнению с тем, что был ранее. Таким образом, социально-психологический тренинг успешно показал свою эффективность в работе с молодежью в процессе развития навыков общения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Гордеев, В.А. Социально-экономические проблемы современной молодежи / В.А. Гордеев, М.А. Ковальчук. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2014. – 156 с.
- 2) Твенге, М. Поколение 1. Почему поколение интернета утратило бунтарский дух, стало более толерантным. – М.: Рипол Классик, 2019. – 464 с.
- 3) Хоу, Н. Поколения. История будущего Америки с 1584 по 2069 годы / Н. Хоу, У. Штраус. – Нью-Йорк: Британское отделение издательского дома Harper & Row и Collins. Harper Collins, 1992. – 544 с.
- 4) Сумская, А.С. «Аналоговое» и «цифровое» поколение аудитории СМИ: роль коммуникативно-культурной памяти в трансформации медиопрактик / А.С. Сумская С.А. Свердлов // Известия Уральского федерального университета. Серия 1. – 2019. – Том 25, № 3 (189). – С. 32-48.
- 5) Ковальчук, М.А. Актуальные проблемы психологии. – Ярославль: Изд-во ЯГСХА, 2018. – 109 с.

ПРОЯВЛЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКА АГРЕССИВНОГО ПОВЕДЕНИЯ СРЕДИ МОЛОДЕЖИ

Е.В. Егорашин

Научный руководитель – **М.А. Ковальчук**, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются формы проявления агрессии в молодежной среде и выявляются ключевые факторы её возникновения. Рассматриваются методы профилактики агрессивного поведения, направленные на социальную адаптацию и психологическую поддержку молодежи.

Ключевые слова: молодежь, агрессивное поведение, профилактика, социализация, конфликтность, психологическая поддержка

MANIFESTATIONS AND PREVENTION OF AGGRESSIVE BEHAVIOR AMONG YOUTH

E.V. Egorashin

Scientific Supervisor – **M.A. Kovalchuk**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article examines the forms of aggression among young people and identifies the key factors that contribute to its occurrence. It also explores methods for preventing aggressive behavior and promoting social adaptation and psychological support among young people.

Keywords: youth, aggressive behavior, prevention, socialization, conflict, and psychological support

В современной реальности проблема агрессии стоит остро и актуально. Особенно насущны вопросы по подростковой агрессии и агрессии в среде молодежи. Данной проблемой занимаются не только педагоги и психологи, но и представители других профессий. В мире наблюдается тенденция разобщенности общества, люди становятся эгоистичнее и злее. В условиях глобальной цифровизации, трансформации традиционных семейных ценностей и нарастания социальной неопределенности молодежь оказывается наиболее уязвимой категорией. Агрессия в данном контексте выступает не только как форма протеста или способ защиты, но и как деформированный механизм адаптации к сложным жизненным условиям.

Актуальность темы обусловлена особенностью агрессивных преступлений 21 века, которая состоит в том, что преступления имеют немотивированную основу. Понимание природы этого явления требует выхода за рамки узкоспециализированных подходов и требует интеграции знаний психологии, социологии и педагогики. Профилактика агрессивного поведения подростков группы риска играет ключевую роль в достижении фундаментальной цели развития общества – создании условий для развития полноценного личностного роста и самореализации, основные ценности и правильное мировоззрение, которые помогут им реализовать себя и добиться успеха в жизни [1].

В педагогическом словаре под агрессией понимается целенаправленное деструктивное поведение, противоречащее нормам и правилам существования людей в обществе, причиняющее физический вред людям или вызывающее у них отрицательные переживания, состояние напряженности, страха, подавленности. Важно разделять понятия «агрессивность» как устойчивую черту личности и «агрессию» как конкретное действие. Классические теории предлагают различные взгляды на природу этого явления:

1. Биологизаторский подход. К. Лоренц и З. Фрейд рассматривали агрессию как врожденный инстинкт, необходимый для выживания и эволюции. С этой точки зрения, энергия агрессии накапливается и требует выхода через приемлемые формы (спорт, творчество).

2. Фрустрационный подход. Дж. Доллард выдвинул гипотезу, согласно которой агрессия всегда является следствием фрустрации – блокировки значимой потребности. Для молодежи это особенно актуально в контексте поиска идентичности и борьбы за социальный статус.

3. Социально-когнитивный подход. А. Бандура доказал, что агрессивные реакции усваиваются в процессе наблюдения и подражания. Если в окружении молодого человека агрессия демонстрируется как успешный способ достижения целей, она становится ведущей стратегией поведения.

Современная молодежная агрессия отличается многообразием форм, которые могут быть классифицированы по нескольким признакам:

1. Направленность: внешняя агрессия (на окружающих) и аутоагрессия (направленная на себя, включая самоповреждения и рискованное поведение).

2. Способ выражения: прямая (физическая, вербальная) и косвенная (сплетни, заговоры, манипуляции).

3. Специфика цифровой среды: Кибербуллинг и хейтинг стали лидирующими формами деструктивного поведения. Анонимность интернета создает иллюзию безнаказанности и снимает моральные барьеры. «Троллинг» и «флейминг» в сети часто служат триггерами для реальных физических столкновений.

4. Гендерный аспект: Исследования показывают, что юноши чаще прибегают к прямой физической агрессии, в то время как для девушек более характерна вербальная и косвенная (социальная) агрессия – бойкоты, слухи, изоляция жертвы из коллектива.

Возникновение агрессии – это результат сложного взаимодействия факторов:

1. Микросоциальные факторы. Семья остается главным институтом социализации. Стили воспитания, основанные на подавлении личности, непоследовательности требований или эмоциональной отчужденности, закладывают фундамент агрессивности. Пережитое в детстве насилие (физическое или психологическое) с высокой вероятностью воспроизводится во взрослом возрасте [2].

2. Личностные особенности. Подростковый кризис сопровождается акцентуациями характера, повышенной возбудимостью и низким уровнем самоконтроля. Неразвитость эмоционального интеллекта мешает молодому человеку осознать свои чувства, что приводит к «взрывным» реакциям.

3. Макросоциальные факторы. Социальное неравенство, отсутствие viable жизненных перспектив и пропаганда культа силы в медиапространстве создают фон, на котором агрессия воспринимается как единственный доступный способ заявить о себе.

Эффективная превенция может быть разовой акцией. Она должна представлять собой системную деятельность на трех уровнях:

Первичная профилактика, направленная на всю молодежную популяцию. Её цель – формирование «психологического иммунитета».

Внедрение в образовательный процесс курсов по развитию Soft Skills.

Создание доступной инфраструктуры для позитивного досуга: волонтерские центры, технологические хабы, творческие кластеры.

Медиапросвещение: обучение критическому восприятию информации и цифровой этике.

Вторичная профилактика направлена на работу с группами риска – подростками с признаками девиаций или из неблагополучной среды.

Медиация: создание школьных служб примирения, где конфликты решаются путем переговоров при участии нейтрального посредника.

Индивидуальное сопровождение: работа с психологом по коррекции установок и обучению навыкам саморегуляции.

Семейное консультирование: помощь родителям в восстановлении эмоционального контакта с ребенком.

Третичная профилактика направлена на молодых людей, уже совершивших правонарушения или проявивших крайние формы насилия. Основная задача – предотвращение рецидивов через социальную реинтеграцию и профессиональное самоопределение.

Для реализации превентивных мер рекомендуются следующие интерактивные форматы:

1. Тренинг «Управление гневом». Использование техник арт-терапии, телесно-ориентированной терапии и когнитивной переработки гнева. Обучение приемам «конструктивного спора».

2. Форум-театр. Проигрывание конфликтных ситуаций, где аудитория может в любой момент остановить действие и предложить альтернативный, мирный сценарий развития событий.

3. Квесты по безопасности. Игровые формы, обучающие распознаванию манипуляций в сети и правилам поведения в конфликтных ситуациях на улице.

4. Спорт и дисциплина. Привлечение к занятиям единоборствами, где философия спорта базируется на защите и самоконтроле, а не на нападении.

5. Дискуссионные площадки «Равный – равному». Обсуждение острых тем, где модераторами выступают сами представители молодежи, пользующиеся авторитетом в своей среде.

Преодоление агрессивности в молодежной среде невозможно без системного изменения подхода к воспитанию и социализации. Агрессия – это не только мотивированное деструктивное поведение, которое противоречит нормам сосуществования людей, но и индикатор проблем всего общества [3]. Профилактическая работа должна быть сфокусирована на гуманизации отношений, развитии эмпатии и создании реальных социальных лифтов для молодежи. Только когда молодой человек почувствует себя значимым, услышанным и защищенным, потребность в деструктивных формах поведения исчезнет естественным путем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Авдулова, Т.П. Психология подросткового возраста: учебник и практикум для вузов / Т.П. Авдулова. – М.: Юрайт, 2026. – 394 с.

2) Змановская, Е.В. Современная российская девиантология: история, методология, социальные вызовы и актуальные тенденции / Е.В. Змановская // Российский девиантологический журнал. – 2021. – № 1. – С. 12-23.

3) Реан, А.А. Профилактика агрессии и асоциальности несовершеннолетних / А.А. Реан // Национальный психологический журнал. – 2018. – № 2. – С. 3-12.

О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИИ ДИСТАНЦИОННОЙ СТАЖИРОВКИ ПО РАБОЧИМ ПРОФЕССИЯМ

А.А. Исаков

Научный руководитель – **С.И. Волгин**, канд. пед. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается актуальность, разрабатывается программа дистанционных стажировок, выделяются цели и задачи, проводится анализ и оценка эффективности

Ключевые слова: дистанционная стажировка, эффективность, актуальность, структура, анализ, контроль, методология.

ON THE DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR ORGANIZING DISTANCE INTERNSHIPS FOR BLUE-COLLAR JOBS

A.A. Isakov

Scientific Supervisor – **S.I. Volgin**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The relevance is examined, a remote internship program is being developed, goals and objectives are identified, and an analysis and performance evaluation are conducted

Keywords: remote internship, efficiency, relevance, structure, analysis, control, methodology

В условиях стремительного развития цифровых технологий и перехода многих сфер деятельности в онлайн-формат, дистанционная стажировка становится не только актуальной, но и необходимой формой подготовки специалистов по рабочим профессиям. Такой подход позволяет расширить географию обучения, сделать стажировку более доступной для жителей удалённых регионов, а также повысить гибкость образовательных программ. Внедрение дистанционных стажировок способствует формированию у работников современных компетенций, необходимых для успешной работы в условиях цифровой экономики, и позволяет предприятиям оперативно реагировать на изменения рынка труда.

1. Нормативно-правовая база и актуальность

В Российской Федерации действует Общероссийский классификатор профессий, который включает почти 10 тысяч рабочих профессий и должностей служащих. Среди них представлены как традиционные специальности (например, машинисты, операторы, сборщики), так и новые профессии, востребованные в цифровой среде: фитнес-тренер, SMM-менеджер, копирайтер и другие. Классификатор используется для статистического учёта, формирования образовательных стандартов и планирования кадровой политики.

Организация дистанционной стажировки по рабочим профессиям в России регулируется Трудовым кодексом РФ, а также рядом подзаконных актов и профессиональных стандартов. Ключевые положения содержатся в главе 49.1 ТК РФ, посвящённой дистанционной работе. В частности, статья 312.9 ТК РФ определяет, что при временном переводе работника на дистанционную работу по инициативе работодателя (например, в условиях чрезвычайных ситуаций или по решению органов власти) согласие работника не требуется. Работодатель обязан обеспечить сотрудника необходимыми для выполнения трудовой функции дистанционно оборудованием, программно-техническими средствами, а при использовании личного оборудования – компенсировать расходы и организовать обучение по его применению[1].

1.2. Оформление и гарантии для стажёров

Направление работника на профессиональное обучение или стажировку, в том числе дистанционную, оформляется приказом работодателя и, при необходимости, дополнительным соглашением к трудовому договору или ученическим договором. За работником на время обучения с отрывом от работы сохраняются место работы и средняя заработная плата. Если обучение проходит в рабочее время, выплачивается обычная заработная плата. Эти гарантии закреплены в статьях 129, 187, 198, 203 ТК РФ[1].

1.3. Охрана труда и противопожарная безопасность

Обучение требованиям охраны труда и мерам пожарной безопасности для дистанционных работников проводится в соответствии с локальными нормативными актами и федеральными правилами. В частности, допускается дистанционное обучение по охране труда при условии обеспечения работников учебно-методическими материалами и организации обмена информацией между обучающимися и преподавателями. Противопожарный инструктаж для дистанционных работников обязателен, если это предусмотрено трудовым договором или допсоглашением, и может включать как теоретическую, так и практическую части[1].

1.4. Классификатор профессий и новые требования

С 1 января 2026 года вводится новый Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР), который актуализирован с учётом современных реалий и поручений Президента РФ. Классификатор включает как традиционные, так и новые профессии, что позволяет более точно формировать программы стажировок и учитывать специфику цифровых и гибридных форматов работы [2].

1.5. Стажировка по охране труда на рабочем месте

Для рабочих профессий, связанных с повышенной опасностью, стажировка на рабочем месте обязательна. Порядок её проведения, сроки и программы регламентируются ТК РФ и Правилами обучения по охране труда (например, №2464). Стажировка может быть организована дистанционно с использованием электронных платформ, но при этом должны быть обеспечены все этапы контроля и оценки знаний.

1.6. Перспективы законодательных изменений

В настоящее время Минтруд России разрабатывает законопроект, который закрепит понятие «стажировка» в ТК РФ, уточнит порядок её проведения и оформления, а также определит права и обязанности сторон. Это позволит унифицировать подходы к организации стажировок, в том числе дистанционных, и повысить защищённость стажёров.

Вывод. Нормативно-правовая база дистанционной стажировки по рабочим профессиям в России динамично развивается, учитывает современные требования к цифровизации образования и охраны труда, а также обеспечивает социальные гарантии для участников стажировки. Для успешной реализации программ необходимо строгое соблюдение трудового законодательства, локальных актов и федеральных стандартов.

С точки зрения законодательства, работодатель вправе самостоятельно определять порядок организации стажировок, однако рекомендуется опираться на федеральные образовательные стандарты и внутренние регламенты предприятия. Важно учитывать требования к охране труда, а также обеспечивать документальное сопровождение всех этапов стажировки.

2. Цели и задачи дистанционной стажировки

Цель дистанционной стажировки – формирование у стажёров устойчивых практических навыков и профессиональных компетенций, необходимых для выполнения рабочих функций в условиях реального производства, с использованием дистанционных образовательных технологий.

Задачи:

- Освоение передового опыта практической деятельности через электронные курсы и виртуальные тренажёры.
- Формирование структуры учебных задач с учётом времени, организационных форм и методов обучения.
- Оценка и контроль полученных результатов с помощью онлайн-тестирования, выполнения практических заданий и видеоконференций.

3. Этапы разработки программы дистанционной стажировки по рабочим профессиям

3.1. Анализ потребностей и определение компетенций

- Анализ задач предприятия и рабочих процессов. Изучаются реальные функции, которые должен выполнять стажёр, выявляются ключевые операции, требующие освоения.
- Определение целевых компетенций. Формулируются профессиональные, цифровые и коммуникативные навыки, необходимые для успешной работы по профессии в дистанционном формате.
- Оценка ресурсов. Анализируются доступные электронные платформы, технические средства и кадровый потенциал для организации дистанционного обучения.

3.2. Формирование команды разработчиков

- Вовлечение HR-специалистов для разработки структуры программы и процедур отбора.
- Руководители подразделений определяют содержание практических задач и ожидаемые результаты.
- Наставники (кураторы) – опытные сотрудники, отвечающие за передачу знаний и сопровождение стажёров.
- Методисты разрабатывают учебные материалы, кейсы, тесты для дистанционного формата.

3.3. Разработка структуры и содержания программы

- Формулировка целей и задач. Определяются измеримые результаты стажировки (например, освоение конкретных операций, работа с оборудованием).
- Составление плана обучения. Включает теоретические блоки (электронные курсы), практические задания (симуляторы, тренажёры), контрольные мероприятия (тесты, онлайн-зачёты).
- Выбор организационных форм и методов. Определяется расписание, формат взаимодействия (видеоконференции, чаты), методы обучения (кейсы, проектная работа).

3.4. Организация дистанционного взаимодействия

- Выбор и настройка платформы. Внедряется LMS или другая система для размещения материалов и контроля знаний.
- Обеспечение коммуникации. Организуются регулярные онлайн-встречи с наставником, создаются чаты для оперативного решения вопросов.
- Техническое сопровождение. Предоставляется доступ к необходимому ПО, виртуальным тренажёрам, базам данных.
- Документирование процесса. Ведётся электронный журнал стажировки для фиксации этапов и результатов.

3.5. Практическая реализация и контроль

- Вводный инструктаж. Онлайн-знакомство с программой, наставником, правилами безопасности.
- Выполнение заданий. Стажёр осваивает материал согласно плану, получает обратную связь.
- Промежуточный контроль. Регулярные проверки знаний и навыков (тестирование, выполнение кейсов).
- Корректировка программы. Адаптация под индивидуальные особенности стажёра при необходимости.

3.6. Оценка эффективности и завершение стажировки

- Итоговая аттестация. Проверка освоенных компетенций (экзамен, защита проекта).
- Сбор обратной связи. Анкетирование стажёров и наставников для оценки качества программы.
- Анализ результатов. Сравнение достигнутых результатов с поставленными целями.
- Корректировка программы. Внесение изменений для будущих потоков на основе анализа.

3.7. Документальное оформление

- Оформляется приказ о направлении на стажировку.
- Составляется индивидуальный план стажировки.
- Ведётся журнал учёта этапов и времени.

- Оформляется протокол итоговой аттестации.

Такой подход обеспечивает системность, прозрачность и высокое качество подготовки рабочих кадров в дистанционном формате.

3.1. Анализ потребностей и определение компетенций

На этом этапе проводится анализ задач, требующих дублирования функций, и определяются критические компетенции для каждого уровня стажера. Важно учитывать специфику рабочих профессий и реальные потребности предприятия.

3.2. Формирование команды разработчиков

В состав команды входят HR-специалисты, руководители подразделений и опытные наставники. HR-специалисты формируют общую структуру и процедуры отбора, а руководители определяют содержание задач и необходимых навыков. Наставники обеспечивают передачу практических знаний и создание подробных инструкций.

3.3. Разработка структуры программы

Программа должна включать:

Цели и задачи стажировки.

Сроки и этапы обучения.

Организационные формы (вебинары, онлайн-консультации).

Методы включения стажёров в процесс (кейсы из реальных проектов, симуляции).

Систему оценки знаний.

3.4. Организация дистанционного взаимодействия

Используются электронные платформы для обучения (LMS), видеоконференции, чаты для оперативного общения. Важно обеспечить техническую поддержку и доступ к учебным материалам 24/7.

3.5. Оценка эффективности

Проводится итоговая аттестация, собирается обратная связь от стажёров и наставников, анализируются результаты выполнения практических заданий. На основе полученных данных программа корректируется для повышения эффективности.

4. Практические рекомендации по организации

Обеспечить доступ к электронным учебным материалам и виртуальным тренажерам.

Вести специальный журнал учёта этапов стажировки и затраченного времени.

Использовать современные средства коммуникации для оперативного взаимодействия между стажёром и наставником.

Внедрять систему наставничества с регулярными онлайн-консультациями.

5. Перспективы и риски

Преимущества:

- Гибкость и доступность обучения для широкого круга участников.

- Возможность охвата большего числа стажёров, в том числе из удалённых регионов.

- Снижение затрат на организацию очных стажировок.

Риски:

- Ограниченность практической отработки навыков без очного присутствия.

- Необходимость постоянного технического сопровождения и обновления платформ.

- Возможные сложности с мотивацией стажёров в дистанционном формате.

Заключение. Разработка и внедрение методологии организации дистанционной стажировки по рабочим профессиям – это стратегически важный шаг для модернизации системы профессионального образования и повышения конкурентоспособности предприятий на современном рынке труда. В условиях стремительной цифровизации экономики и расширения дистанционных форматов работы, традиционные подходы к подготовке кадров требуют существенной адаптации.

Успешная реализация дистанционных стажировок возможна только при комплексном подходе, включающем:

- строгое соблюдение нормативно-правовой базы (Трудовой кодекс РФ, профессиональные стандарты, локальные акты предприятия), что гарантирует защиту прав стажёров и обеспечивает легитимность всех этапов обучения;

- разработку детализированных программ, учитывающих специфику рабочих профессий, современные образовательные технологии и реальные потребности производства;

- организацию эффективного дистанционного взаимодействия с использованием современных электронных платформ, средств коммуникации и виртуальных тренажёров;

- системный контроль и оценку результатов, позволяющую не только подтверждать уровень квалификации стажёров, но и постоянно совершенствовать саму методологию.

Внедрение такой методологии открывает перед предприятиями и образовательными организациями новые перспективы:

- расширяется география поиска и подготовки талантливых кадров, что особенно важно для удалённых регионов и отраслей с дефицитом специалистов;

- повышается гибкость и доступность профессионального обучения, позволяя совмещать стажировку с другими видами деятельности и снижая издержки на организацию очных занятий;

- формируется новое поколение работников, обладающих не только профессиональными, но и цифровыми компетенциями, готовыми к работе в условиях цифровой трансформации.

Следует учитывать, что есть потенциальные риски: ограниченность практической отработки навыков без очного присутствия, необходимость постоянного технического сопровождения, а также важность поддержания высокой мотивации у стажёров. Преодоление этих вызовов возможно за счёт развития гибридных форматов стажировки, внедрения современных симуляторов и усиления роли наставничества.

Разработка методологии дистанционной стажировки по рабочим профессиям требует комплексного подхода: нормативного обеспечения, чёткой структуры программы, современных образовательных технологий и системы оценки результатов. Такой подход способствует повышению качества подготовки кадров и адаптации системы профессионального образования к вызовам цифровой экономики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Дистанционное обучение работника: нормативно-правовые акты, формы, статьи, консультации экспертов // КонсультантПлюс [сайт]. – URL: Дистанционное обучение работника \ 2026-2025-2024 год \ Акты, образцы, формы, договоры \ КонсультантПлюс

2) Изменения в трудовом законодательстве с 2026 года: новое в ТК РФ // Главная книга – практический журнал для современного бухгалтера. – 2026. – URL: Главная книга - КонсультантПлюс

3) Кто должен разрабатывать программы стажировки и дублирования. – URL: [Kak-razrabotat-programmu-stazhirovki.pdf](#)

4) Образование и занятость: правовые вопросы новой цифровой реальности: монография / отв. ред. Н.С. Волкова, Н.В. Путило. – М.: Юриспруденция, 2025.

5) Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов ОК 016-2025. – М.: Стандартинформ, 2025.

6) Невская, А. Положение о стажировке: правила и порядок организации // Юрист Невская: [сайт]. – URL: Положение о стажировке правила и порядок организации

7) Правила обучения по охране труда и проверки знания требований охраны труда (утв. постановлением Правительства РФ от 24.12.2025 № 2464).

8) Стажировка на рабочем месте-2026: порядок и сроки по ТК РФ / Клерк.ру: [сайт]. – URL: 18 ключевых изменений в Правилах обучения по охране труда 2464 с 1 сентября 2026 года

9) Трудовой кодекс Российской Федерации. – М.: Проспект, 2025.

10) Анянова, И.В. Дистанционная стажировка как элемент электронного обучения в системе повышения квалификации Свердловской области // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014. – № 11 (ноябрь). – С. 136–140. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/14324.htm>.

ТРАНСФОРМАЦИЯ МЫШЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ И НОВЫХ ТРЕБОВАНИЙ РЫНКА ТРУДА

Е.М. Коптев

Научный руководитель – М.А. Ковальчук, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье представлен теоретический анализ трансформации когнитивной сферы современной молодежи под влиянием цифровой среды. Рассматриваются особенности формирования клипового мышления как доминирующего когнитивного стиля представителей поколения Z и Альфа. Анализируются противоречия между сложившимися формами понятийного мышления и новыми цифровыми практиками обработки информации. Особое внимание уделено изменению требований работодателей в условиях цифровой экономики: выделены ключевые когнитивные компетенции (самоорганизация, критическое мышление, способность к работе в условиях многозадачности), дефицит которых наблюдается у современных выпускников.

Ключевые слова: цифровизация, клиповое мышление, понятийное мышление, поколение Z, поколение Альфа, студенческая молодежь, рынок труда, когнитивные компетенции

TRANSFORMATION OF MODERN YOUTH THINKING IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION AND NEW LABOR MARKET REQUIREMENTS

E.M. Koptev

Scientific Supervisor – M.A. Kovalchuk, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article presents a theoretical analysis of the transformation of the cognitive sphere of modern youth under the influence of the digital environment. The features of the formation of clip thinking as the dominant cognitive style of representatives of Generation Z and Alpha are considered. The contradictions between the established forms of conceptual thinking and new digital practices of information processing are analyzed. Special attention is paid to changing employer requirements in the digital economy: key cognitive competencies (self-organization, critical thinking, ability to work in multitasking conditions) are identified, the deficit of which is observed among modern graduates.

Keywords: digitalization, clip thinking, conceptual thinking, generation Z, generation Alpha, student youth, labor market, cognitive competencies

В XXI веке жизнь современного человека неразрывно связана с взаимодействием с цифровыми продуктами: мобильными телефонами, персональными компьютерами, нейросетями, социальными сетями и мессенджерами. Наибольшие трансформации испытывает молодое поколение, которое наиболее открыто к новому и активно интегрирует гаджеты в свою жизнь. Ускоренные темпы развития цифровых технологий, всемирная пандемия Covid-19, кардинально изменившая форматы образования и коммуникации, а также структурные преобразования в российском обществе привели к глубокой трансформации не только социальных институтов, но и базовых психических процессов современной молодежи [1].

В отечественной науке сложилось несколько авторитетных трактовок понятия «молодежь». И.С. Кон определял молодежь как социально-демографическую группу, выделяемую на основе совокупности возрастных характеристик, особенностей социального положения и обусловленных тем и другим социально-психологических свойств. С.Н. Иконникова и В.Т. Лисовский акцентировали внимание на том, что положение и роль молодежи в обществе, ее ценностные ориентации, мировоззрение и социально-психологические свойства обусловлены характером социально-политического строя,

общественными отношениями и исторической ситуацией [2]. Обобщая рассмотренные подходы, можно определить молодежь как социально-демографическую группу, находящуюся в процессе активной социализации и формирования личностной идентичности, для которой характерна повышенная чувствительность к технологическим и социокультурным изменениям.

Мышление как высшая форма познавательной деятельности – опосредованное и обобщенное отражение действительности – в условиях цифровой трансформации претерпевает существенные изменения. В современной психологической науке выделяют различные виды мышления: наглядно-действенное, наглядно-образное, словесно-логическое (понятийное), а также такие его характеристики, как критичность, гибкость, глубина, быстрота. Именно под влиянием цифровой среды формируется феномен «клипового мышления» – термина, введенного американским социологом и футурологом Элвином Тоффлером. Клиповое мышление характеризуется фрагментарностью, поверхностностью, высокой скоростью переключения между разнородными информационными фрагментами, снижением способности к длительной концентрации на одном объекте и глубокому аналитическому осмыслению [3].

Становление клипового мышления у современной молодежи обусловлено спецификой цифровой среды, в которой происходит их социализация. Непрерывный поток разнородной информации, необходимость оперативно реагировать на уведомления, привычка к многозадачности при работе с гаджетами – все это приводит к тому, что мозг вынужден адаптироваться к новым условиям. Однако платой за такую адаптацию становится ослабление способности к удержанию длительного внимания, восприятию объемных линейных текстов, построению сложных логических конструкций. Исследователи отмечают, что клиповое мышление формирует и новые адаптивные качества: способность к быстрому сканированию больших информационных массивов, умение выделять ключевые элементы, высокую скорость принятия решений в условиях неопределенности. Проблема заключается в нарушении баланса: доминирование клипового мышления над понятийным приводит к снижению критичности восприятия, повышенной уязвимости к манипулятивным воздействиям, трудностям в освоении сложных профессиональных знаний, требующих системного подхода.

Особого внимания заслуживает анализ поколенческих особенностей. Согласно теории поколений У. Штрауса и Н. Хоува, каждые 20-25 лет формируется новое поколение, мировоззренческие установки которого существенно отличаются от убеждений предшественников под влиянием социально-экономических условий конкретного исторического периода [4]. Поколение Z (2001-2020 годы) – это поколение, чье становление пришлось на XXI век. Его представители растут в условиях постоянного взаимодействия с технологиями и интернетом, что оказывает определяющее влияние на их восприятие мира и формирование когнитивных приоритетов. Для них цифровая среда является естественной и органичной, они не знакомы с эпохой, когда интернета не существовало. Представители поколения Z демонстрируют высокую цифровую грамотность и интенсивное использование социальных сетей, но при этом – относительно низкий уровень социализации в традиционном понимании. Их характерная особенность – частое отсутствие сформированной личной позиции по значимым общественным вопросам, склонность к фрагментации внимания, постоянное нахождение с гаджетами.

В настоящее время активно формируется поколение Альфа (с 2020 года), которое также именуется «поколением Ковид» (Covid Generation). Ключевыми факторами, воздействующими на социализацию и когнитивное развитие этого поколения, выступают: пандемия COVID-19 и ее последствия (дистанционное обучение, ограничение социальных контактов), повсеместное внедрение искусственного интеллекта и нейросетей (ChatGPT, Midjourney, DALL-E и другие), геополитическая напряженность и информационное противостояние, ускорение технологического развития. Для поколения Альфа устройства с голосовым управлением, умные колонки, виртуальная и дополненная реальности, нейросети

являются не инновацией, а естественной средой обитания с первых лет жизни. Исследователи отмечают, что это может привести к качественно иной структуре когнитивных процессов, где классическое понятийное мышление будет все больше замещаться образным, ассоциативным, клиповым мышлением, адаптированным к работе с мультимедийным контентом. Особую тревогу вызывает феномен «интеллектуального обесценивания» (*intellectualdeskilling*) – утраты навыков самостоятельного мышления, анализа и творческой деятельности при привычке делегировать решение когнитивных задач искусственному интеллекту [5].

Современный рынок труда претерпевает фундаментальные изменения под воздействием процессов цифровизации. Распространение удаленного формата работы (телеработы), который из временной меры превратился в устойчивую практику, предъявляет особые требования к мышлению молодого специалиста. Выделим ключевые особенности мышления, необходимые для успешной профессиональной деятельности в условиях удаленной занятости.

Первое – развитая самоорганизация и самоконтроль. В условиях удаленной работы отсутствует непосредственный внешний контроль, и молодой специалист вынужден самостоятельно планировать свой рабочий день, расставлять приоритеты, контролировать выполнение задач. Это требует сформированности регулятивных функций мышления: способности к целеполаганию, планированию, самоконтролю, рефлексии собственных действий. Исследования показывают, что именно эти функции часто оказываются недостаточно развиты у представителей поколения Z, привыкших к внешней структуре времени.

Второе – способность к эффективной работе в условиях информационной перегрузки. Удаленный формат связан с постоянным воздействием информационного потока: электронная почта, мессенджеры, видеоконференции, корпоративные порталы, уведомления различных сервисов. Молодой специалист должен обладать способностью эффективно фильтровать поступающую информацию, выделять существенное, сохранять продуктивность в условиях многозадачности. Это требует особого типа мышления, сочетающего высокую скорость обработки информации с глубиной анализа. Преобладание клипового мышления может привести к постоянному переключению между различными каналами коммуникации, потере продуктивности и ошибкам в работе.

Третье – коммуникативная компетентность в цифровой среде. Общение в удаленном формате имеет существенную специфику: отсутствие невербальных сигналов, сложности с передачей эмоциональной окраски сообщений, необходимость четко формулировать мысли в письменной форме. Особое значение приобретает способность к децентрации – умению представить, как сообщение будет воспринято адресатом, отсутствие которой часто становится причиной недопонимания и конфликтных ситуаций.

Четвертое – критическое мышление в условиях информационной неопределенности. Удаленная работа часто связана с необходимостью самостоятельно осуществлять поиск информации, принимать решения без оперативной обратной связи от руководителя, оценивать достоверность источников. Особую актуальность это приобретает в условиях активного распространения нейросетей, генерирующих внешне правдоподобный, но не всегда достоверный контент.

Пятое – способность к рефлексии и непрерывному самообучению. Технологии обновляются с высокой скоростью, и молодой специалист должен быть готов к постоянному освоению новых инструментов и подходов, что требует развитой способности к осознанию границ собственных знаний и умений.

Вместе с тем, сам удаленный формат работы оказывает обратное влияние на мышление молодого специалиста, формируя определенные тенденции его развития. Постоянные переключения между различными задачами и коммуникационными каналами закрепляют паттерны клипового мышления, размываются границы между работой и личной жизнью, что приводит к хроническому стрессу и снижению когнитивных способностей,

упрощаются мыслительные процессы, формируется «информационная слепота» – сужение кругозора при привычке получать информацию через ограниченное число каналов.

Таким образом, цифровизация привела к кардинальной трансформации как социальной, так и профессиональной среды, в которой происходит социализация и профессиональное становление современной молодежи. Мышление молодого человека переживает период активной трансформации: с одной стороны, формируются новые адаптивные когнитивные стратегии (быстрое сканирование информации, многозадачность), с другой – возникают риски деформации мыслительных процессов, снижения критичности и глубины анализа, формирования зависимости от внешних цифровых средств «когнитивной разгрузки». Для успешной социализации и профессиональной реализации молодому человеку необходим сбалансированный когнитивный профиль, сочетающий скоростные, адаптивные характеристики клипового мышления с глубиной, критичностью и системностью мышления понятийного. Задача педагогической науки и образовательной практики – найти эффективные методы и технологии, позволяющие формировать этот баланс, а также адаптировать образовательные программы к новому когнитивному стилю студентов без ущерба для качества их профессиональной подготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Иконникова, С.Н. Молодежь: Социологический и социально-психологический анализ / С.Н. Иконникова. – М., 1974. – 166 с.
- 2) Марцинковская, Т.Д. Психология пространства: от вселенной до личности, от экосферы до экзисферы / Т.Д. Марцинковская // Жизненное пространство в психологии: Теория и феноменология: сборник статей / под ред. Н.В. Гришиной, С.Н. Костроминой. – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2020. – С. 63-99.
- 3) Хоу, Н. Поколения. История будущего Америки с 1584 по 2069 годы / Н. Хоу, У. Штраус. – Нью-Йорк: Британское отделение издательского дома Harper & Row и Collins. Harper Collins, 1992. – 544 с.
- 4) Солдатова, Г.У. Цифровое поколение России: компетентность и безопасность / Г.У. Солдатова, Е.И. Рассказова, Т.А. Нестик. – М.: Смысл, 2017. – 189 с.
- 5) Тоффлер, Э. Третья волна / Э. Тоффлер. – М.: АСТ, 2009. – 795 с.

РАЗРАБОТКА ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО КУРСА ПО ОСВОЕНИЮ «КОМПАС-3D» В СИСТЕМЕ СПО

А.С. Королев

Научный руководитель – С.П. Смирнова, ассистент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются методологические основы и дидактические принципы создания практико-ориентированного курса по изучению системы автоматизированного проектирования «Компас-3D». На основе трудов по профессиональной педагогике и психологии труда, проведен анализ существующих репродуктивных методик обучения. Обоснована необходимость нового подхода, направленного на формирование пространственного мышления обучающихся.

Ключевые слова: инженерная графика, Компас-3D, система автоматизированного проектирования, практико-ориентированное обучение, среднее профессиональное образование

DESIGNING A PRACTICE-ORIENTED COURSE ON MASTERING COMPASS-3D IN THE PDF SYSTEM: DIDACTIC PRINCIPLES AND METHODS OF CREATION

A.S. Korolev

Scientific Supervisor – S.P. Smirnova, Lecturer

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the methodological foundations and didactic principles of creating a practice-oriented course on the computer-aided design system "Compass-3D". Based on the works on professional pedagogy and labor psychology, the analysis of existing reproductive teaching methods is carried out. The necessity of a new approach aimed at the formation of spatial thinking of students is substantiated.

Keywords: engineering graphics, Kompas-3D, computer-aided design system, practice-oriented learning, secondary vocational education

Постановка проблемы исследования. В современном мире внедрение отечественного программного обеспечения в производственные процессы играет важную роль в достижении технологического суверенитета Российской Федерации.

В системе среднего профессионального образования (далее - СПО) закладывается кадровый потенциал для получения профессионалов в высокотехнологичных отраслях производства, что требует модернизации дидактических подходов к преподаванию дисциплин информационных технологий уже на первых курсах технологических колледжей [7]. Обучение даже базовым основам работы в системе автоматизированного проектирования «Компас-3D» позволяет сформировывать у обучающихся первичные навыки пространственного мышления, повысить компьютерную грамотность [8].

Однако, внедрение сложного инструментария в обучение студентов-первокурсников различных направлений подготовки, от инженерных, до общих, сопряжено с комплексом противоречий. Специфика данного контингента обучающихся, характеризуется отсутствием сформированной базы в области начертательной геометрии и инженерной графики, что является базой для освоения данной программы [2, 9]. Следовательно, использование традиционных методов обучения требует существенной системной переработки, ориентированной на углубленный анализ психологических и дидактических факторов усвоения сложной информации.

В психологии профессиональной деятельности процесс овладения новым

программным комплексом часто рассматривается, как главный фактор возникновения напряженного состояния у человека. Как в своих трудах отмечают В.А. Луговский и М.Н. Кох, погружение в новую информационную среду с ограничением времени и высокой ценой ошибки, провоцирует возникновение информационного и эмоционального стресса [12]. Столкновение с интерфейсом программы вызывает у неподготовленного студента «страх сделать ошибку», что зачастую блокирует, как творческие, так и аналитические способности [3]. В таких условиях мотивация достижения успеха сменяется мотивацией, при которой студент отказывается от информированного метода поиска, и пользуется только инструкцией по выполнению [12].

Вместе с этим, теория профессиональной педагогики, в частности концепция С.Я. Батышева и А.М. Новикова показывает, что формирование профессиональных навыков должно осуществляться в рамках операционно-комплексной системы. Она предполагает переход от последовательного освоения и отработки единичных операций, к самостоятельному выполнению производственных работ [10].

Анализ современной учебно-методической литературы по изучению программы «Компас-3D», выявляет дидактическую противопоставленность, которая не удовлетворяет в полной мере требования среднего профессионального образования.

При обучении работе в данной программе широкое распространение получило официальное руководство разработчиков «Азбука КОМПАС-3D» [1]. Данное руководство посвящено освоению функционала и интерфейса программы. Оно направлено на формирование базы общих и углубленных знаний о программе и освоение базовых навыков, посредством точного следования пошаговым инструкциям. Как показал анализ в данном руководстве студент выступает в роли следующего инструкциям. Успешно выполняя пошаговые уроки обучающийся, в большинстве случаев, оказывается дезориентированным при столкновении с нестандартными задачами, которые требуют самостоятельного поиска и мыслительной деятельности.

Но, также существует пласт учебников и пособий, посвящённых вопросам обучения работе в различных проектировочных программах. В частности, учебное пособие В.П. Большакова и А.В. Чагиной **«3D-моделирование в КОМПАС-3D версий V17»**, направлено на интеграцию двумерного черчения и трехмерного моделирования [13]. Пособие направлено на формирование навыков самостоятельного построения моделей, то есть переход от пошаговых инструкций к самостоятельному чтению. Схожую динамику можно заметить в учебном пособии **«Компьютерная графика в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D»** под авторством Е.В. Денисова, А.В. Глухова и В.В. Швецова [4, 6]. Пособие направлено на формирование углубленных инженерных знаний, нормативно-ориентированное проектирование и разрешение противоречий между алгоритмами систем автоматизированного проектирования и требованиями к документации [5]. Однако из-за высокой плотности текста и отсутствия «обратной связи», пособие ориентировано только на подготовленную аудиторию.

Для первокурсников СПО, которые не имеют необходимой базы, указанные пособия создают трудности в освоении материала [6]. Загруженность теоретическим материалом, провоцирует у неподготовленных студентов состояние растерянности. Как было отмечено ранее, студент, попадая в ситуацию возникновения трудностей, теряет мотивацию к самостоятельному поиску [11, 12].

Выявленные методологические недостатки репродуктивных подходов показывают необходимость разработки адаптированного дидактического подхода. Цель нашего исследования разработка практико-ориентированного курса, сочетающего в себе доступность интерактивных заданий с технологической обоснованностью, то есть с изучения интерфейсных команд, посредством формирования осознанного пространственного мышления.

В рамках разработанного подхода обучение строится не по логике интерфейса программы, а по логике преодоления искусственно смоделированных интеллектуальных

заданий и путей их решения. В соответствии с этой идеей, готовые пошаговые инструкции, разделены от основного практического задания и вынесены в блок рефлексии, так называемые «ключ-ответы».

Содержательное наполнение курса построено вокруг логики «от двумерного к трехмерному моделированию». Первый модуль посвящен формированию культуры общих знаний и параметризации плоского эскиза. Второй модуль базируется, как на создании 3D-моделей, так и на работе с уже готовыми 3D-моделями. Элементом методики выступает вынесение алгоритмов (ключей-ответов) в рефлексивный блок курса для организации самоконтроля студентов.

Организация процедуры и методы исследования. В проведенном исследовании приняли участие 24 студента первого курса ГПОАУ ЯО «Заволжский политехнический колледж», учебная группа ОГП-11, специальность «Операционная деятельность в логистике». Обучающиеся были разделены на две группы по 12 человек: экспериментальную, где обучение велось по разработанному курсу и контрольную, где обучение велось по традиционным методическим указаниям.

В исследовании применялись следующие диагностические методики:

- тестирование диагностики базового уровня пространственного мышления;
- тестирование оценки полученных навыков работы;
- метод анализа субъективной письменной рефлексии обучающихся.

Результаты исследования и их обсуждение.

Сводные результаты входной диагностики базовых знаний, подтверждающие изначальную схожесть исследуемых групп до начала эксперимента, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты диагностики базового уровня пространственного мышления

Группа респондентов	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа	25 %	50 %	25 %
Контрольная группа	17 %	58 %	25 %

Диагностика итоговых результатов показала изменение базового уровня пространственного мышления у экспериментальной группы. Результаты итогового тестирования представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты диагностики уровня сформированности пространственного мышления

Группа респондентов	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Экспериментальная группа	0 %	41 %	59 %
Контрольная группа	11 %	47 %	42 %

Как видно из табл. 2, экспериментальная группа продемонстрировала больший процент перехода в зону высокого уровня сформированности пространственного мышления. Разрыв итоговой оценки между группами наглядно демонстрирует успешность внедрения практико-ориентированного курса.

В свою очередь, изучение письменной рефлексии выявило, что у большей части респондентов экспериментальной группы сформировалось четкое понимание логики работы программы. Более 53% из них отметили высокую пользу самостоятельного поиска ошибок и последующую самопроверку с ключами-ответами. 75% респондентов контрольной группы пожаловались на проблемы с навигацией в интерфейсе, а 58 % отметили нехватку понимания логики действий.

Для проверки гипотезы об эффективности внедрения практико-ориентированного курса, был проведен анализ корреляции между типом образовательной среды и уровнем сформированного мышления. В результате прохождения курса обучающиеся перестают

воспринимать «КОМПАС-3D», как набор бессвязных команд, и начинают использовать критическое осмысление и креативный подход при решении поставленных задач.

Заключение. Разработанный практико-ориентированный курс позволяет в короткие сроки сформировать необходимую базу для работы в программе, развивая гибкость мышления и формируя готовность к решению нестандартных технологических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Азбука КОМПАС-График V15 / ЗАО АСКОН. – СПб.: ООО «Цветпринт», 2014. – 409 с.
- 2) Быстрова, Н.В. Профессиональная подготовка высококвалифицированных кадров рабочих для российского рынка труда / Н.В. Быстрова, С.А. Цыплакова, Е.Ю. Шалина // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2019. – № 2 (36). – С. 7-13.
- 3) Ваганова, О.И. Практические занятия как форма организации обучения в системе среднего профессионального образования / О.И. Ваганова, Д.А. Таурова, М.А. Абросимова // Школа молодых новаторов: сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 293-295.
- 4) Вольхин, К. Анализ использования Компас-3D в инженерном графическом образовании по итогам конкурсов в г. Новосибирске / К. Вольхин, А. Лейбов, Т. Астахова // САПР и графика. – 2010. – май.
- 5) Информатика и информационные технологии: учебник для среднего профессионального образования / М.В. Гаврилов, В.А. Климов. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2024. – 319 с.
- 6) Компьютерная графика в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D: учебное пособие. – СПб.: СПбГАСУ, 2021. – 100 с.
- 7) Малюх, В.Н. Введение в современные САПР. Курс лекций: учебное пособие / В.Н. Малюх. – М.: ДМК ПРЕСС, 2010. – 192 с.
- 8) Методика производственного обучения: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-08 01 01 «Профессиональное обучение (по направлениям)»: в 3 ч, Ч. 1 / А.В. Лукьянович. – Минск: БНТУ, 2014. – 58 с.
- 9) Новая образовательная технология «Профессионалитет»: сборник методических материалов / Центр содержания и оценки качества среднего профессионального образования; Центр оценки качества среднего профессионального образования ФГБОУ ДПО «Институт развития профессионального образования. – М.: ФГБОУ ДПО ИРПО, 2023. – 312 с.
- 10) Профессиональная педагогика: учебник для студентов, обучающихся по педагогическим специальностям и направлениям / под ред. С.Я. Батышева, А.М. Новикова. – М.: ЭГВЕС, 2009. – 456 с.
- 11) Профессиональное обучение в условиях микропредприятия: монография / С.В. Комлева; под науч. ред. В.А. Федорова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2018. – 131 с.
- 12) Психология профессиональной деятельности: учеб. метод. пособие / В.А. Луговский, М.Н. Кох. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 101 с.
- 13) Большаков, В.П. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий V17 и выше: учебное пособие для вузов / В.П. Большаков, А.В. Чагина. – СПб.: Питер, 2021. – 256 с.

ТРУДОВОЕ ПОВЕДЕНИЕ МОЛОДЕЖИ: СТРАТЕГИИ ЗАНЯТОСТИ И АДАПТАЦИИ НА РЫНКЕ ТРУДА

М.А. Нестеров

Научный руководитель: **И.В. Попова**, д-р соц. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается методология исследования трудового поведения молодежи на рынке труда. Актуальность исследования определяется как меняющимися условиями на рынке труда, так и трансформацией ожиданий молодежи

Ключевые слова: рынок труда, занятость, трудовое поведение

LABOR BEHAVIOR OF YOUTH: STRATEGIES OF EMPLOYMENT AND ADAPTATION IN THE LABOR MARKET

M.A. Nesterov

Scientific Supervisor – **I.V. Popova**, Doctor of Sociological Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

This paper examines the methodology for studying youth work behavior in the labor market. The relevance of the study is determined by both changing labor market conditions and the transformation of youth expectations.

Keywords: labor market, employment, work behavior

Молодежь выступает одним из ключевых субъектов общественного воспроизводства, так как именно в молодежных возрастных группах сосредоточен репродуктивный и трудовой ресурс населения страны. Это воспроизводство реализуется в процессе смены поколений. Благодаря этому происходит процесс обновления общества, совершенствования его структуры, передачи от старших поколений младшим общественных институтов, опыта, культуры, системы норм, ценностей, которые при этом частично сохраняются, а частично претерпевают трансформацию. Таким образом, молодежь естественным образом выступает одним из ключевых двигателей общественного прогресса и ресурсом, определяющим будущее государства.

Молодежь является ключевым актером на рынке труда, чье поведение определяет динамику человеческого капитала, инновационность экономики и социальную стабильность. Изучение ее особенностей необходимо для разработки эффективной государственной политики, кадровой стратегии компаний и образовательных программ.

В настоящее время не существует общепризнанного международного определения молодежи, поэтому целесообразно рассмотреть определения различных исследователей. Операционализацию данного понятия необходимо производить с точки зрения социологии. Именно ученые-социологи разрабатывали подходы к определению данной социальной группы. Так, Владимир Тимофеевич Лисовский – который, кстати, предпринял одну из первых попыток в отечественной литературе выделить молодежь в особую социальную группу – определял молодежь как «поколение людей, проходящих стадию социализации, усваивающих, а в более зрелом возрасте уже усвоивших образовательные, профессиональные, культурные и другие социальные функции в обществе» [3, с. 16].

Согласно социологическому словарю Геннадия Васильевича Осипова и Льва Николаевича Москвичева в широком смысле молодежь – «обширная совокупность групповых общностей, образующихся на основе возрастных признаков и связанных с ними

основных видов деятельности»; а в узком – «социально-демографическая группа, выделяемая на основе обусловленных возрастом особенностей социального положения молодых людей, их места в социальной структуре общества, специфических интересов и ценностей» [5, с. 402]. По мнению Ф.Р. Филиппова молодежь – «большая общественная группа, имеющая специфические социальные и психологические черты, наличие которых определяются как возрастными особенностями молодых людей, так и тем, что их социально-экономическая, общественно политическое положение, их духовный мир находится в состоянии становления и формирования» [7, с. 67]. Иное и более детализированное определение молодежи дал Игорь Семенович Кон: «Молодёжь - социально-демографическая группа, выделяемая на основе совокупности возрастных характеристик, особенностей социального положения и обусловленных тем и другим социально-психологических свойств» [1, с. 25]. Из определений, данных термину «молодежь», можно сделать обобщенный вывод, что это особенная возрастная группа с определенными социально-психологическими чертами и свойствами, и находящаяся в процессе социализации.

Что касается возрастных рамок для данной категории людей, то здесь подходы исследователей также различаются. Например, В. Т. Лисовский предлагал относить к молодежи людей в возрасте от 16 до 30 лет, учитывая при этом конкретные исторические условия [4, с. 167]. И. С. Кон не устанавливал для молодежи определенных возрастных рамок, но считал, что «Молодость как определённая фаза, этап жизненного цикла биологически универсальна, но ее конкретные возрастные рамки, связанный с ней социальный статус и социально психологические особенности имеют социально-историческую природу и зависят от общественного строя, культуры и свойственных данному обществу закономерностей социализации» [1, с. 255]. Российский социолог Б. А. Ручкин считал, что «молодёжный возраст сложно рассматривать как целостный объект исследования, так как социальные функции, которые выполняют индивиды в начале и конце этапа, существенно различаются». В связи с этим, он предлагал выделять следующие возрастные периоды: подростки – до 18 лет, молодёжь – от 18 до 24 лет, молодые взрослые – 25–30 лет [5, с. 92]. А. Э. Котляр связывал границы возраста молодежи с трудовой деятельностью. Определение нижней границы возраста он обосновывал наступлением физиологической зрелости, открывающей возможности для трудовой деятельности. Верхняя граница определена моментом достижения человеком трудовой и социальной стабильности, когда он обретает экономическую независимость, определяет свою профессиональную нишу, создает семью, становится родителем [2, с. 39]. Формирование российской молодежи оказывается под сильным влиянием таких факторов, как социальное положение, уровень доходов, имущественное неравенство, а также демографические, образовательные и профессиональные особенности. В совокупности перечисленные признаки и характеристики позволяют создать многомерную модель российской молодежи, которая служит основой для комплексного анализа ее социальной дифференциации. Система высшего образования не может не откликаться на требования рынка, поэтому она развивается по направлению формирования у студентов таких качеств, которые позволяют применять знания, умения и навыки необходимые в профессиональной деятельности. Основой этого процесса должно стать формирование представлений о том, что выпускник вступает на рынок труда как соискатель рабочего места. Это, в свою очередь, требует и от коллектива ВУЗа и от самого выпускника знания сложившейся ситуации трудоустройства на локальном уровне.

Цель исследования: Выявить и проанализировать специфические модели трудового поведения современной молодежи, определяющие их стратегии занятости и адаптации на рынке труда.

Задачи исследования:

- проанализировать теоретические подходы к изучению поведения молодежи на рынке труда;
- определить социально-демографические и экономические факторы, влияющие на трудовые стратегии молодежи;

- исследовать ключевые мотивы, ценности и ожидания молодежи в сфере труда;
- выявить основные стратегии поиска работы, адаптации и удержания на рабочем месте;
- проанализировать риски и проблемы, с которыми сталкивается молодежь (безработица, нестабильная занятость, дисбаланс компетенций).

Гипотеза: молодежь демонстрирует двойственную стратегию: стремление к стабильности сочетается с готовностью к частой смене работы. Ценность "баланса работы и жизни" является более значимым мотиватором для поколения Z, чем высокая зарплата при высокой нагрузке.

Изменение трудовых стратегий молодежи связано с такими факторами как:

- смена модели трудового поведения;

Если ранее молодые люди осуществляли переход от учебы к работе после получения диплома, то сейчас стратегией на рынке труда является получение профессионального опыта в период обучения. По данным нашего исследования 8,9% студентов ЯГТУ работают по специальности.

- ориентированность на достижение жизненных целей;

Трудовая сфера выступает как средство достижения жизненных планов: молодежь стремится к материальному достатку, созданию собственного бизнеса. Результаты нашего исследования по вопросу: «Каковы цели вашего будущего трудоустройства?» показали:

45,9% - постоянный доход

47,2% - возможность себя реализовать

6,9% - открыть свое дело, бизнес.

- влияние социально-демографических характеристик;

Выбор стратегии трудового поведения обусловлен возрастом, направлениями обучения, трудовым опытом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кон, И.С. В поисках себя: Личность и ее самосознание. – М.: Политиздат, 1987. – 366 с.
- 2) Котляр, А.Э. О понятии рынка труда // Вопросы экономики. – 1998. – № 1. – С. 33–45.
- 3) Лисовский, В. Т. Молодежная политика и социальная защита молодежи / В.Т. Лисовский. – М.: НИИ ВО, 1994. – 36 с.
- 4) Лисовский, В.Т. Советское студенчество. Социологические очерки. – М.: Мысль, 1990. – 216 с.
- 5) Ручкин, Б.А. Молодежь и становление новой России // СОЦИС. – 1998. – № 5. – С. 90–98.
- 6) Социологический словарь / Акад. учеб.-науч. центр РАН-МГУ им. М. В. Ломоносова; отв. ред. Г.В. Осипов, Л.Н. Москвичев; ученый секретарь О. Е. Черношек. – М.: Норма, 2008. – 606 с.
- 7) Филиппов, Ф.Р. Молодежь и образование в социалистическом обществе: для работников нар. образования / Ф.Р. Филиппов. – Фрунзе: Мектеп, 1985. – 120 с.

ОТ СЕМЕЙНОГО АРХИВА – К ГРАЖДАНСКОЙ ПОЗИЦИИ ИНЖЕНЕРА

А.О. Попова

Научный руководитель – **Н.А. Личак**, д-р культурологии, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается идея формирования гражданской позиции студентов технического университета через обращение к семейному архиву, через осмысление собственной истории и страниц биографии.

Ключевые слова: молодежь, семейный архив, гражданская позиция, технический университет, патриотизм

FROM FAMILY ARCHIVE TO CIVIC POSITION OF AN ENGINEER

A.O. Popova

Scientific Supervisor – **N.A. Lichak**, Doctor of Culturology, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article explores the idea of forming the civic position of technical university students by turning to the family archive and by reflecting on their own personal history and the pages of their biography.

Keywords: youth, family archive, civic position, technical university, patriotism

В современной информационной картине мира вопросы политического, культурного и исторического характера, с одной стороны, должны отодвинуться на второй план, вместе с тем – усиливаться, приобретая новую, более глубокую и осмысленную форму. Понимание мироустройства с точки зрения патриотической составляющей является диверсифицированной, поскольку отражает множество дефиниций самого понятия «патриотизм», что порождает потребность в использовании проектной деятельности через интеграцию социокультурных смыслов, которые могут выступать катализатором различных практик [5, с. 2].

Особенно актуальна данная задача для технических университетов, в которых будущие инженеры не только получают профессиональные навыки, но и приобщаются к базовым ценностям общества, учатся осознанию ответственности за результаты своего труда перед страной.

Семейный архив – уникальное звено, связывающее индивидуальный опыт с коллективной историей. Сохранение исторической памяти – важнейший фактор становления самосознания российского общества. С каждым годом остаётся всё меньше живых свидетелей и участников ключевых исторических событий. Необходимо сделать всё возможное, чтобы то, что они хранят в памяти, осталось и стало историческим свидетельством эпохи. И здесь семейные архивы играют незаменимую роль.

С течением времени во многих семьях накапливаются предметы, которые сохраняются для того, чтобы вспомнить добрым словом людей или события, связанные с ними. Это в первую очередь биографические документы (начиная со свидетельства о рождении), это семейные альбомы, письма, открытки-письма, фотографии, киноплёнки, документы; книги с пометками, оставленными членами семьи в разные годы жизни. Это уникальные, хоть на первый взгляд и не нужные для хранения, документы человеческой жизни разных временных этапов, зафиксировавшие на века память о судьбе конкретного человека и его дел. И какими бы малоинтересными и неважными ни казались на первый взгляд документы и вещи из семейного архива, как далекого прошлого, так и настоящего – все они очень ценны и сегодня, и для будущих поколений.

Обратимся к определению понятия семейного архива. По мнению Е.В. Бусыревой, семейный архив – это различные документы родственников, фотографии, генеалогические схемы, воспоминания, письма и другие памятные вещи [2, с. 1]. Семейный архив, отмечает Н.Ф. Сгибнева, «это то, чем дорожит каждая семья: фотографии, воспоминания, дневники,

письма, документы, памятные вещи, награды» [6, с.1]. Таким образом, в широком смысле семейный архив – это не просто коллекция старых бумаг, а сложная система коммуникации между поколениями, механизм трансляции наследникам ценностей и идентичности.

В большинстве случаев люди не представляют себе семейной ценности хранящихся у них в доме старинных документов, вещей и многого другого. Изучение своего родового прошлого на основе фамильных вещей позволяет придать особый смысл своей жизни, понять свою роль в формировании фамильных ценностей, осмыслить предшествующие нашей жизни эпохи и «дух времени», укрепить добрые традиции и память истории семьи. Позволяет включиться в поток исторической жизни семьи, помогает ощутить сегодняшнее свое существование.

Материалы домашнего архива следует распределить по трём группам исторических источников:

I. Изобразительные источники (фотографии, негативы, слайды, фотоальбомы, рисунки, картины и т.п.);

II. Документальные источники. К документам домашнего архива относятся:

1. Биографические документы (метрические документы, документы об образовании, паспорт, удостоверения, трудовая книжка, характеристики, документы о наградах и поощрениях, документы об общественной деятельности, записные книжки и др.).

2. Дневники и воспоминания.

3. Материалы служебной и общественной деятельности (тексты и черновики докладов, выступлений, статей, планы, проекты, служебная переписка, программы мероприятий и др.).

4. Переписка (письма, открытки – от родных и друзей, ответы из учреждений и организаций).

III. Вещественные источники (личные вещи членов рода, награды, реликвии, сувениры, предметы самодельного творчества и др.) [7].

В семейных архивах могут храниться разнообразные источники: неопубликованные воспоминания, дневники, переписка, биографические документы, фотографии.

Для студентов технического университета работа с семейным архивом может быть представлена не только как эмоциональное, но и как аналитическое и близкое к их профессии занятие. Архив – это система хранения и интерпретации данных. Каждый документ требует технической «экспертизы»: установить подлинность, датировать, восстановить повреждённые фрагменты, выявить связи между различными источниками. Таким образом, работа с архивом не только развивает профессиональные компетенции, но и даёт знания, важные для формирования личного патриотизма.

Семейные архивы имеют воспитательный потенциал в формировании профессиональной этики будущего инженера. Среди реликвий часто хранятся не только военные или биографические документы, но и свидетельства трудовых достижений: почетные грамоты, рабочие удостоверения, описания изобретений, фотографии семьи в труде, во время рабочих процессов. Эти исторические источники несут в себе пример ответственного отношения к делу, трудовой добросовестности, стремления к техническому прогрессу во благо страны. Изучая их, студент отождествляет своё будущее дело с трудовым наследием предков, что усиливает его мотивацию к получению качественного образования и профессиональной деятельности. Как справедливо отмечает И.К. Капран, «публикация воспоминаний и материалов личного (семейного) архива сохраняет не только доминанты памяти человека, но и делает доступными документальные источники, которые можно использовать в научных исследованиях. Это дает возможность сохранения и передачи молодому поколению необходимой информации для преемственности семейных и культурных традиций, что, в свою очередь, способствует воспитанию патриотизма и любви к своей стране» [4, с. 15]. Таким образом, семейный архив не только транслирует личную историю, но и превращает понятие «патриотизм» в конкретные трудовые ориентиры.

Семейный архив моей семьи – семьи Поповых – включает стихи, фотографии военных и послевоенных лет, письма, устные воспоминания, зафиксированные родственниками, и представляет собой уникальный источник, позволяющий восстановить детали биографии, отсутствующие в официальных документах.

Так, по документам, на фронт мой прадедушка Серафим Попов ушел в июле 1941 года. Он был направлен помощником командира в лыжный батальон. По воспоминаниям прадеда, с подготовкой воинских кадров в то время была полная неразбериха. Он считал, что это явилось одной из причин того, что нашим войскам пришлось отступать в начале войны.

Лыжный батальон, куда был направлен С. Попов, находился в Архангельске. По воспоминаниям прадеда, лыжным батальоном это формирование было назвать сложно, поскольку поначалу ни лыж, ни палок у солдат не было. К войне никто не был готов. Враг настиг всех врасплох. С приближением холодов прадед вместе с сослуживцами был направлен в Подмосковье, где солдатам пришлось держать оборону на разных участках. С горечью С. Попов вспоминал о том, как много людей погибло тогда, в тех боях [3, с. 11].

Когда фашисты были отброшены от Москвы, прадеда и оставшихся в живых его сослуживцев определили в стрелковый полк 15-й стрелковой дивизии и направили на Воронежский фронт. Нашим солдатам пришлось нелегко. Они познали и горечь отступлений, и радость побед [3, с. 11].

Особую ценность представляет надпись на обороте фронтовой фотографии, датированной 26 июля 1941 года (г. Сыктывкар): «Еду на фронт. Вернусь, нет? Судьба... На карту поставлена не только личная жизнь мелких граждан, а судьба нашей Родины. Никогда, никогда не хочу быть рабом. Смерть на смерть. Запасной командир артиллер. огневого зенитного взвода Сима Попов» [3, с. 12].

С каждым годом все острее стоит проблема сохранения подлинной истории войны и противодействия попыткам ее фальсификации. Особую ценность в этом контексте приобретают источники личного происхождения – письма, дневники, воспоминания участников событий, позволяющие увидеть войну глазами рядового солдата, «изнутри». Изучение семейных архивов помогает не только восстановить личную историю родственников, но и погрузиться в масштаб трагедии и подвига всего народа, включая такие аспекты, как внутреннее состояние тружеников тыла или вернувшихся с войны солдат.

Примеры героических поступков на фронте и служения Родине в тылу сформировали у старших поколений гражданско-патриотическую позицию. Эта традиция закреплялась в школе и продолжается в вузе. В частности, в контексте реализации национального проекта «Молодёжь и дети» (2025–2030) в образовательной среде ярославского государственного технического университета (ЯГТУ) используются практики патриотического и духовно-нравственного воспитания [5]. Цель подхода, связанного с формированием патриотизма у студентов, воспринимается как возможность уделить внимание вопросам силы единства общества, героизма предыдущих и нынешних поколений, как необходимых условий развития величия и могущества Российского государства, конкурентоспособности и дальнейшего развития России [1, с. 9]. Так, согласно опроса 100 студентов ЯГТУ, 65% обладают знаниями об истории своей семьи. Половина опрошенных хотела бы знать больше о семейных традициях, корнях. И для этого хотели бы научиться работать с источниками, погрузиться через историю своей семьи в историю своей страны.

Положительным примером может служить работа студенческого и преподавательского актива ЯГТУ. Все события, затрагиваемые в работе патриотического клуба ЯГТУ, освещаются в интернет-группах, на которые подписаны обучающиеся вуза. В данных постах отражаются важные даты истории нашей страны, а также размещаются фотографии студентов, принимавших участие в различных мероприятиях.

Ко Дню народного единства в ЯГТУ регулярно проводится мероприятие с участием историков-реконструкторов. Они не только увлекательно рассказывают о событиях Смутного времени, о роли народного ополчения Минина и Пожарского, освободившего Москву от польских интервентов, но и демонстрируют русский традиционный костюм, а также

знакомят с проектом «Волжская верфь» – реконструкцией традиций волжского судостроения, что особенно интересно для будущих инженеров-судостроителей и механиков [5].

Преподаватели кафедры гуманитарных наук ЯГТУ не первый год являются наставниками грантов при поддержке РосМолодежь. В 2025 году реализованы проекты «ЯрквестМаршрут» и «Ярославль. Маршрутами Героев». Более 150 студентов университетов и СПО, школьников выполнили задания квест-маршрутов, посвященных празднованию 80-летия Победы в Великой Отечественной войне. Участники квестов посещали памятные места, связанные с обороной Ярославля, работой промышленных предприятий в годы войны, а также изучали биографии героев-земляков.

В моей практике есть опыт участия в межрегиональном студенческом телемосте между вузами Ярославской и Астраханской областей на тему «Исторический калейдоскоп: Астрахань и Ярославль в многовековой истории России». Студенты сформировали две команды, подготовили видеовизитки о своих регионах, их месте в истории России и вкладе в развитие российской государственности. Приглашённые эксперты в области истории, краеведения и культуры обсудили просмотренные материалы и дополнили их интересными фактами. Формат телемоста позволил студентам увидеть, как локальная история их края сочетается с широким контекстом истории государства [5].

Таким образом, обращение к семейным архивам позволяет формировать у студентов чувство сопричастности к истории своей семьи и страны, гражданскую позицию, долг перед Родиной, гордость за свою нацию и культуру.

Практический опыт, накопленный в ЯГТУ, показывает, что даже небольшие по масштабу мероприятия – квесты, телемосты, конкурсы, встречи с реконструкторами – дают глубокий воспитательный результат. Современная молодёжь, сталкиваясь с вызовами, может стать движущей силой укрепления патриотизма и создания устойчивого, процветающего общества. Идея семейного архива способна войти в повседневную жизнь любой семьи, потому что человек нуждается в собственной истории и страницах биографии. Это встречи с историей не только семьи, но и целой эпохи, где всеобщее отражается в отдельных судьбах. И особенно для инженера, чья профессиональная деятельность направлена на преобразование мира, осознание этой связи между прошлым, настоящим и будущим приобретает особое значение, которое затем продолжает жить в его работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Абдулвахидова, А.Ш. Патриотизм в молодежной среде/ А.Ш. Абдулвахидова// Проблемы совершенствования законодательства: сборник научных статей студентов юридического факультета. Выпуск 87/20. – Махачкала: ООО АЛЕФ, 2020. – С. 9-10.

Бусырева, Е.В. Семейные архивы как хранилище памяти об истории рода (на примере финских и карельских семей Мурманской области) // Ежегодник финно-угорских исследований. – 2022. – № 1. – URL: <https://clck.su/SwyBM> (дата обращения: 09.04.2026).

2) Дорога к Полярной звезде: стихи, поэмы, воспоминания / сост. Н.А.Обрезкова. – Сыктывкар, 2012.

3) Капран И.К. Нужны ли публикации семейных архивов? // История и архивы. – 2016. – № 4 (6). – URL: <https://clck.su/arkps> (дата обращения: 09.04.2026).

4) Личак, Н.А. Формирование патриотизма в молодежной среде / Н.А. Личак, Е.С. Крохинов // Государство, общество, церковь в истории России XX-XXI веков: материалы XXIII Международной научной конференции, Иваново, 27–28 марта 2024 года. – Иваново: Ивановский государственный университет, 2024. – С. 189-192.

5) Семейные архивы как основа для создания электронного краеведческого ресурса (по материалам отдела краеведческой литературы СОУНБ им. В.Г. Белинского). – URL: Семейные архивы как основа для создания электронного краеведческого ресурса: (по материалам отдела краеведческой литературы СОУНБ им. В. Г. Белинского).

6) Этнодесант22: [сайт]. – URL: https://etnodesant.altspu.ru/load/folders/metod/fieldmethods/Рыков_семейный%20архив%20как%20исторический%20источник.pdf

ПАТРИОТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ МОЛОДЕЖИ

Е.В. Павлов, Е.П. Попова

Научный руководитель – **М.А. Ковальчук**, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается проблема патриотического воспитания современной молодежи в условиях глобализации, цифровой трансформации и геополитической нестабильности. Объектом исследования выступает студенческая молодежь как особая социально-демографическая группа, находящаяся в процессе активной общественно-политической социализации.

Ключевые слова: патриотическое воспитание, современная молодежь, студенческая молодежь, социализация, гражданская идентичность, деятельностный подход, историко-профессиональный ресурс, высшая школа

PATRIOTIC EDUCATION OF MODERN YOUTH

E.V. Pavlov, E.P. Popova

Scientific Supervisor – **M.A. Kovalchuk**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article examines the problem of patriotic education of modern youth in the context of globalization, digital transformation, and geopolitical instability. The object of the study is student youth as a special socio-demographic group that is in the process of active social and political socialization.

Keywords: patriotic education, modern youth, student youth, socialization, civic identity, activity-based approach, historical and professional resource, higher education

В отличие от более ранних исследований, акцентировавших внимание на формальных мероприятиях, в статье обосновывается необходимость опоры на деятельностный подход, учет ценностных различий поколений и использование вариативно-субъектного подхода (профессор М.А.Ковальчук). Новизна работы заключается в интеграции теории поколений [7] в практику патриотического воспитания, а также в выделении историко-профессионального ресурса (Л.В.Резинкина, П.В.Шалагинова) как ключевого фактора формирования патриотизма у студентов СПО и вузов [2]. Данные концептуальные идеи позволяют говорить о необходимости разработки и внедрении системных программ патриотического воспитания, ориентированных на студенческую молодежь и учитывающих современные вызовы: информационные войны, фальсификацию истории и разрыв между декларируемыми патриотическими чувствами и реальным поведением

Современная ситуация развития российского общества характеризуется комплексом взаимосвязанных вызовов, оказывающих непосредственное влияние на процесс формирования мировоззрения подрастающего поколения. Глобализация, цифровая трансформация всех сфер общественной жизни, геополитическая нестабильность, информационные войны и целенаправленные попытки фальсификации исторической правды – эти факторы создают беспрецедентные по своей сложности условия для становления гражданской идентичности молодежи [2].

Для понимания роли патриотического воспитания в социализации молодого поколения необходимо прежде всего определить, кто составляет объект этого воспитательного воздействия. В современной науке понятие «молодежь» рассматривается как сложная, многомерная категория, требующая междисциплинарного подхода. В современной российской практике принято относить к молодежи лиц в возрасте от 14 до 35

лет включительно, что закреплено в Федеральном законе «О молодежной политике в Российской Федерации». Такая широкая возрастная вилка объясняется гетерогенностью (неоднородностью) самой группы: в нее входят и подростки 14–17 лет, находящиеся на начальном этапе социального самоопределения, и молодые люди 18–24 лет, проходящие профессиональное становление, и более взрослая категория 25–35 лет, решающая задачи создания семьи и закрепления в профессиональной сфере. Ключевым процессом, характеризующим положение молодежи в обществе, выступает социализация. В широком смысле социализация понимается как процесс усвоения индивидом социальных норм, ценностей, образцов поведения, позволяющих ему успешно функционировать в обществе. Н. Смелзер определяет социализацию как «процесс формирования умений и социальных установок индивидов, соответствующих их социальным ролям». Важно подчеркнуть, что социализация не является односторонним процессом воздействия общества на индивида, а представляет собой диалектическое взаимодействие, в ходе которого происходит не только адаптация человека к социальным условиям, но и активное воспроизводство им социальных отношений [2]. Патриотическое воспитание оказывает на молодежь многоплановое воздействие через несколько ключевых механизмов. Первый – ценностно-смысловое воздействие. Как показывают исследования, учащаяся молодежь демонстрирует высокий уровень декларируемых патриотических чувств (82–96% опрошенных), однако этот показатель не всегда коррелирует с реальным поведением, что указывает на необходимость наполнения понятия «патриотизм» личностно значимым содержанием. Второй механизм – деятельностно-практическое вовлечение. Исследователи единодушны в том, что наиболее эффективным способом формирования патриотических качеств является не вербальное воздействие, а включение молодых людей в реальную социально значимую деятельность. Третий механизм – формирование идентичности. Патриотическое воспитание способствует становлению различных уровней идентичности: локальной, региональной, этнической, гражданской, государственной. Четвертый механизм – институциональное оформление. За последние два десятилетия в России сформировалась разветвленная сеть институтов, занимающихся патриотическим воспитанием молодежи: школьное образование, молодежные организации («Юнармия», «Движение первых»), военно-патриотические клубы, поисковые отряды, музейные комплексы, цифровые платформы [6].

Патриотическое воспитание существенно дифференцируется в различных социальных группах. Семья выступает первичным агентом социализации, обеспечивая эмоциональное, персонализированное освоение патриотических ценностей. Группа сверстников, особенно в цифровых сообществах, выступает пространством как трансляции, так и критического переосмысления патриотических смыслов. Спортивные объединения создают уникальные возможности для формирования «действенного патриотизма» через телесные практики и коллективное взаимодействие [4]. Существуют значимые этнокультурные и региональные различия: у народов Северного Кавказа патриотизм тесно связан с родовыми структурами, у коренных народов Севера – с особым отношением к природе и территории. Религиозные различия также обуславливают разные понимания сущности патриотизма: в православной традиции он осмысливается как религиозная добродетель, в исламской акцент делается на социальной справедливости, секулярный подход базируется на общегражданских ценностях. Городская и сельская среда создают различные условия для патриотического воспитания: село дает конкретно-чувственное переживание «малой родины» и сильные связи между поколениями, город – институциональное разнообразие и развитую инфраструктуру исторической памяти.

Ценность патриотического воспитания проявляется в нескольких аспектах: оно выступает фактором формирования национальной идентичности, инструментом обеспечения единства и суверенитета страны, обеспечивает преемственность поколений, способствует формированию социально ответственной личности, выполняет защитную функцию от деструктивных влияний. Организация патриотического воспитания должна строиться на определенных принципах. У. Мавлянов выделяет принцип критической осознанности

(патриотизм на основе критического осмысления, а не слепой лояльности), принцип личной сопричастности через опытное обучение, принцип инклюзивности (учет множественности культур), принцип нравственного различия и гражданской этики, принцип баланса глобального и национального. Как отмечают китайские исследователи, при совершенствовании системы патриотического воспитания необходимо четко определять содержательные акценты в зависимости от уровня образования: в начальной школе – формирование нравственных чувств, в средней – закладывание мировоззренческого фундамента, в старших классах – повышение политической грамотности, в университетах – усиление чувства ответственности и миссии. В системе среднего профессионального образования особое значение приобретает связь патриотизма с профессиональной идентичностью. В высшей школе происходит формирование зрелой личности с устойчивой гражданской позицией, где эффективными формами выступают научно-исследовательская работа, участие в студенческих объединениях, социальное проектирование.

Педагог должен обладать ценностно-мировоззренческими, историко-культурными, методическими, цифровыми и коммуникативными компетенциями. Оценка эффективности патриотического воспитания предполагает выделение трех компонентов: когнитивного (знания), эмоционально-ценностного (чувства и отношения) и деятельностного (поведение). С.В. Куликова фиксирует противоречие между высоким уровнем декларируемых патриотических чувств (82–96%) и низким уровнем их проявления в реальной деятельности (по оценке педагогов – лишь у 35% обучающихся). Условиями эффективности выступают системность, деятельностный характер, личностная значимость, взаимодействие с семьей и социумом, подготовленность педагогов[1].

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы. Молодежь представляет собой гетерогенную социально-демографическую группу (14–35 лет), находящуюся в процессе активной социализации, и патриотическое воспитание выступает ключевым фактором общественно-политической социализации, формирующим гражданскую идентичность. Наиболее эффективным механизмом патриотического воспитания является деятельностно-практическое вовлечение молодежи в реальную социально значимую деятельность, а не вербальное воздействие. Это подтверждается выявленным противоречием: при высоком уровне декларируемых патриотических чувств (82–96%) деятельностный патриотизм сформирован лишь у 35% обучающихся (С.В. Куликова). Патриотическое воспитание должно учитывать дифференциацию социальных групп: семью, сверстников, спортивные объединения, этнокультурные, религиозные и региональные особенности, различия города и села. Ключевым ресурсом патриотического воспитания выступает историческая память и историко-профессиональный ресурс, позволяющий связать профессиональную идентичность со служением Отечеству (Л.В. Резинкина, П.В. Шалагинова). Эффективная организация патриотического воспитания должна строиться на принципах критической осознанности, личной сопричастности через опытное обучение, инклюзивности, нравственного различия и баланса глобального и национального (У. Мавлянов). Сегодняшнее сложное геополитическое время придает особую актуальность исследуемой проблеме [6]. Следующий этап нашей работы – разработка программы патриотического воспитания для высших учебных заведений, ориентированной на студенческую молодежь с учетом всех выявленных подходов и механизмов.

В процессе нашей научной работы над рассматриваемой проблемой создана комплексная программа, основанная на принципах практико-ориентированности, интерактивности, учета возрастных особенностей и развития эмоционального интеллекта. Для реализации программы подготовлен пакет методических материалов, включающий практические рекомендации по внедрению интегративной модели патриотического воспитания в образовательных организациях.

Ключевым элементом программы стала интерактивная деловая игра "Диалог с историей". Игра основана на принципе ролевого погружения участников в исторические ситуации переломных моментов российской истории. Формат игры предусматривает анализ

мотивов и решений исторических персонажей, способствуя развитию критического мышления, эмпатии, навыков аргументации и гражданской ответственности.

Разработанные материалы создают основу для практической реализации программ патриотического воспитания и могут быть использованы в образовательных учреждениях различного уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Гордеев, В.А. Социально-экономические проблемы современной молодежи / В.А. Гордеев, М.А. Ковальчук. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2014. –156 с.
- 2) Ковальчук, М.А. Актуальные проблемы психологии. – Ярославль: Изд-во ЯГСХА, 2018. – 109 с.
- 3) Ковальчук, М.А. Проблемы современной молодежи. – Ярославль: Изд-во ЯГСХА, 2011. – 138 с.
- 4) Ковальчук, М.А. Профессиональный стресс и его влияние на результативность педагогической деятельности. – Ярославль: Изд-во ЯГСХА, 2014. – 58с.
- 5) Ковальчук, М.А. Девиантное поведение: профилактика, коррекция, реабилитация / М.А. Ковальчук, И.Ю. Тарханова. – М.: Гуманитарный издательский центр «ВЛАДОС», 2013. – 286 с.
- 6) Ковальчук, М.А. Современная молодежь в цифровом обществе. – Ярославль, Изд-во ЯГТУ, 2025. – 170 с.
- 7) Хоу, Н. Поколения. История будущего Америки с 1584 по 2069 годы / Н. Хоу, У. Штраус. – Нью-Йорк: Британское отделение издательского дома Harper & Row и Collins. Harper Collins, 1992. – 544 с.

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА УСВОЕНИЯ ЗНАНИЙ В КУРСЕ
«ОСНОВЫ БЕЗОПАСНОСТИ И ЗАЩИТЫ РОДИНЫ»
ЗА СЧЕТ ВОВЛЕЧЕНИЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
СТУДЕНЧЕСКОГО ПАТРИОТИЧЕСКОГО КЛУБА**

Г.В. Приятелев

Ярославский государственный технический университет

Проблема формального усвоения предмета «Основ безопасности и защиты Родины» (ОБЗР) студентами профессиональной образовательной организации требует поиска эффективных механизмов вовлечения их в учебную деятельность, повышения качества полученных знаний и приобретенных практических навыков. В статье обосновывается актуальность использования потенциала деятельности студенческого патриотического клуба для развития интереса к учебной деятельности в рамках предмета ОБЗР и способа интеграции, сочетающего учебную и воспитательную деятельность.

Ключевые слова: активизация познавательной деятельности, интеграция учебной и воспитательной работы, «Основы безопасности и защита Родины», патриотическое воспитание студентов, студенческий патриотический клуб

**IMPROVING THE QUALITY OF KNOWLEDGE ACQUISITION
IN THE COURSE «FUNDAMENTALS OF SECURITY AND DEFENSE
OF THE HOMELAND» BY INVOLVING STUDENTS IN THE ACTIVITIES
OF THE STUDENT PATRIOTIC CLUB**

G.V. Priyatelev

Yaroslavl State Technical University

The challenge of formally mastering the subject "Fundamentals of Security and Defense of the Homeland" (FSHD) by students at a professional educational institution requires finding effective mechanisms to engage them in learning activities, improve the quality of their acquired knowledge, and enhance their practical skills. This article explores the relevance of leveraging the potential of student patriotic clubs to foster interest in learning activities within the FSHD subject and an integrated approach that combines academic and educational activities.

Keywords: Activation of cognitive activity, integration of educational and upbringing work, "Fundamentals of security and protection of the Motherland", patriotic education of students, student patriotic club

В соответствии с Федеральным законом от 4 августа 2023 г. № 479-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» в части 6 статьи 12 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» с 1 сентября 2024 года наименование общеобразовательной дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности» заменено на «Основы безопасности и защиты Родины». Целью изучения учебного предмета «Основы безопасности и защиты Родины» определено формирование у обучающихся готовности к действиям по защите Отечества и базового уровня культуры безопасности жизнедеятельности в соответствии с современными потребностями личности, общества и государства [1].

Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением дополнительного профессионального образования «Институт развития профессионального образования» были утверждены методические материалы по общеобразовательной дисциплине «Основы безопасности и защиты Родины», в которых отмечена необходимость последовательного изучения данной общеобразовательной дисциплины. Очевидно, что от результата освоения обучающимися данного учебного курса зависит и личная безопасность гражданина, и безопасность общества и государства.

Современная образовательная парадигма требует не только трансляции знаний со стороны преподавателя, но и формирования у обучающихся осмысленного отношения к учебной деятельности, особенно в сферах, связанных с безопасностью жизнедеятельности и защитой Родины. Внедрение и реализация курса «Основы безопасности и защита Родины» (ОБЗР) сталкиваются с типичной проблемой: формальное усвоение нормативов и правил не всегда переходит в лично значимые ценности и готовность к действию. В этих условиях

особую значимость приобретают механизмы неформального и внеучебного вовлечения, способные превратить пассивное восприятие материала в активную гражданскую позицию. Одним из таких перспективных механизмов выступает деятельность студенческого патриотического клуба, интегрированного в логику освоения программы ОБЗР.

Надо отметить, что в отечественной педагогической науке достаточно широко представлены работы по патриотическому воспитанию молодёжи. Всплеск интереса к данной проблематике происходит со второй половины 2010-х гг. (А.Н. Вырщиков [2], В.И. Лутовинов [3]) и не утихает до сих пор. На пике интереса остается проблематика, касающаяся активизации познавательной деятельности обучающихся (например, работы И.А. Зимней [4], А.К. Марковой [5]). С появлением в образовательных организациях студенческих патриотических клубов они постоянно являются объектом научных исследований. Особенно явно интерес к их деятельности вырос после создания в России в 2021 году Ассоциации студенческих патриотических клубов «Я горжусь» [6]. Однако комплексных исследований, раскрывающих потенциал студенческого патриотического клуба как инструмента именно учебного вовлечения в специфику курса ОБЗР, недостаточно. Часто клубная работа рассматривается отдельно от учебного процесса, что снижает ее дидактический эффект. Сформировалось противоречие между высоким воспитательным и мотивационным потенциалом патриотических клубов (проектная деятельность, соревнования, реконструкции, волонтерство) и их недостаточной методической интеграцией в обязательный учебный курс ОБЗР. Устранив данное методологическое противоречие возможно справиться с проблемой преобладания репродуктивных методов обучения в рамках аудиторных занятий и добиться более глубокого вовлечения студентов в содержание курса «Основы безопасности и защиты Родины» (табл. 1).

Проблема исследования заключается в определении организационно-педагогических условий, при которых деятельность студенческого патриотического клуба становится фактором устойчивого вовлечения студентов в учебную деятельность по программе ОБЗР. Цель данной статьи – представить отдельные элементы модели вовлечения студентов в учебную деятельность по курсу ОБЗР посредством их участия в работе патриотического клуба. В дальнейшем развитии данного исследования появиться возможность описать практические результаты его апробации и теоретическое описание примененной модели.

В качестве объекта исследования мы определили формы и методы вовлечения студентов в учебную деятельность через активность в студенческом патриотическом клубе. Предметом исследования является процесс обучения основам безопасности и защиты Родины в профессиональной образовательной организации. Гипотеза исследования: систематическое включение студентов в социально-значимые и соревновательные мероприятия клуба (военно-прикладные игры, тактическая подготовка, шефская работа, историческое моделирование) позволит снизить долю формального отношения к курсу ОБЗР, повысить внутреннюю учебную мотивацию и качество освоения практических разделов программы.

Исследование опирается на деятельностный подход, сформулированный классиками отечественной науки Л.С. Выготским [7], А.Н. Леонтьевым [8], теорию развития познавательного интереса Г.И. Щукиной [9] и концепции интеграции формального и неформального образования. Научное значение работы состоит в развитии исследований, позволяющих расширить применение принципа «двойного кодирования» содержания ОБЗР, когда каждая учебная тема получает свое событийное и проектное продолжение в повестке патриотического клуба. Практическая значимость определяется возможностью тиражирования практики и использования подхода преподавателями-организаторами ОБЗР, руководителями патриотических клубов и заместителями директоров по воспитательной работе в системе среднего профессионального и высшего образования.

Для наглядного обоснования целесообразности работы было проведено сравнение изучаемых материалов и тем в курсе ОБЗР и учебной программы Студенческого Патриотического Клуба Ярославского государственного технического университета.

Таблица 1. Примеры форм учебной и внеучебной работы по отдельным модулям программы «Основы безопасности и защиты Родины»

Модули предмета «Основы безопасности и защиты Родины»	Форма занятия в рамках образовательной программы	Форма деятельности студенческого патриотического клуба
Модуль №1. Безопасное и устойчивое развитие личности, общества, государства	Урок-лекция «Роль правоохранительных органов и специальных служб в обеспечении национальной безопасности»	Экскурсия в музей истории милиции УМВД России по Ярославской области. Командный квиз по военной истории России.
Модуль №2. Военная подготовка. Основы военных знаний	Лекция-презентация Основные образцы вооружения и военной техники Вооруженных Сил Российской Федерации (основы технической подготовки и связи)	Интерактивная выставка «Виды оружия ВС РФ и подразделений специального назначения». Военно-спортивная тактическая игра.
Модуль №5 «Безопасность на транспорте»	Урок-лекция «Правила безопасного поведения на транспорте»	Практическое занятие «Применение современных БПЛА военного и гражданского назначения». Мастер-класс по управлению БПЛА с помощью симулятора.
Модуль №8 «Основы медицинских знаний. Оказание первой помощи»	Видео-урок о правилах оказания первой помощи	Практическое занятие по тактической медицине. Командные соревнования по оказанию первой помощи.

Таким образом, можно сделать вывод, что направления деятельности студенческого патриотического клуба и их наполнение в рамках учебной программы не только в значительной степени соответствуют программе обучения по предмету «Основы безопасности и защиты Родины» по всем основным модулям и темам, но и расширяют и углубляют их содержание. Учитывая неформальную атмосферу, эмоциональную вовлеченность, прикладной характер и высокую мотивированность участников студенческого патриотического клуба, можно предположить, что темп изучения учебного материала в рамках предмета и его усвоение повышаются в сравнении со стандартной логикой изучения обязательной учебной программы курса ОБЗР. Считаем, что, вовлекая студентов в деятельность патриотического клуба, мы можем повысить их интерес к обучению и результаты освоения учебного материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) О внесении изменений в некоторые приказы Минобрнауки России и Минпросвещения России, касающихся федеральных государственных образовательных стандартов основного общего и среднего общего образования: приказ Минпросвещения России от 27.12.2023 г. № 1028.
- 2) Вырщиков, А.Н. Патриотическое воспитание молодёжи в современном российском обществе: монография / А.Н. Вырщиков, М.Б. Кусмарцев. – Волгоград: Изд-во ВГАПК РО, 2006. – 172 с.
- 3) Лутовинов, В.И. Патриотическое воспитание подрастающего поколения новой России: монография / В.И. Лутовинов. – М.: Изд-во РАГС, 2007. – 224 с.
- 4) Зимняя, И.А. Педагогическая психология: учебник для вузов / И.А. Зимняя. – 2-е изд., доп., испр. и перераб. – М.: Логос, 2004. – 384 с.
- 5) Маркова, А.К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте: пособие для учителя / А.К. Маркова. – М.: Просвещение, 1983. – 96 с.
- 6) Я горжусь: [сайт]. – URL: <https://ягоржусь.рус> (дата обращения: 01.04.2026).
- 7) Выготский, Л.С. Психология развития человека / Л.С. Выготский. – М.: Смысл; Эксмо, 2005. – 1136 с. – (Библиотека всемирной психологии).
- 8) Леонтьев, А.Н. Деятельность. Сознание. Личность / А. Н. Леонтьев. – 2-е изд., стер. – М.: Смысл; Академия, 2005. – 352 с.
- 9) Щукина, Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательного интереса учащихся / Г.И. Щукина. – М.: Педагогика, 1988. – 208 с.

ТРУДОУСТРОЙСТВО ВЫПУСКНИКОВ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОФОРИЕНТАЦИОННЫЙ АСПЕКТ

Е.А. Рябуха

Научный руководитель – Н.А. Личак, д-р культурологии, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается влияние профориентационных мероприятий на трудоустройство выпускников среднего профессионального образования.

Ключевые слова: выбор профессии, работодатель, трудоустройство, специальность, профориентация, специальное профессиональное образование

EMPLOYMENT OF GRADUATES OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION: CAREER GUIDANCE ASPECT

Е.А. Ryabukha

Scientific Supervisor – N.A. Lichak, Doctor of Culturology, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The influence of career guidance measures on the employment of graduates of secondary vocational education is considered.

Keywords: choice of profession, employer, employment, specialty, career guidance, special professional education

Выбор своей будущей профессии – важный и серьезный этап в жизни каждого студента. Данный шаг повлияет на будущее каждого студента, который мечтает и верит, что его профессия подходит для него и принесет только удовольствие и пользу [4]. Но в настоящее время многие студенты, закончившие свое обучение по программам среднего профессионального образования (СПО), все чаще выбирают сферу своей профессиональной деятельности не по полученной в колледже специальности. Рассмотрим все аспекты и причины сложившейся ситуации. Целью данной статьи является изучение и выявление профориентации на трудоустройство выпускников среднего профессионального образования.

Рассматриваемая проблема достаточно актуальна исходя из слов Президента Российской Федерации В.В. Путина: «Для нас в высшей степени важно, чтобы процесс подготовки высококлассных специалистов был тесно связан с рынком труда и с работодателями – с теми, кто ждет специалистов высокого класса на своих предприятиях. Потому что развиваться крупным, особенно высокотехнологичным предприятиям без этих кадров невозможно. И по программам, которые государство для себя верстает, где-то в течение ближайших трёх лет мы должны подготовить миллион таких специалистов» [1].

Вместе с тем работодатели отмечают важную проблему – отказ студентами от работы по специальности после получения диплома в колледже. Глава Минтруда РФ А. Котляков пояснил, что, анализируя ситуацию с трудоустройством выпускников вузов и колледжей, «мы четко видим и понимаем, что у нас есть проблемы с трудоустройством по специальности. То есть мы в принципе сегодня имеем перекося в экономике с тем, что мы готовим специалистов, которые не могут себя найти на рынке» [2, 3]. Министр отметил, что данный перекося следует устранять через систему планирования и прогнозирования трудоустройства [5].

Можем предположить, что обучающиеся, окончившие колледж по специальности, отказываются от работы по своему направлению подготовки по той причине, что в современных учреждениях СПО проводится недостаточная профориентационная работа, а ее отсутствие приводит к разочарованию в выбранной профессии.

В феврале 2026 г. был проведен опрос среди обучающихся колледжей Ярославской области, в котором приняли участие более 100 студентов с 1 по 4 курсы. Студентам СПО были заданы вопросы, связанные с особенностями будущего трудоустройства по специальности.

Согласно результатам исследования, большинство студентов (71,7%) поступили в колледж на выбранную специальность по собственному желанию, 78,7% опрошенным

нравится обучаться по выбранному направлению подготовки. Все респонденты, поступая, считали специальность перспективной.

Однако 40,1% студентов не принимали участия в профориентационных мероприятиях по двум причинам.

Во-первых, данные мероприятия не проводились в колледже (23,6%). Во-вторых, студенты просто не посещали такие занятия (16,5%). Кроме того, 28,3% обучающихся колледжей ничего не знают о своих будущих работодателях. Возможно, это объясняет, что более 30% студентов СПО или не задумывались о работе по выбранной специальности (22%), или не планируют трудоустроиваться по направлению подготовки (8,7%).

В ходе свободного интервью студенты отвечали, что после окончания колледжей не намереваются делать свой профессиональный выбор в пользу полученной специальности, выделяя четыре основные причины – «личные причины» и «смена приоритетов» (19,7%), «разочарование в выбранной профессии» (18,9%), «недостаток практического опыта» (16,2%) и «низкая заработная плата» (15,1%).

В заключении отметим, что наша гипотеза частично доказана. Необходимо понимать, что значимость профориентационной работы достаточно высока. Это связано с несистемной, формальной профориентацией еще в школах, которая не помогает учащимся осознать выбор профессии и найти способ реализации своих склонностей на рынке труда. Чтобы избежать потерь, необходима ранняя профориентационная работа с молодёжью до поступления в колледж и на первом курсе во время обучения, чтобы в будущем причины отказа студентов от работы по специальности исчезли, как в количественном, так и в качественном аспектах, что безусловно поможет в решении существующего кадрового дефицита и укрепит экономику нашей страны.

Социальная ответственность колледжа состоит в формировании образовательной потребности, воздействовать на выбор обучающихся, информировать потенциального потребителя о том, какие профессии будут востребованы через пять-шесть лет на рынке труда с учетом тенденций развития экономики. Помимо этого, колледж должен активно формировать позитивный имидж, опираясь на заслуженное доверие со стороны потребителей. Через знакомство с колледжем возникает интерес к нему, а у многих – желание учиться именно здесь.

Формирование системы профориентационной работы действительно важно и значимо. Единая система мониторинга образовательных потребностей, формирование механизма управления кадровым потенциалом позволит не только оперативно реагировать на изменения, происходящие на рынке труда, но и прогнозировать ситуацию на нем, и в итоге готовить именно тех специалистов, которые будут востребованы через пять-шесть лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Встреча с победителями и наставниками Всероссийского чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы». – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/transcripts/73019?ysclid=mnacw1ksj80356664> (дата обращения: 22.03.2026).

2) Астапенкова, Т. Глава Минтруда заявил о проблемах с трудоустройством выпускников по специальности // Учительская газета. – URL: Глава Минтруда заявил о проблемах с трудоустройством выпускников по специальности – Учительская газета (дата обращения: 22.03.2026).

3) Нестеренко, М.И. Популяризация рабочих профессий среди молодёжи / М.И. Нестеренко // Альманах мировой науки. – 2019. – № 8 (34). – С. 50-51.

4) Стародубов, С.М. Технологии популяризации рабочих профессий / С. М. Стародубов // Традиции и инновации в образовании: сборник статей юбилейной XX Международной научно-практической конференции. Посвящается 85-летию ЛОИРО, Санкт-Петербург, 30 марта 2017 года / Научные редакторы О.В. Ковальчук, В.П. Панасюк, А.Е. Марон. – СПб.: Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования "Ленинградский областной институт развития образования", 2017. – С. 463-467.

5) Коммуникационная стратегия по популяризации рабочих профессий и Всероссийского чемпионатного движения по профессиональному мастерству / Н.В. Малкина, А.С. Кузнецова, А.А. Фокина, Е.Н. Демидова. – М.: Институт развития профессионального образования, 2025. – 19 с.

6) Современные подходы к оценке трудоустройства выпускников системы спо: трудности и возможные пути решения/ А.О. Полушкина, В.П. Поневаж, Л.Ю. Бедарева, Е.В. Ломтева // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2021. – №5. – URL: <https://clck.ru/ZvYLh> (дата обращения: 22.03.2026).

ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ОБЩЕСТВЕННАЯ АККРЕДИТАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ: ПРОЦЕДУРЫ, ОЦЕНКА И ДОКУМЕНТАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

О.Д. Сердцева

Научный руководитель – **С.И. Моднов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается профессионально-общественная аккредитация как инструмент управления качеством образования. Раскрываются сущность и основные особенности процедуры профессионально-общественной аккредитации, её роль в независимой оценке образовательных программ и обеспечении их соответствия требованиям профессионального сообщества и рынка труда. Анализируется значение профессионально-общественной аккредитации для повышения качества образовательной деятельности и совершенствования системы оценки образовательных результатов. Особое внимание уделяется роли документационного обеспечения в реализации процедуры аккредитации.

Ключевые слова: профессионально-общественная аккредитация, управление качеством образования, образовательная программа, процедура аккредитации, документационное обеспечение, образовательный процесс, профессиональные стандарты, рынок труда, образовательная организация

PROFESSIONAL AND PUBLIC ACCREDITATION AS AN EDUCATIONAL QUALITY MANAGEMENT TOOL: PROCEDURES, ASSESSMENT AND DOCUMENTATION SUPPORT

O.D. Serdtseva, S.I. Modnov

Scientific Supervisor – **S.I. Modnov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Professional and public accreditation is considered as an instrument of education quality management. The article reveals the essence and main features of the professional and public accreditation procedure, its role in the independent evaluation of educational programs and ensuring their compliance with the requirements of the professional community and the labor market. The article analyzes the importance of professional and public accreditation for improving the quality of educational activities and improving the educational results assessment system. Special attention is paid to the role of documentation support in the implementation of the accreditation procedure.

Keywords: professional and public accreditation, quality management of education, educational program, accreditation procedure, documentation support, educational process, professional standards, labor market, educational organization

Профессионально-общественная аккредитация (ПОА) является инструментом внешней оценки качества образовательных программ, обеспечивающим их соответствие требованиям профессионального сообщества и современного рынка труда. Основной задачей ПОА выступает установление степени соответствия содержания, условий реализации и результатов подготовки обучающихся актуальным профессиональным стандартам и ожиданиям работодателей. В соответствии с Федеральным законом № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» качество образования определяется как «комплексная характеристика образовательной деятельности и подготовки обучающегося» [8].

Современная система образования требует постоянного совершенствования механизмов контроля и оценки качества. В этом контексте ПОА выполняет не только контрольную, но и развивающую функцию. Как отмечает А.А. Факторович, профессионально-общественная аккредитация выступает «инструментом управления качеством профессионального образования» [9], позволяя не только фиксировать уровень подготовки, но и формировать направления его повышения.

Процедура профессионально-общественной аккредитации включает несколько последовательных этапов. На подготовительном этапе образовательная организация формирует пакет документов, отражающих реализацию образовательной программы. В него входят учебные планы, рабочие программы дисциплин, сведения о кадровом составе и материально-техническом обеспечении. По мнению А.В. Новикова и Д.Н. Слабкой, «документационное обеспечение аккредитации является основой для проведения объективной экспертной оценки» [6].

Следующим этапом является проведение внешней экспертизы. Экспертная комиссия, включающая представителей профессионального сообщества и работодателей, анализирует представленные материалы, а также проводит оценку условий реализации образовательной программы. В рамках данного этапа особое внимание уделяется соответствию содержания обучения требованиям профессиональных стандартов и практической направленности подготовки. Как подчёркивает С. С. Квашнин, участие работодателей «обеспечивает связь образовательного процесса с реальными условиями профессиональной деятельности» [4].

Завершающим этапом является формирование экспертного заключения, в котором фиксируются результаты оценки, выявленные недостатки и рекомендации по совершенствованию образовательной программы. Данный этап имеет важное значение для дальнейшего развития образовательной организации и повышения качества образовательной деятельности.

Качество образования рассматривается как комплексная характеристика, включающая уровень знаний, сформированность компетенций и готовность выпускников к профессиональной деятельности. Как отмечают А.И. Герасимов, А.Г. Михалев и В.А. Соловьёв, профессионально-общественная аккредитация позволяет «оценить не только формальные показатели, но и реальные результаты подготовки специалистов» [3].

Существенную роль в обеспечении качества образования играет материально-техническая база образовательной организации. Наличие современного оборудования, лабораторий и программного обеспечения способствует формированию практических навыков и повышает эффективность образовательного процесса. В научных исследованиях подчёркивается, что уровень материально-технического обеспечения напрямую влияет на качество подготовки специалистов [5].

Неотъемлемой частью профессиональной подготовки является производственная практика, которая позволяет обучающимся закрепить теоретические знания и адаптироваться к условиям будущей профессиональной деятельности. Взаимодействие с работодателями в данном процессе способствует более точному учёту требований рынка труда и повышению конкурентоспособности выпускников.

Особое значение в рамках ПОА имеет документационное обеспечение. Оно включает нормативные и локальные акты образовательной организации, отчёты, учебные программы и иные материалы, подтверждающие реализацию образовательного процесса. Как отмечают А.В. Новиков и Д.Н. Слабая, «полнота и достоверность документации является одним из критериев успешного прохождения аккредитации» [6].

В рамках профессионально-общественной аккредитации особое внимание уделяется специфике образовательных программ различных направлений подготовки. Для направления 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» оценка качества имеет выраженную прикладную направленность, поскольку программа ориентирована на подготовку педагогических кадров для системы среднего профессионального и дополнительного образования, а также специалистов, способных осуществлять практико-ориентированное обучение. Контекстное обучение рассматривается как эффективный подход к формированию профессиональных компетенций через моделирование реальных производственных ситуаций и интеграцию теоретической и практической подготовки [2]. Это позволяет обеспечить более высокий уровень готовности выпускников к профессиональной деятельности.

Ключевым критерием является сформированность как профессиональных, так и педагогических компетенций, включая разработку учебно-методических материалов,

проектирование образовательных программ и организацию практико-ориентированного обучения. Дополнительно оценивается эффективность баз практик и уровень их интеграции с образовательным процессом [1].

Дополнительно оценивается эффективность взаимодействия с работодателями и организациями-партнёрами, что соответствует современным требованиям системы профессионального образования. Как отмечается в научной литературе, участие работодателей в проектировании и оценке образовательных программ обеспечивает их соответствие реальным условиям профессиональной деятельности [6].

Таким образом, проведение ПОА на кафедрах, реализующих направление «Профессиональное обучение (по отраслям)», имеет специфические особенности, обусловленные двойственной направленностью подготовки – педагогической и отраслевой, что требует комплексного подхода к оценке качества образовательных программ.

Дополнительным аспектом реализации ПОА является обеспечение прозрачности образовательной деятельности. Открытость информации о результатах аккредитации способствует формированию доверия со стороны профессионального сообщества и повышает репутацию образовательной организации. В условиях конкуренции на рынке образовательных услуг данный фактор приобретает особое значение.

Также важным элементом является использование современных цифровых технологий. Электронные образовательные ресурсы, системы управления обучением и цифровые базы данных позволяют повысить объективность оценки и упростить процедуру сбора информации. Это делает процесс аккредитации более эффективным и прозрачным.

Таким образом, профессионально-общественная аккредитация представляет собой комплексный механизм управления качеством образования, включающий оценку образовательных программ, анализ результатов обучения, экспертизу условий реализации и документационного обеспечения. Её применение способствует повышению качества образовательной деятельности, развитию образовательных организаций и обеспечению соответствия подготовки специалистов современным требованиям рынка труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Метелькова, Е.А. Профессионально-общественная аккредитация образовательных программ как механизм развития профессиональных образовательных организаций / Е.А. Метелькова // Инновационная наука. – 2015. – Т. 2, № 4. – С. 116-119. – EDN TTXRSX..
- 2) Вербицкий, А.А. Контекстное обучение в компетентном подходе // Высшее образование в России. – 2006. – № 11. С. 39-46.
- 3) Герасимов, А.И. Профессионально-общественная аккредитация как средство оценки качества образовательных услуг / А.И. Герасимов, А.Г. Михалев, В.А. Соловьев // Надежность и качество. – 2014. – Т. 1. – С. 268–271.
- 4) Квашнин, С. . Профессионально-общественная аккредитация образовательных программ // Вестник ННГУ. – 2018. – № 4. – С. 139–145.
- 5) Проблемы профессионально-общественной аккредитации программ дополнительного профессионального образования и перспективы её внедрения / Т.В. Матвеева, Н.В. Машкова, О.Н. Ткачева, О.Г. Сафина // Образование и наука. – 2015. – № 1. – С. 137–150.
- 6) Новиков, А.В. Профессионально-общественная аккредитация образовательных программ: монография / А.В. Новиков, Д.Н. Слабкая. – М.: КноРус, 2021. – 154 с.
- 7) Приказ Минобрнауки России от 15.01.2014 № 14 «Об утверждении показателей мониторинга системы образования». – URL: <https://base.garant.ru/71787160/>
- 8) Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/
- 9) Факторович, А.А. Профессионально-общественная аккредитация образовательных программ как инструмент управления качеством профессионального образования // ДПО в стране и мире. – 2015. – № 6–7. – С. 1-4.

СТРУКТУРА И КОМПОНЕНТЫ ДИДАКТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

А.А. Смирнова

Научный руководитель – **И.Ю. Тарханова**, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского

В статье рассматривается структура дидактической компетентности преподавателя технического вуза в условиях модернизации инженерного образования. На основе анализа научных подходов уточняется содержание данного понятия и обосновывается выделение его основных компонентов: когнитивного, операционально-деятельностного, мотивационно-ценностного, коммуникативного, рефлексивного и инновационного. Показано, что их взаимосвязь обеспечивает эффективную организацию образовательного процесса и повышение качества подготовки будущих инженеров.

Ключевые слова: дидактическая компетентность, преподаватель технического вуза, инженерное образование, структура компетентности, компоненты дидактической компетентности, профессиональная подготовка, модернизация образования

STRUCTURE AND COMPONENTS OF THE DIDACTIC COMPETENCE OF A TECHNICAL UNIVERSITY TEACHER

A.A. Smirnova, I.Y. Tarkhanova

Scientific Supervisor – **I.Y. Tarkhanova**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

K.D. Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University

The article examines the structure of the didactic competence of a technical university teacher in the context of the modernization of engineering education. Based on an analysis of scholarly approaches, the content of this concept is being clarified and the main components are substantiated: cognitive, operational-activity, motivational-value, communicative, reflective, and innovative. It is shown that their interrelation ensures the effective organization of the educational process and improves the quality of future engineers' training.

Keywords: didactic competence, technical university teacher, engineering education, competence structure, components of didactic competence, professional training, modernization of education

Современный этап развития высшего образования характеризуется существенными изменениями в содержании, технологиях и результатах профессиональной подготовки. Особенно заметно данные изменения проявляются в системе инженерного образования, ориентированной на подготовку специалистов, способных эффективно действовать в условиях технологических, экономических и социальных трансформаций. В этой связи особое значение приобретает профессионализм преподавателя технического вуза, важной составляющей которого выступает дидактическая компетентность.

Сегодня преподаватель технического вуза должен не только обладать глубокими специальными знаниями, но и быть готовым к проектированию образовательного процесса на основе современных дидактических подходов, цифровых инструментов, практико-ориентированных и междисциплинарных форм обучения. В свою очередь, это обуславливает необходимость более точного осмысления сущности и структуры дидактической компетентности как одного из ключевых факторов качества подготовки будущих инженеров.

Цель статьи заключается в уточнении структуры дидактической компетентности преподавателя технического вуза и характеристике ее основных компонентов с учетом специфики современной инженерной подготовки.

В научной литературе дидактическая компетентность рассматривается как многокомпонентное и интегративное образование, связанное со способностью педагога эффективно организовывать образовательный процесс. Различные исследователи предлагают собственные подходы к определению ее структуры, акцентируя внимание на мотивационных, когнитивных, проектировочных, технологических, рефлексивных и личностных аспектах.

Так, Е.В. Храмова выделяет мотивационно-ценностный, конструктивно-проектировочный, практико-преобразующий и рефлексивно-оценочный компоненты дидактической компетентности преподавателя вуза. Особое значение исследователь придает мотивационно-ценностному компоненту, определяющему готовность преподавателя к осмыслению, развитию и реализации собственных профессиональных замыслов в образовательной деятельности [5]. Конструктивно-проектировочный компонент связывается со способностью организовывать обучение на основе современных технологий, а практико-преобразующий – с умением воплощать теоретические знания в образовательной практике. Рефлексивно-оценочный компонент отражает способность преподавателя к самоанализу и оценке результатов собственной деятельности.

Л.З. Тархан рассматривает дидактическую компетентность как интегративное качество личности инженера-педагога, включающее деятельностный, когнитивный, операционно-технологический, личностный, ценностно-мотивационный и рефлексивный компоненты [4]. Данный подход представляет особую ценность для нашего исследования, поскольку учитывает не только знаниевую и операциональную стороны педагогической деятельности, но и личностные характеристики преподавателя.

М.Е. Акмамбетова трактует дидактическую компетентность как системное качество педагога, состоящее из теоретической, технологической и оценочной подструктур [1]. С.Н. Горычева связывает ее с интеграцией представлений педагога о себе как о субъекте профессиональной деятельности, информационно-инструментальной готовностью к организации учебного процесса и профессионально-деятельностным сознанием [2]. В.В. Ильин, Н.В. Демина и Л.В. Сабанова выделяют когнитивный, мотивационно-ценностный, операционно-деятельностный, рефлексивно-оценочный и индивидуально-творческий компоненты, а Т.В. Штыкова в составе коммуникативно-дидактической компетентности акцентирует внимание на коммуникативно-личностном, дидактическом и гностическом компонентах [3, 6].

Несмотря на различия в исследовательских позициях, большинство авторов сходятся в том, что дидактическая компетентность представляет собой целостное интегративное образование, включающее когнитивные, деятельностные, мотивационно-ценностные, рефлексивные, личностные и творческие характеристики. Вместе с тем специфика деятельности преподавателя технического вуза требует уточнения данной структуры с учетом задач инженерного образования, цифровизации, междисциплинарности и практико-ориентированности подготовки.

Под дидактической компетентностью преподавателя технического вуза, по нашему мнению, целесообразно понимать интегративное качество личности, включающее совокупность когнитивного, операционально-деятельностного, мотивационно-ценностного, коммуникативного, инновационного и рефлексивного компонентов, обеспечивающих успешную организацию образовательного процесса, направленного на достижение высокого уровня профессиональной подготовки студентов с учетом современных вызовов модернизации инженерного образования.

В отличие от более традиционных подходов, данное понимание подчеркивает значимость способности преподавателя интегрировать современные дидактические технологии в образовательную практику с учетом специфики инженерной подготовки.

Анализ научной литературы и специфики профессиональной деятельности преподавателя технического вуза позволяет выделить шесть взаимосвязанных компонентов дидактической компетентности: когнитивный, операционально-деятельностный, мотивационно-ценностный, коммуникативный, рефлексивный и инновационный (табл. 1). Именно такая структура наиболее полно отражает современные требования к преподавателю, осуществляющему подготовку инженерных кадров.

Выбор данных компонентов обусловлен тем, что именно в их совокупности наиболее полно раскрывается содержание дидактической компетентности преподавателя, работающего в условиях современного технического вуза.

Когнитивный компонент включен в структуру как базовый, поскольку без системы психолого-педагогических, методических и специальных знаний невозможны научно обоснованное проектирование и реализация образовательного процесса. Операционно-деятельностный компонент отражает практическую сторону педагогической деятельности и необходим для эффективного применения преподавателем современных методов, форм и технологий обучения в профессиональной подготовке будущих инженеров.

Таблица 1. Структура и компоненты дидактической компетентности преподавателя технического вуза

Компонент	Описание	Примеры
Когнитивный	Включает совокупность знаний в области педагогики, психологии, методики преподавания и современных дидактических концепций. Охватывает теоретические основы образовательного процесса, а также владение информацией о тенденциях в инженерной науке и образовании.	Владение методологией проектирования образовательного процесса, понимание принципов цифровизации образования, знание технологий визуализации сложных инженерных процессов.
Операционно-деятельностный	Включает умения и навыки, направленные на реализацию образовательного процесса. Отражает способность преподавателя разрабатывать, планировать и внедрять современные образовательные программы, обеспечивающие активное участие студентов в обучении.	Создание интерактивных учебных материалов, проведение занятий с использованием проектных методик, организация симуляционных тренингов, внедрение кейсов и групповых заданий в занятия.
Мотивационно-ценностный	Отражает личностное отношение преподавателя к своей профессиональной деятельности. Подразумевает наличие устойчивой мотивации к профессиональному росту, готовность совершенствовать образовательный процесс и формировать у студентов ценностное отношение к профессии.	Осознание значимости своего вклада в подготовку специалистов, активное участие в профессиональных сообществах, формирование у студентов понимания роли инженерной профессии в обществе.
Коммуникативный	Охватывает навыки взаимодействия с обучающимися, коллегами и другими участниками образовательного процесса. Подразумевает умение устанавливать продуктивный диалог, учитывать различия в уровне подготовки студентов и обеспечивать конструктивное общение.	Организация групповых обсуждений, проведение консультаций, управление конфликтами, формирование у студентов навыков общения в профессиональной среде, создание партнерских отношений.
Рефлексивный	Включает способности к анализу собственной педагогической деятельности, выявлению её сильных и слабых сторон. Позволяет преподавателю корректировать образовательные стратегии и обеспечивать их эффективность.	Анализ успехов студентов, пересмотр методик обучения на основе полученной обратной связи, разработка персональных планов по повышению качества преподавания.
Инновационный	Охватывает готовность преподавателя внедрять новейшие технологии, разрабатывать нестандартные подходы к обучению и интегрировать их в образовательный процесс. Способствует созданию учебных программ, отвечающих современным вызовам в инженерном образовании.	Использование технологий дополненной и виртуальной реальности, разработка цифровых курсов, внедрение искусственного интеллекта для оценки успеваемости, проведение занятий с элементами геймификации.

Мотивационно-ценностный компонент рассматривается как внутреннее основание профессиональной деятельности преподавателя, определяющее его отношение к педагогическому труду, готовность к профессиональному росту и стремление к совершенствованию образовательного процесса. Коммуникативный компонент включен в структуру в связи с тем, что деятельность преподавателя технического вуза предполагает постоянное взаимодействие со студентами, коллегами, представителями профессионального

сообщества и работодателями, а следовательно, требует развитых навыков педагогического общения и сотрудничества.

Рефлексивный компонент необходим для анализа и оценки преподавателем собственной деятельности, своевременного выявления профессиональных затруднений и корректировки используемых дидактических решений. Инновационный компонент приобретает особую значимость в условиях цифровизации и модернизации инженерного образования, поскольку отражает готовность преподавателя осваивать и внедрять новые образовательные технологии, обеспечивая тем самым актуальность и практико-ориентированность подготовки студентов.

Следовательно, выделенные компоненты образуют целостную систему, в которой каждый элемент выполняет самостоятельную функцию, но только в единстве с другими обеспечивает высокий уровень дидактической компетентности преподавателя технического вуза. Именно такая структура позволяет учитывать как традиционные основы педагогической деятельности, так и современные требования к подготовке инженерных кадров.

Таким образом, дидактическая компетентность преподавателя технического вуза представляет собой сложное многокомпонентное образование, обеспечивающее эффективную организацию образовательного процесса в условиях современной инженерной подготовки. Анализ научных подходов и учет специфики технического образования позволяют выделить в ее структуре когнитивный, операционально-деятельностный, мотивационно-ценностный, коммуникативный, рефлексивный и инновационный компоненты.

Каждый из названных компонентов выполняет самостоятельную функцию, однако только в единстве они обеспечивают способность преподавателя проектировать, реализовывать и совершенствовать образовательный процесс в соответствии с современными требованиями. Развитие дидактической компетентности преподавателя технического вуза следует рассматривать как одно из ключевых условий повышения качества подготовки инженерных кадров.

Практическая значимость предложенной структуры заключается в возможности ее использования при разработке программ повышения квалификации преподавателей, создании диагностических инструментов оценки профессионального развития и проектировании внутриуниверситетской системы методического сопровождения педагогической деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Акмамбетова, М.Е. Компетентность как деятельностная характеристика специалиста / М.Е. Акмамбетова // Южно-российский вестник геологии, географии и глобальной энергии. – 2006. – № 6 (19). – С. 244-247. – EDN KVDWNP.
- 2) Горычева, С.Н. Развитие дидактической компетентности учителя: пособие / С.Н. Горычева, М.П. Эндзинь. – Великий Новгород: МОУ ПКС Институт образовательного маркетинга и кадровых ресурсов, 2006. – 96 с.
- 3) Ильин, В.В. Условия формирования дидактико-методической компетентности у будущего учителя информатики при изучении программирования / В.В. Ильин, Н.В. Демина, Л.В. Сабанова // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота. – 2009. – №4 (8). – С. 80-86. – URL: <https://rucont.ru/efd/362838> (дата обращения: 22.03.2026).
- 4) Тархан, Л.З. Дидактическая компетентность инженера-педагога: теоретические и методические аспекты: научное издание / Л.З. Тархан; Крымский инженерно-педагогический университет. – Симферополь: Крымучпедгиз, 2008. – 424 с. – EDN JBSVCA
- 5) Храмова, Е.В. К вопросу развития дидактической компетентности преподавателя вуза / Е. В. Храмова // Вестник Новгородского государственного университета. – 2010. – № 58. – С. 51-54. – EDN MUSSPL.
- 6) Штыкова, Т.В. Сотворчество как основа дидактического взаимодействия преподавателя и студентов в процессе обучения иностранному языку / Т. В. Штыкова // Язык и культура: сборник статей XXIX Международной научной конференции, Томск, 16–18 октября 2018 года / отв. ред. С.К. Гураль. Часть 2. – Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2019. – С. 425-429. – EDN AVGZCI.

СУЩНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В СИСТЕМЕ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В.С. Соседенко

Научный руководитель – **С.П. Смирнова**, ассистент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются сущностные особенности информационно-образовательной среды в контексте образовательного процесса в системе среднего профессионального образования.

Ключевые слова: информационно-образовательная среда, среднее-профессиональное образование, цифровизация, электронные образовательные ресурсы

THE ESSENCE OF THE INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT IN THE SYSTEM OF SECONDARY VOCATIONAL EDUCATION

V.S. Sosedenko

Scientific Supervisor – **S.P. Smirnova**, Assistant

Yaroslavl State Technical University

The essential features of the information and educational environment in the context of the educational process in the system of secondary vocational education are considered.

Keywords: information and educational environment, secondary vocational education, digitalization, electronic educational resources

В настоящее время влияние цифровизации на все сферы нашей жизни весьма возросло и образование не стало исключением. Сегодня невозможно представить обучение без использования информационных ресурсов и нынешняя система образования требует внедрения новых образовательных технологий. Необходимым условием успешного обучения в современных условиях является создание информационно-образовательной среды (далее - ИОС), в том числе в учебных заведениях среднего-профессионального образования. Комплексное развитие данной среды, её информационных материалов и удобства использования позволит пользоваться образовательными ресурсами в любое удобное время, будет способствовать развитию у студентов самостоятельности, обеспечит продуктивное использование интернет-ресурсов.

Необходимость наличия информационно-образовательной среды регламентирована в федеральном законе «Об образовании в РФ» (№273-ФЗ) статья 16, часть 3. В данной статье указывается, что при прохождении образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных технологий в организации должны быть созданы все необходимые условия для функционирования информационно-образовательной среды, также данное условие зафиксировано в ФГОС СПО. (п. 7.3.2) [5].

Цель нашего исследования состоит в необходимости теоретически обосновать и выявить необходимые условия для создания информационно-образовательной среды в учебных заведениях среднего профессионального образования, которые позволят сформировать единый целостный источник для адаптированного обучения и позволят повысить качество профессиональной подготовки обучающихся.

Одним из главных аспектов развития среднего профессионального образования, под влиянием постоянного технологического прогресса, является повышение внимания к проблеме подготовки высококвалифицированных кадров в учебных заведениях СПО.

Образование требует постоянной оптимизации и совершенствования теоретических и практических методов обучения. Ключевым для решения данного вопроса становится внедрение в образовательный процесс СПО информационно-образовательной среды.

Приоритетной задачей педагогов, работающих в системе профессионального образования, является создание условий для самореализации и саморазвития обучающихся. При этом огромное влияние на обучение оказывает личностное состояние студента, мотивация получения знаний, открытость и доступность информации. Иногда у студентов возникают проблемы с взаимодействием в коллективе и другие причины, затрудняющие процесс обучения. В подобных случаях одним из вариантов решения данных проблем является использование информационно-образовательной среды.

В современном образовании ИОС рассматривается как многокомпонентная система, включающая в себя:

- информационные ресурсы (цифровые образовательные материалы, электронные библиотеки);
- технические средства (компьютеры, периферийное оборудование, специализированные устройства);
- программное обеспечение (системное, прикладное, специализированное);
- коммуникационные каналы и сервисы;
- субъектов образовательного процесса, включенных в активное взаимодействие с перечисленными компонентами [4].

В современных условиях ИОС любой образовательной организации, занимает одно из ключевых мест при построении учебного процесса, включая в себя три главные разновидности сопровождения: учебно-методическое, техническое, информационное. В связи со сложностью построения и адаптации данной среды к конкретным частным условиям образовательных организаций возникает ряд организационно-методических проблем. Поэтому вопросам разработки, развития и непосредственного внедрения информационно-образовательной среды посвящены работы многих современных педагогов и методистов.

Так, в исследованиях Б.С. Ахметова и Е.И. Бидайбекова предлагается подход, суть которого заключается в рассмотрении информационно-образовательной среды учебного заведения и связанных с ней проблем как комплекса образовательных ресурсов и технологий, направленного на автоматизацию деятельности. В данном контексте особую значимость приобретает многогранность ИОС в разных образовательных учреждениях. При этом зачастую остаются без должного внимания следующие аспекты:

- уровень информационной грамотности преподавателей;
- отсутствие чёткого понимания сущности ИОС у педагогического состава и учащихся;
- привыкание студентов к цифровым инструментам и негативное воздействие компьютерных средств на состояние здоровья;
- жёсткая привязка среды к сети Интернет и ограниченный доступ обучающихся к сети;
- снижение коммуникативных умений [1].

И.Г. Захарова предполагает, что эффективность формирования информационно-образовательной среды в университете напрямую зависит от вовлечённости в данный процесс профессорско-преподавательского состава. При этом особо подчёркивается значимость разработки электронных учебных материалов и их интеграции в существующее образовательное пространство [2].

Е.Б. Стариченко рассматривает ИОС, как комплекс электронных инструментов и программных решений, сформированных на базе актуальных технологий, предназначенных для трансляции учебного контента, а также для упорядочивания и реализации образовательного процесса. При этом автор акцентировал внимание на важности учета становления профессиональной компетентности будущего выпускника [3].

Анализ представленных выше работ позволяет выявить, что активное применение информационно-коммуникационных технологий при построении информационно-образовательной среды вуза открывает дополнительные ресурсы и ориентиры для развития системы образования в целом. Данное направление работы представляет собой технологический процесс, в рамках которого все информационные ресурсы учебного процесса объединяются в цифровом виде и становятся доступными для каждого обучающегося. В нынешних реалиях подобный подход выступает в качестве необходимого этапа модернизации образования.

Таким образом, в условиях цифровизации среднего профессионального образования применение информационно-образовательной среды для достижения главной составляющей, формирования профессиональных компетенций у студентов, позволяет выделить следующие преимущества:

- постоянный доступ к электронным образовательным материалам для организации самостоятельного обучения;
- возможность персонализации интерфейса;
- внедрение современных цифровых технологий в учебный процесс;
- систематическое и доступное расположение информации.

Весомым преимуществом также является возможность применения информационно-образовательной среды в обучении студентов с ограниченными возможностями здоровья, использование данной технологии позволит облегчить восприятие информации и существенно повысить доступность обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Ахметов, Б.С. Учет специфики методических систем обучения при построении информационной образовательной среды вуза / Б.С. Ахметов, Е.Ы. Бидайбеков, А.Г. Казмагамбетов // Вестник МГПУ. Серия: Информатика и информатизация образования. – 2003. – № 1. – С. 121-122.
- 2) Захарова, И.Г. Формирование информационной образовательной среды высшего учебного заведения: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.01 / И.Г. Захарова. – Тюмень, 2003. – 399 с.
- 3) Стариченко, Б.Е. Моделирование компонентов информационно-образовательной среды на основе облачных сервисов / Педагогическое образование в России. – 2014. – №8. – С. 128-132.
- 4) Сэкулич, Н.Б. Интерактивная электронная информационно-образовательная среда университета как средство формирования ИКТ-компетенций студентов: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Н.Б. Сэкулич. – 2018. – 194 с.
- 5) Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 08.08.2024) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ В УСЛОВИЯХ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО И СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.С. Сусанин

Научный руководитель – **С.И. Моднов**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается взаимосвязь технических видов спорта и конструирования беспилотных аппаратов, ранняя профориентационная деятельность, а также образовательная система подготовки специалистов в данной сфере.

Ключевые слова: *технические виды спорта, ранняя профориентация, конструирование беспилотных аппаратов*

FEATURES OF TRAINING UNMANNED AERIAL VEHICLE OPERATORS IN ADDITIONAL AND SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION

A.S. Susanin, S.I. Modnov

Scientific Supervisor – **S.I. Modnov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the relationship between technical sports and the design of unmanned aerial vehicles, early career guidance activities, and the educational system for training specialists in this field.

Keywords: *technical sports, early career guidance, and unmanned vehicle design*

В современном обществе значительную роль заняли беспилотные аппараты воздушного, наземного, наводного и подводного применения. При этом использование беспилотной техники не ограничивается узким кругом функций, а наоборот, очень разнообразно и разнохарактерно. Распространение гражданских беспилотников охватывает различные сферы жизни общества: от разведывательных функций до доставки продуктов питания. Таким образом, становится понятно, что беспилотные аппараты являются уже не научной фантастикой, а реальностью, которая все плотнее будет входить в повседневную жизнь. Это в свою очередь требует наличия не только потребителя услуг беспилотных аппаратов, но и, безусловно, специалистов, разбирающихся в конструкции, устройстве, настройке и управлении беспилотниками. В данной статье наибольшее внимание будет уделено обучению специалистов в области конструирования беспилотных аппаратов.

Проблема, затрагиваемая в данной статье, состоит в определении дефицита профильных учебных организаций, занимающихся ранней профориентацией и дальнейшим обучением специалистов по беспилотным аппаратам.

Актуальность работы состоит в том, что рост применения беспилотных систем в сельском хозяйстве, строительстве, логистике и других сферах формирует высокий спрос на квалифицированных операторов беспилотных аппаратов, что делает актуальным развитие их подготовки в системе среднего профессионального и дополнительного образования.

Авторы статьи выдвигают гипотезу о том, что технические виды спорта, такие как авиа-, авто- и судомоделизм, могут положительно повлиять на сферу беспилотных аппаратов через профориентационную деятельность и развитие технических способностей у обучающихся. Также авторы статьи полагают, что формирование кадрового потенциала страны связано с последовательным обучением по уровням образования: от дополнительного образования в сфере беспилотных аппаратов до высшего.

В советские годы были широко распространены авиа-, авто- и судомоделизм. Кружки часто открывались при дворцах пионеров, домах юных техников и при крупных предприятиях. Моделизм активно поддерживался государством: его развитием занимались Министерство образования и ДОСААФ (Добровольное общество содействия армии, авиации и флоту) [1]. Также необходимо уточнить, что все вышеперечисленные виды моделизма являлись и являются по настоящее время техническими видами спорта и связаны с конструированием и настройкой радиоуправляемых моделей, которые, по своей сути, являются беспилотными аппаратами.

Таким образом, важнейшим фактором ранней профессиональной ориентации в деле подготовки специалистов по беспилотным аппаратам является развитие и популяризация технических видов спорта на территории нашей страны, главным образом, среди детей и подростков.

После распада СССР многие кружки закрылись из-за сокращения финансирования и изменения приоритетов в образовании. Однако в последние годы наблюдается возрождение интереса к техническим видам спорта.

Авиамоделизм продолжает развиваться, хотя и не достиг прежнего масштаба. Действует Федерация авиамodelьного спорта России. Проводятся соревнования, открываются новые кружки, особенно в крупных городах [2]. Автомоделизм также сохраняется. Существует Федерация автомodelьного спорта России (ФАМС), которая организует чемпионаты и первенства. Кружки автомodelизма можно найти в учреждениях дополнительного образования, технических университетах и спортивных клубах. Судомodelизм менее популярен. Федерация судомodelьного спорта России объединяет региональные отделения, но масштаб деятельности значительно уступает советскому периоду.

Таким образом, можно вывести общие тенденции в развитии технических видов спорта. Они приведены ниже.

1. Сокращение числа кружков после 1990-х годов из-за экономических трудностей и изменения образовательной системы.

2. Возрождение интереса в 2020-х годах, связанное с развитием технологий, интересом к беспилотным аппаратам и инициативами федеральных и региональных организаций.

3. Региональные различия: в крупных городах и центрах технического образования кружки сохраняются и открываются новые, в малых городах и регионах ситуация сложнее.

Несмотря на неоднозначную ситуацию с техническими видами спорта потребность в квалифицированных специалистах по беспилотным аппаратам не только осталась, но и увеличилась за последние 4 года. В сферу подготовки кадров активно подключились учреждения среднего профессионального образования. Так, например, при Ярославском государственном техническом университете открылся колледж «Политехник», осуществляющий (помимо прочих) образовательную деятельность по специальности 25.02.08 «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» [5].

Дальнейшее развитие специалистов в сфере беспилотных аппаратов предполагает получение профильного высшего образования. Так, например, существует программа бакалавриата «Инновационные технологии беспилотных систем» (27.03.05) в РТУ МИРЭА направлена на подготовку специалистов, способных применять инновационные технологии для управления беспилотными системами, проектировать и эксплуатировать цифровую инфраструктуру для их управления. Обучение проводится в Институте перспективных технологий и индустриального программирования. Учебный план включает четыре модуля: «Беспилотные аппараты», «Инновационные технологии», «Цифровая инфраструктура», «Управление беспилотными системами». Каждый модуль обеспечен профильными дисциплинами, что расширяет возможности для трудоустройства выпускников [4].

Не стоит думать, что образование в этой сфере заканчивается на уровне бакалавриата. В нашей стране действуют направления подготовки магистров, профессионально

занимающихся беспилотниками. Например, в Университете МИСИС ведется образовательная деятельность по магистерской программе «Инжиниринг и программирование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)». Программа ориентирована на подготовку специалистов, способных проектировать, программировать и внедрять автономные авиационные системы. Студенты изучают аэродинамику, механику полёта, композитные материалы, основы микроконтроллерной техники и управление техническими устройствами. Особое внимание уделяется разработке ПО (программного обеспечения), включая алгоритмы автономного полёта, компьютерное зрение, машинное обучение. Практическая часть включает моделирование, тестирование в симуляторах и полевые испытания [3].

Развитие беспилотных технологий – важнейший аспект, формирующий устойчивый спрос на квалифицированных специалистов. Возрождение технических видов спорта (авиа-, авто- и судомоделизма) может стать эффективным инструментом ранней профориентации и развития технических навыков у молодёжи. При этом после спада 1990-х годов наблюдается постепенное возрождение интереса к таким кружкам – особенно в крупных городах, хотя масштабы пока не достигли советского уровня. Система образования адаптируется: появляются программы среднего профессионального и высшего образования (бакалавриат и магистратура) по направлениям, связанным с беспилотными аппаратами. Таким образом, для обеспечения отрасли кадрами необходима целостная образовательная траектория – от дополнительного образования вплоть до вузовской подготовки, опирающаяся на традиции технического творчества и современные учебные программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Воронков, Ю.С. Что способствовало условиям развития авиамоделлизма в США и СССР . – URL: https://taganrog-avia.ru/aeroclub/aviamodels_USSR_USA.pdf (дата обращения: 07.04.2026).
- 2) Суздалева, Е.А. Авиамоделли – не игрушки / Е.А. Суздалева, А.О. Марченков. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aviamodeli-ne-igrushki> (дата обращения: 07.04.2026).
- 3) Магистерская программа «Инжиниринг и программирование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА)» / Университет МИСИС. – URL: <https://misis.ru/applicants/admission/magistracy/faculties/prikladnayainformatikamag/drone/> (дата обращения: 07.04.2026).
- 4) Программа бакалавриата «Инновационные технологии беспилотных систем (27.03.05)» / РТУ МИРЭА. – URL: https://priem.mirea.ru/guide-direction?direction_id=1915 (дата обращения: 07.04.2026).
- 5) Программа среднего профессионального образования 25.02.08 «Эксплуатация беспилотных авиационных систем» / Ярославский государственный технический университет. – URL: <https://www.ystu.ru/admissions/programms/spo/25-02-08-ekspluatatsiya-bespilotnykh-aviatsionnykh-sistem/> (дата обращения: 07.04.2026).

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНЫЙ КУРС ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ»
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ**

А.А. Теплякова

Научный руководитель – **А.В. Косоурихина**, канд. пед. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается специфика структуры и содержания обучения по дисциплине «Методика профессионального обучения» для студентов педагогических направлений подготовки посредством использования электронного учебного курса.

Ключевые слова: методика профессионального обучения, структура дисциплины, электронный учебный курс, компоненты процесса обучения

**ELECTRONIC TRAINING COURSE ON THE SUBJECT
"METHODOLOGY OF PROFESSIONAL TRAINING"
STUDENTS OF PEDAGOGICAL TRAINING**

A.A. Teplyakova

Scientific Supervisor – **A.V. Kosourikhina**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article examines the specifics of the structure and content of training in the discipline "Methodology of professional training" for students of pedagogical training programs through the use of an electronic training course.

Keywords: methodology of professional training, structure of the discipline, electronic training course, components of the learning process

Методика профессионального обучения является важнейшей частью профессиональной подготовки педагогов. Методические знания обслуживают профессиональную деятельность преподавателя и мастера производственного обучения, тесно связаны с приемами, методами этой деятельности и с личностью самого педагога и его творчеством [2]. Особенности структуры методики профессионального обучения являются его содержательный компонент (концептуальная, диагностическая, дидактическая составляющие) и процессуальный компонент, раскрывающийся через мыслительную модель деятельности учащихся и педагога по формированию знаний, умений, навыков и управление этим процессом [1]. Дисциплина нацелена на обучение будущих педагогов построению учебного процесса и обеспечением методического наполнения образовательной среды, поэтому важно уделять особое значение материальной базе данной дисциплины.

Актуальность: на начальных этапах своей деятельности студентам педагогических направлений необходима опора в виде структурированного курса или пособия, которое собрало бы воедино все имеющиеся знания по дисциплине «методика профессионального обучения», сохраняя в себе разнообразные варианты наполнения учебного процесса, но создавая единую логику для указания вектора движения при построении структуры и содержания дисциплины, которые выбирает каждый преподаватель самостоятельно.

Проблема: отсутствие методической литературы для педагогов в виде учебного пособия для студентов, которое могло бы помочь выстроить логику изучения дисциплины для ее дальнейшего наполнения.

Объект: методическая подготовка студентов педагогических направлений.

Предмет: структура и содержание методической подготовки студентов педагогических направлений в формате электронного курса.

Цель: разработать структуру и содержание методической подготовки студентов педагогических направлений в формате электронного курса для его освоения.

Методика профессионального обучения входит в обязательную часть учебного плана, направлена на формирование общепрофессиональных компетенций и профессиональных компетенций. Жестких требований к методам и структуре обучения в нормативной документации нет, с помощью какого педагогического инструмента организовывать учебную деятельность, осуществлять передачу информации, знаний и умений каждый преподаватель определяет самостоятельно. Целью освоения дисциплины является содействие средствами дисциплины овладению обучающимся обязательными профессиональными компетенциями в сфере профессионального обучения, профессионального образования, дополнительного образования для успешного решения задач профессиональной деятельности через формирование целостного представления о методической деятельности, как самостоятельном виде профессиональной деятельности педагога

Конечно, существует большое количество авторов, которые рассматривают содержание дисциплины «Методика профессионального обучения». Например, основой изучения дисциплины долгое время служит классический учебник Эрганова Н.Е. «Методика профессионального обучения» [2], который показывает фундаментальность системно-деятельностного подхода: автор подробно разбирает этапы проектирования учебно-программной документации (учебные планы, программы модулей). Присутствует детализированная глава о методах производственного обучения (инструктаж, упражнения, самостоятельная работа). Однако в данном учебнике может быть недостаточно информации про цифровые симуляторы. Спепанова-Быкова разработала электронное издание «Методика профессионального обучения: курс лекций» [1], которое может послужить базовым теоретическим компонентом электронного учебно-методического комплекса по дисциплине. Данный курс входит в единый сборника наряду с практикумами, учебной программой, методическими указаниями и банком тестовых заданий, что указывает на комплексный подход к подготовке педагогов. Представленные авторы являются примером того, что на данный момент существует многообразие источников информации по дисциплине, начиная нормативной документацией и заканчивая изданиями по конкретным технологиям обучения, поэтому создание электронного курса поможет объединить информацию в целостный информационный блок, который создаст единую базу для понимания структуры дисциплины и вариативность в методах и технологиях обучения. Студентам не хватает единой базы, на который можно было бы опираться при подборе нужной информации и литературы.

Ключевым содержательным элементом дисциплины является понимание основных компонентов процесса и их взаимосвязи. Компонентами являются цели, содержание дисциплины, методы и формы организации учебной деятельности, средства обучения, деятельность педагога и деятельность учащегося. Они являются каркасом, определяющим логику дисциплины «Методика профессионального обучения». Наполнение этих компонентов будет определять как структуру и содержание отдельно взятого занятия, так и всю рабочую программу.

Электронный курс позволит найти материал, самостоятельно его изучить, поможет оптимизировать самостоятельную работу студента для освоения дисциплины, так же он будет способствовать лучшему усвоению дисциплины для студентов, которые ввиду болезни или по ряду других случаев отсутствуют на занятиях.

В курс по дисциплине будут входить следующие разделы: в первую часть обучения будут входить раздел 1 «Нормативная документация среднего профессионального образования» и раздел 2 «Формы, методы и средства обучения и контроля результатов»; во вторую часть войдет раздел 3 «Учебно-программная документация образовательного процесса» и раздел 4 «Дидактическая деятельность преподавателя, подготовка и проведение

учебных занятий». Таким образом, вторая часть конкретизирует и углубляет материал, который будет изложен в первой части. Благодаря созданию и наполнению электронного курса студенты смогут быстро ориентироваться в логике изложения дисциплины и в содержании материала, поэтому изучение дисциплины будет проходить планомерно.

Таким образом, качество подготовки студентов педагогических направлений закладывает основу в будущее образование страны и выпуск квалифицированных специалистов, поэтому важно уделять особое внимание представлению информации для ее лучшего усвоения и обеспечению помощи молодым специалистам в ориентировании среди больших объёмов информации. Дистанционное обучение, которое осуществляется с помощью электронного учебного курса, помогает связать современные технологии и наработанные годами знания.

«Методика профессионального обучения» является основой для дальнейшей деятельности студентов в качестве педагогов, поэтому важно обеспечить удобную структуру материала по дисциплине, для возможности лучшего усвоения, повторения и рефлексии. Для обеспечения доступности дисциплины необходим разработанный курс, включающий в себя материалы лекций, практический занятий и контроля. В таком случае студенты смогут самостоятельно осваивать дисциплину и повторять материал.

Также создания электронного учебного курса способствует более качественному и планомерному освоению большого объема нормативной документации, которую необходимо знать студентам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Степанова-Быкова, А.С. Методика профессионального обучения: курс лекций / А.С. Степанова-Быкова, Т. Г. Дулинец. – Красноярск: ИПК СФУ, 2009. – 299 с.
- 2) Эрганова, Н.Е. Методика профессионального обучения: учебное пособие / Н.Е. Эрганова. – М.: Академия, 2007. – 159 с.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАРТИЦИПАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТОМ В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

И.К. Ткаченко

Научный руководитель – **И.Ю. Тарханова**, д-р пед. наук, профессор

Ярославский государственный педагогический университет им. К.Д. Ушинского

В статье рассматривается педагогический потенциал партисипативного управления университетом в контексте подготовки будущих инженеров. Показано, что участие студентов в обсуждении и реализации значимых университетских инициатив создает условия для развития ответственности, коммуникации, командной работы и субъектной позиции. Особое внимание уделяется роли студенческого самоуправления как элемента образовательной среды технического университета. Обосновывается, что наибольшим педагогическим потенциалом обладают профессионально ориентированные формы студенческой активности, связанные с проектной деятельностью, решением практических задач и участием в развитии университетской среды.

Ключевые слова: партисипативное управление, университет, студенческое самоуправление, подготовка будущих инженеров, педагогический потенциал, образовательная среда, универсальные компетенции

PEDAGOGICAL POTENTIAL OF PARTICIPATORY UNIVERSITY GOVERNANCE IN THE EDUCATION OF FUTURE ENGINEERS

I.K. Tkachenko

Scientific Supervisor – **I.Y. Tarkhanova**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor

K.D. Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University

The article examines the pedagogical potential of participatory university governance in the context of educating future engineers. It is shown that student participation in discussing and implementing significant university initiatives creates conditions for the development of responsibility, communication skills, teamwork, and student agency. Particular attention is paid to the role of student self-government as an element of the educational environment of a technical university. The paper substantiates that professionally oriented forms of student activity associated with project work, practical problem-solving, and participation in the development of the university environment possess the greatest pedagogical potential.

Keywords: participatory governance, university, student self-government, education of future engineers, pedagogical potential, educational environment, universal competencies

В современных условиях подготовка будущего инженера выходит за пределы освоения специальных дисциплин и технологических алгоритмов. Нормативная логика высшего образования прямо связывает результат инженерной подготовки не только с предметно-профессиональной компетентностью, но и со способностью выпускника к проектной деятельности, социальному взаимодействию, выполнению роли в команде и деловой коммуникации. Так, в федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования для инженерно-технических направлений в число универсальных компетенций включены разработка и реализация проектов, командная работа и лидерство, а также коммуникация [5]. Одновременно обновленная Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации актуализирует задачу подготовки кадров, способных обеспечивать технологическое развитие и создавать новые решения для приоритетных направлений страны [6]. В свою очередь, это означает, что университетская среда должна обеспечивать не только передачу знаний, но и включение студентов в практики принятия решений, координации совместной деятельности и ответственности за общий результат.

В этой связи особую значимость приобретает партисипативное управление университетом как форма организации отношений, в которой обучающиеся выступают не объектом административного воздействия, а участниками обсуждения, проектирования и реализации управленческих решений. Е.А. Казаева, анализируя становление понятия партисипативности в менеджменте и образовании, показывает, что его содержательным ядром является участие субъектов в постановке целей, принятии решений, анализе проблем и выборе способов их решения [3]. Существенно, что автор выделяет не только сам факт участия, но и организационные условия его результативности: добровольность включения, регламентированность форм участия, наличие обратной связи, поддержку руководителя и обязательное рассмотрение инициатив. Для педагогики высшей школы это принципиально, поскольку позволяет рассматривать партисипативность не как декларацию демократизации, а как управленческий механизм, формирующий у студентов опыт обсуждения, аргументации, кооперации и ответственности.

Педагогическая продуктивность данного механизма особенно отчетливо проявляется в техническом университете, где профессиональная подготовка будущего инженера требует соединения аналитического мышления, организационной дисциплины и готовности к совместной работе в сложных проектных средах. В исследовании Л.Д. Варламовой студенческое самоуправление рассматривается как условие формирования гуманистической направленности личности будущего инженера; тем самым подчеркивается, что инженерное образование не может быть сведено к освоению сугубо технических операций [1]. В.В. Крапивина, в свою очередь, показывает, что организация студенческого самоуправления должна рассматриваться через системный, деятельностный и личностно-ориентированный подходы и может выступать фактором профессионально-мотивационной подготовки студентов к будущей профессии [4]. Такая постановка вопроса важна, поскольку переводит обсуждение студенческого участия из плоскости внеучебной активности в плоскость профессионального становления.

Значимым для исследования является и уточнение статуса студенческого самоуправления в структуре университетской жизни. Г.С. Инертбаева рассматривает его как форму общественной деятельности студентов и анализирует систему его работы в образовательной организации [2]. В более широком педагогическом контексте студенческое самоуправление определяется как особая форма инициативной деятельности, направленная на решение значимых вопросов жизнедеятельности студенческого сообщества и развитие социальной активности обучающихся. Однако применительно к подготовке будущих инженеров принципиально важно избежать редукции самоуправления к организации досуга, событийной активности и репрезентативным функциям.

Педагогический потенциал партисипативного управления университетом проявляется не в самом факте участия студентов в отдельных формах самостоятельности, а в характере их включенности в решение задач, имеющих значение для образовательной, профессиональной и общественной жизни вуза. Для технического университета данный аспект имеет принципиальное значение, поскольку инженерная деятельность по своей природе связана с коллективной разработкой решений, распределением функций, согласованием позиций, учетом организационных ограничений и ответственностью за результат. Следовательно, участие студентов в управленческих и проектных практиках университета может рассматриваться как особая педагогически организованная среда, в которой осваиваются не только нормы взаимодействия, но и способы профессионального поведения.

В рамках партисипативного управления студент получает опыт, выходящий за пределы исполнительской позиции. Он включается в обсуждение проблем, формулирование предложений, согласование инициатив, оценку ресурсов и последствий принимаемых решений. Такая логика участия особенно значима для подготовки будущих инженеров, поскольку позволяет соотносить профессиональную задачу не только с ее техническим содержанием, но и с социальным контекстом ее реализации. Именно в этом случае студенческое самоуправление перестает быть периферийным элементом воспитательной

работы и начинает выполнять функцию педагогического механизма, обеспечивающего развитие универсальных компетенций.

Содержательно педагогический потенциал партисипативного управления в техническом университете раскрывается через несколько взаимосвязанных направлений.

Во-первых, участие в органах студенческого самоуправления и совместных управленческих практиках формирует у обучающихся опыт коллективного принятия решений. Для будущего инженера это особенно важно, поскольку современная инженерная деятельность осуществляется в командах, где необходимы умения аргументировать позицию, соотносить частные решения с общей целью проекта, учитывать мнение других участников и принимать ограничения, обусловленные организационной средой.

Во-вторых, данные практики создают условия для развития субъектной позиции студента. Обучающийся начинает воспринимать университет не как внешне заданную систему требований, а как пространство, в котором возможно конструктивное влияние на отдельные процессы. В педагогическом отношении это означает формирование ответственности за общее дело, готовности к инициативе и способности доводить предложенное решение до стадии реализации. В исследованиях, посвященных студенческому самоуправлению, подчеркивается, что включенность обучающихся в социально значимую деятельность способствует развитию ответственности, инициативности и способности к сотрудничеству, что особенно значимо для подготовки будущих специалистов в условиях коллективного труда [2].

В-третьих, партисипативное управление расширяет представление студентов о содержании инженерной профессии. При включении в университетские проекты, связанные с модернизацией образовательной среды, организацией инженерных мероприятий, взаимодействием с работодателями, профориентационными и инфраструктурными инициативами, обучающийся осваивает инженерную деятельность как социально организованную практику. В таком опыте инженер предстает не только как исполнитель технической функции, но и как участник коммуникации, координатор, организатор, представитель профессионального сообщества. Данная линия особенно важна для преодоления узкотехнического понимания инженерной подготовки.

В-четвертых, педагогический эффект партисипативных практик зависит от содержания самих инициатив. Если деятельность студенческого самоуправления сосредоточена преимущественно на культурно-массовых и досуговых мероприятиях, то ее влияние на профессиональное становление будущего инженера оказывается ограниченным. Подобные формы могут сохранять воспитательное значение, однако они не в полной мере обеспечивают освоение тех социальных и организационных ролей, которые непосредственно соотносятся с будущей инженерной деятельностью. Напротив, участие студентов в проектных, профессионально ориентированных, экспертных и инфраструктурных инициативах существенно усиливает педагогический эффект, поскольку позволяет соединить социальную активность с задачами профессионального развития.

Данное различие представлено наглядно в табл. 1.

Представленные различия позволяют сделать вывод о том, что педагогический потенциал партисипативного управления не является одинаковым для всех форм студенческой активности. Его интенсивность определяется степенью включенности студентов в такие виды деятельности, где требуется не только участие, но и ответственность за разработку, согласование и реализацию решений. Иначе говоря, сам по себе демократический характер управления еще не гарантирует значимого образовательного результата; последний возникает там, где участие студента становится содержательно насыщенным и профессионально соотнесенным.

Таблица 1. Направленность студенческих инициатив и их педагогическое значение для подготовки будущих инженеров

Направленность инициатив	Основное содержание деятельности	Преимущественно формируемые результаты	Педагогическое значение для подготовки инженера
Досуговая и социокультурная	Организация праздников, акций, культурных мероприятий, внеучебных событий	Коммуникабельность, активность, опыт участия в коллективных делах	Значимо для социальной адаптации, но ограниченно влияет на формирование профессионально значимых способов деятельности
Представительская	Участие в советах, комиссиях, обсуждении локальных вопросов студенческой жизни	Навыки обсуждения, представления интересов группы, первичный опыт согласования позиций	Создает основу для развития субъектности, однако требует содержательного расширения для профессионального эффекта
Проектная	Разработка и реализация инициатив, связанных с образовательной средой, инженерными мероприятиями, наставничеством, профориентацией	Проектное мышление, ответственность за результат, командная работа, планирование	Напрямую способствует формированию универсальных компетенций будущего инженера
Профессионально ориентированная	Участие в инженерных кейсах, взаимодействии с работодателями, технических и инфраструктурных проектах университета	Способность решать практические задачи в команде, профессиональная коммуникация, лидерство, понимание социальной значимости инженерной деятельности	Обладает наибольшим педагогическим потенциалом, так как связывает самоуправление с профессиональным становлением
Социально-партнерская	Взаимодействие с внешними организациями, участие в общественно значимых и волонтерских инициативах, связанных с профессиональной сферой	Гражданская ответственность, готовность к сотрудничеству, понимание общественной роли профессии	Расширяет представление о профессии инженера как о социально значимой деятельности

Для технического университета данное положение особенно существенно. Подготовка инженера предполагает не только усвоение знаний и методов решения задач, но и формирование готовности к работе в организационно сложной среде, где любое техническое решение связано с коммуникацией, распределением ролей, согласованием интересов и оценкой последствий. В этом смысле практики партисипативного управления создают условия для опережающего освоения тех форм взаимодействия, которые впоследствии

становятся частью профессиональной деятельности выпускника. Как отмечается в работах, посвященных роли студенческого самоуправления в развитии личности будущего инженера, его значение возрастает тогда, когда участие студентов приобретает неформальный, а деятельностный и ценностно значимый характер.

Рассмотрение партисипативного управления университетом в контексте подготовки будущих инженеров позволяет сделать вывод о его значимом педагогическом потенциале. Его ценность связана с тем, что участие студентов в обсуждении и реализации университетских инициатив создает условия для развития ответственности, коммуникации, навыков командной работы и субъектной позиции.

Педагогический эффект таких практик определяется не только самим фактом участия студентов в самоуправлении, но и содержанием реализуемых инициатив. Наибольшее значение для подготовки будущих инженеров имеют профессионально ориентированные формы участия, связанные с проектной деятельностью, решением практических задач, взаимодействием с партнерами и развитием университетской среды. Таким образом, студенческое самоуправление в условиях технического университета может рассматриваться как значимый элемент образовательной среды, если оно включено в реальные процессы университетской жизни и способствует формированию универсальных компетенций, востребованных в будущей инженерной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Варламова, Л.Д. Студенческое самоуправление как условие формирования гуманистической направленности личности будущего инженера / Л.Д. Варламова // Вестник Чувашского университета. – 2009. – № 1. – С. 162-170. – EDN KDYJET.
- 2) Инертбаева, Г.С. Студенческое самоуправление как форма общественной деятельности студентов / Г.С. Инертбаева // Педагогическая наука и практика. – 2020. – № 4 (30). – С. 65–68.
- 3) Казаева, Е.А. Роль партисипативности в системе высшего образования / Е.А. Казаева // Педагогическое образование в России. – 2014. – № 1. – С. 25–30.
- 4) Крапивина, В.В. Организация студенческого самоуправления в вузе как фактор профессионально-мотивационной подготовки студентов к будущей профессии / В.В. Крапивина // Проблемы современного педагогического образования. – 2019. – № 63-2. – С. 244–246.
- 5) О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента РФ от 28.02.2024 № 145. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50358> (дата обращения: 25.03.2026).
- 6) Федеральные образовательные программы, федеральные государственные образовательные стандарты, дополнительные профессиональные программы. – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_142304/ (дата обращения: 25.03.2026).

УДК 547.583.2:621.895

**СИНТЕЗ БИОЦИДНЫХ ПРИСАДОК ФЕНОЛЬНОГО ТИПА
ДЛЯ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ**

Н.Ю. Алешина, С.Г. Кошель, Н.В. Лебедева

Научный руководитель – **С.Г. Кошель**, д-р хим. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Представлен метод получения гидроксипроизводных бифенила, включающий алкилирование производных фенола циклогексанолам с последующим дегидрированием циклогексилфенола в гидроксидифенил. Показано, что среди полученных соединений 2,5бифенилдиол и 5метил2би фенолол представляют интерес для использования их в качестве биоцидных добавок для смазочноохлаждающих средств (СОЖ). Экспериментально установлено, что в присутствии синтезированных добавок увеличивается время до начала биопоражения рабочих растворов СОЖ.

Ключевые слова: биоцидные добавки, 2,5бифенил диол, 5метил2бифенилол, микробиологическая устойчивость, смазочноохлаждающая жидкость

SYNTHESIS OF PHENOLIC BIOCIDAL ADDITIVES FOR CUTTING FLUIDS

N.Y. Aleshina, S.G. Koshel, N.V. Lebedeva,

Scientific Supervisor – **S.G. Koshel**, Doctor of Chemical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

A method for producing hydroxy derivatives of biphenyl is presented, involving the alkylation of phenol derivatives with cyclohexanol followed by dehydrogenation of cyclohexylphenol to hydroxydiphenyl. Among the resulting compounds, 2,5biphenyldiol and 5methyl2biphenylol are shown to be of interest for use as biocidal additives for cutting fluids. Experiments have shown that the presence of the synthesized additives increases the time to the onset of biodegradation of cutting fluid solutions.

Keywords: biocidal additives; 2,5biphenyldiol; cutting fluid; 5methyl2biphenylol; microbiological stability

В современном машиностроении постоянно растут требования к точности изготовления и эксплуатационной стойкости деталей машин. Важную роль в технологическом процессе обработки металлов играют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Они выполняют несколько ключевых функций:

- охлаждают металлические поверхности инструмента и обрабатываемых деталей;
- снижают трение в зоне контакта;
- обеспечивают антикоррозионную защиту деталей, станков и инструментов.

Одна из ключевых проблем при разработке СОЖ – их склонность к микробиологическому поражению. Разложение основных компонентов СОЖ (эмульгаторов и ингибиторов коррозии) из-за развития микроорганизмов создает существенные трудности. Для решения данной проблемы в состав СОЖ вводят биоцидные добавки. Основные классы органических соединений, которые используются в качестве биоцидов, приведены в табл. 1.

Мы разработали метод получения гидроксипроизводных бифенила, среди которых особый интерес для использования биоцидной добавки представляет 2,5-бифенилдиол и 5-метил-2 бифенилол.

Таблица 1. Классы органических соединений

Класс соединений	Примеры
Альдегиды	Формальдегид О-формали N-формали
Производные фенола	Орто-фенилфенол пара-фенилфенол
Парабены	Сложные эфиры пара-гидроксibenзойной кислоты
Производные сероуглерода	Диметилдитиокарбомат
Изотиазолы	1,2-тиазол (CH ₃) ₃ S(N)

Аналитические методы

1. Газожидкостная хроматография.

Анализ ГЖХ проводили на хроматографе «Хром-4» с пламенно-ионизационным детектором. Использовали стальную колонку длиной 2,5 м, заполненной СКТФТ-50Х (10 %) на хроматон N-AW-DMCS. Газ-носитель – азот, расход 30 см³/мин.

2. Инфракрасная спектроскопия.

ИК-спектры соединений записывали на спектрофотометре «Specord 75 JR» в жидкой плёнке.

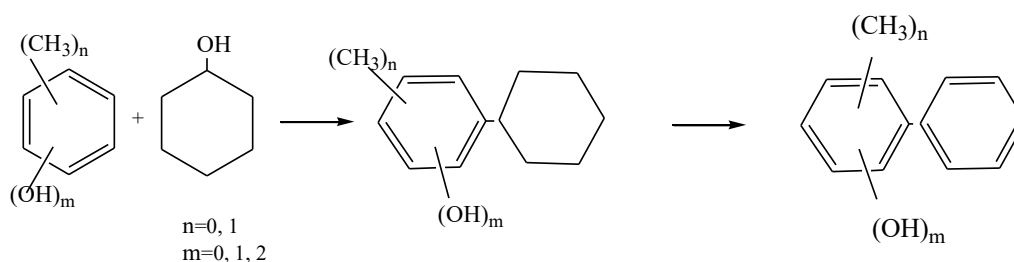
3. ЯМР - спектроскопия ¹³С.

Спектры 10%-ных растворов веществ в ДМСО- d₆ сняты на спектрометре TeslaBS-567A (25.142 МГц в режиме Фурье-преобразования при широкополосной шумовой развязке от ядер ¹Н (ширина полосы 900 Гц); ширина импульса 8 мкс, время прослушивания отклика 1.069 с, время задержки между импульсами 100 с, число проходов 160-2200; стабилизацию проводили на ядрах D ДМСО-d₆ (99% обогащения дейтерием); внутренний стандарт – TMS.

Синтетические методы:

1. Алкилирование *n*-крезола (гидрохинона) циклогексано́лом. К смеси 2,2 моль *n*-крезола (гидрохинона) и 217.12 г (2,2 моль) фосфорной кислоты при 130 °С в течение 1 ч прибавляли 147.17 (1,47 моль) г циклогексанола. Реакционную массу выдерживали при этой температуре 3 ч, далее отфильтровывали, промывали водой и сушили на воздухе при комнатной температуре. Выход 2-циклогексил-4-метилфенола (2-циклогексил-1,4-бензолдиол) составил 85 %.

2. Дегидрирование 2-циклогексил-4-метилфенола (2-циклогексил-1,4-бензолдиола). 0,5 Моля 2-циклогексил-4-метилфенола (2-циклогексил-1,4-бензолдиола) в присутствии 43 г палладиевого катализатора нагревали до 300°С. Выдерживали реакционную смесь при этой температуре в течение 5–6 ч, по окончании процесса ее отфильтровывали от катализатора и охлаждали. Выход 5метил-бифенил-2-ол (2,5-бифенилдиол) составил 95%.



Результаты и их обсуждение

Предложенный метод синтеза гидроксипроизводных бифенила включает два этапа:

- алкилирование производных фенола циклогексано́лом;
- дегидрирование циклогексилфенола до гидроксидифенил.

Алкилирование производных фенола (гидрохинона и п-крезола) проводили в интервале температур 110-130 °С в присутствии кислотных катализаторов в течение 3-5 часов. Установлено, что в этих условиях конверсия исходных фенолов составила 94-96%, а выход циклогексилфенолов 85-92%³.

Ключевые преимущества данного метода:

- использование доступного сырья,
- практически полная конверсия исходных веществ,
- высокий выход целевых продуктов,
- относительно мягкие условия их проведения.

Физико-химические характеристики синтезированных циклогексильных производных гидрохинона и п-крезола приведены в табл. 2.

Таблица 2. Физико-химические характеристики синтезированных циклогексилфенолов

Исходный фенол	Полученный циклогексилфенол	Температура плавления, °С	Характеристические полосы в ИК-спектре, см-1 Н, м.д.	Химические сдвиги в спектрах ЯМР
Гидрохинон)	2-Циклогексил-1,4-бензолдиол	84–86	860 и 800 (1,2,5-) 3300 - 3470 (ОН)	8.30-8.56 (s, ОН) 6.45 (d, 2H) 6.37 (d, 3H) 6.39 (s, 4H)
п-Крезол	4-Метил-2-циклогексилфенол	45–47	805 - 870 (1,2,4-) 3470 (ОН)	2.13 (s, CH ₃); 8.87 (s, ОН) 6.47 (d 3H); 6.73 (d, 4H) 6.75 (s, 5H)

Наличие бензольного кольца в ИК-спектре характеризуется полосами 1610, 1570, 1500 см⁻¹, циклогексильного кольца полосами 2917, 2846, 1446 см⁻¹

Синтез бифениолов осуществляли дегидрированием циклогексилфенолов в жидкой фазе при температуре 250-300 °С, в присутствии Pt- или Pd-содержащих катализаторов (3 часа).

При этом

конверсия циклогексилфенолов достигла 90-98%,

селективность образования бифениолов составила 65-70%.

Физико-химические характеристики синтезированных 2,5 бифенилжиола и 5-метил-2 бифенилола приведены в табл. 3.

Таблица 3. Физико-химические характеристики синтезированных бифениолов

Исходный фенол	Полученный бифенилол	Температура плавления, °С	Характеристические полосы в ИК-спектре, см-1 (Тип замещения в бензольном кольце)	Химические сдвиги в спектре ЯМР 1 Н, м. д.
2-ЦГ1,4-бензолдиол	2,5-бифенил-диол	91-93	745 (1-) 860 и 800 (1,2,5-)	7.64 (m, 2H, 3H) 7.47 (m, 4H, 5H) 7.37 (m, 6H); 6.67 (d, 7H) 6.77 (d, 8H); 6.96 (s, 9H)
4-метил-2-ЦГФ	5-метил-2-бифенилол 2	57-60	740–700 (1-) 870–805 (1,2,4-) 3470 (ОН)	2.13 (s, CH ₃); 8.87 (s, ОН) 6.47 (d 3H); 6.73 (d, 4H) 6.75 (s, 5H)

Для повышения эффективности бактерицидных свойств были введены в СОЖ синтезированные 2,5-бифенилдиол и 5-метил-2-бифенилол. Оценка микробиологической стабильности СОЖ проводилась по стандартной методике⁴ с использованием индикатора 2,3,5-трифенилтриазолия.

Результаты, полученные при введении синтезированных добавок в рабочие растворы СОЖ приведены в табл. 4.

Таблица 4. Биологическое поражение СОЖ

	Степень биопоражения, баллы					
	Интервал, сут					
	30	60	90	120	150	180
СОЖ без добавок	1	2	2	2	4	4
Сож+фенол	0	0	0	1	1	2
СОЖ+1	0	0	0	0	0	0
СОЖ+2	0	0	0	0	0	0

Применение разработанных присадок существенно продлевает период до возникновения биопоражения. В контрольных образцах без добавок активное размножение микроорганизмов фиксируется уже на 30-й день (концентрация 10^3 кл/мл, что соответствует 1 баллу), а к концу двух месяцев уровень загрязнения возрастает до 2 баллов (в диапазоне от 10^3 до 10^5 кл/мл). Напротив, при использовании рабочих растворов с биоцидами на основе синтезированных фенолфенолов (2,5-бифенилдиол и 5-метил-2-бифенилол) признаки биопоражения полностью отсутствуют на протяжении всего экспериментального периода в 180 суток.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Технологии и техника ресурсосберегающего экологизированного применения смазочно-охлаждающих жидкостей при абразивной обработке: учебное пособие / Е.М. Булыжев, Е.Н. Меньшов. – Ульяновск: УлГТУ, 2023. – 244 с.
- 2) Синтез гидроксифенилов / Е.А. Кузнецова, М.В. Постнова, С.Г. Кошель, Н.В. Лебедева, Т.А. Юнькова, Г.Н. Кошель // Журнал органической химии. – 2004. – Т. 40, Вып. 9. – С. 1337-1339.
- 3) Синтез циклогексилфенолов / М.В. Постнова, С.Г. Кошель, Н.В. Лебедева, Е.А. Кузнецова, Г.Н. Кошель // Журнал органической химии. – 2003. – Т. 39, Вып. 10. – С.1487-1489.
- 4) Методики контроля и корректировок рабочих эмульсий (растворов) смазочно-охлаждающих технологических средств.– Пермь, 2000. – С.16-18.

ПРОБЛЕМА ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С АВТОДРОЖНЫХ МОСТОВ

Н.Р. Алиев, А.В. Маркелов

Научный руководитель – **А.В. Маркелов**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема очистки поверхностного стока, образующегося на автодорожных мостах. Показано, что существующие системы водоотведения ограничиваются сбросом неэффективных очищенных стоков в водные объекты, что наносит значительный ущерб окружающей среде

Ключевые слова: автодорожные мосты, загрязнение окружающей среды, методы сбора, очистка стоков, водоотведение, комплексные и многоэтапные подходы

THE PROBLEM OF SURFACE RUNOFF PURIFICATION FROM ROAD BRIDGES

N.R. Aliev, A.V. Markelov

Scientific Supervisor – **A.V. Markelov**, Doctor of Chemical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the problem of surface runoff purification formed on road bridges. It is shown that the existing drainage systems are limited to discharging inefficiently treated runoff into water bodies, which causes significant damage to the environment

Keywords: road bridges, environmental pollution, collection methods, wastewater treatment, drainage, and comprehensive and multi-stage approaches

Современное развитие транспортной инфраструктуры связано с проблемой загрязнения окружающей среды, вызванного не только загрязнением атмосферного воздуха, шумовым загрязнением, но и сточными водами, образующимися при эксплуатации мостов и путепроводов, содержащими масла, нефтепродукты, металлосодержащие соединения и химические реагенты. Неправильное обращение с этими водами ведет к ухудшению качества почв и водных ресурсов, а также создает угрозу здоровью человека [1].

Для решения этой проблемы существуют различные методы сбора, транспортировки и очистки сточных вод, направленные на минимизацию их негативного воздействия.

Организация водоотвода с мостов и путепроводов – ключевая мера защиты окружающей среды, включающая сбор загрязненных вод дренажными системами и их транспортировку к очистным сооружениям. Эта система предотвращает попадание нефтепродуктов и взвешенных веществ в водные объекты, что регламентируется экологическими нормами.

Одна из эффективных технологий обезвреживания поверхностных сточных вод с территорий городов и поселений, обеспечивающая достижение установленных нормативов сброса в водоём, включает механические и физико-химические методы и состоит из следующих сооружений: сороудерживающая решётка, горизонтальная песколовка, секционный накопительный резервуар стоков, каскад напорных фильтров с зернистыми минеральными загрузками и сорбентами, насосное оборудование и аккумулирующий резервуар очищенных поверхностных сточных вод для технических нужд очистного комплекса и повторного использования воды на поливомоечные работы при санитарной уборке дорожных покрытий.

Современные методы сбора и очистки сточных вод с автодорожных мостов и путепроводов отличаются простотой в установке и обслуживании, однако их недостатком является низкая эффективность очистки, что требует дополнительных этапов доочистки и может повышать стоимость и усложнять эксплуатацию таких систем [2].

Поэтому необходимы комплексные и многоэтапные подходы для решения проблемы:

1. Внедрение многоступенчатых систем, сочетающих разные методы очистки: механические, биологические и химические. Такой подход обеспечивает более эффективное очищение воды, например, установка биологических фильтров после механических систем значительно улучшает удаление растворенных веществ и микроорганизмов.

2. Применение нанотехнологий и современных материалов, которые значительно улучшают эффективность фильтрации, сорбции и десорбции загрязнений. Одним из наиболее перспективных направлений развития нанотехнологий в области водоочистки и водоподготовки является мембранная технология с использованием инновационных наноматериалов. Использование наноматериалов в ловушках и фильтрах позволяет снизить их размеры и повысить долговечность систем [3-4].

3. Автоматизация и мониторинг в реальном времени. Внедрение систем с датчиками и автоматическими управляющими механизмами позволяет быстро отслеживать качество воды и своевременно вносить необходимые коррективы без участия человека.

4. Использование экологически безопасных реагентов, что подразумевает переход на безхимические или экологичные методы очистки. Такой подход снижает вредное влияние на окружающую среду и уменьшает образование отходов.

5. Внедрение модульных и мобильных систем, которые просты в установке, легко масштабируются и позволяют быстро адаптироваться к изменениям в объемах загрязнений или рабочих условиях, особенно в разнообразных инфраструктурных проектах [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Востриков, М.А. Основные виды загрязнений водных объектов / М.А. Востриков, В.В. Шкода // Инновационная наука. – 2015. – № 4. – С.10-11.
- 2) Лепеш, Г.В. Современные методы очистки сточных вод промышленных предприятий / Г.В. Лепеш, А.С. Панасюк, А.С. Чурилин // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2016. – № 3 (37). С.14-23.
- 3) Борисова, О.Н. Ресурсосберегающие нанотехнологии в водоочистке / О.Н. Борисова, И.Г. Доронкина, В.М. Феоктистова // Нанотехнологии в строительстве. – 2021. – Т. 13, № 2. – С. 124–130. – DOI: 10.15828/2075-8545-2021-13-2-124-130.4
- 4) Важный процесс – наноочистка воды. – URL: <https://www.bwt.ru/useful-info/vazhnyy-protsess-nano-ochistka-vody/> (дата обращения: 08.04.2026).
- 5) Разработка блочно-модульной установки для очистки загрязненных и нефтесодержащих вод и подготовки структурированной питьевой воды / М.А. Таненков, Д.Р. Ягудин, А.Р. Хуснутдинов, А. . Литвиненко // Молодой ученый. – 2010. – Т. 1, № 5 (16). – С. 131-135. – URL: <https://moluch.ru/archive/16/1575>

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АГРОПРОИЗВОДСТВА: ПРИМЕНЕНИЕ АДЬЮВАНТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ПОЧВУ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

А.А. Булатов, Н.П. Герасимова, Е.А. Королева

Научный руководитель – **Н.П. Герасимова**, д-р хим. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Сельское хозяйство нуждается в химических средствах защиты растений (ХСЗР), но необходимо минимизировать их вред для почвы и воды. Эффективное решение – адъюванты, повышающие действие пестицидов и позволяющие снизить их дозы. Однако многие традиционные адъюванты плохо разлагаются и накапливаются в природе. Поэтому требуются новые экологически безопасные адъюванты, которые контролируемо разрушаются в почве и не вредят культурным растениям. Перспективное направление – композиции на основе синтетических латексов и природных полисахаридов.

Ключевые слова: адъюванты, экологическая безопасность, химическая нагрузка, биоразлагаемость, фитотоксичность, латексы, полисахариды, снижение доз пестицидов

ENVIRONMENTAL SAFETY OF AGRICULTURAL PRODUCTION: USE OF ADJUVANTS TO REDUCE CHEMICAL LOAD ON SOIL AND WATER RESOURCES

A.A. Bulatov, N.P. Gerasimova, E.A. Koroleva

Scientific Supervisor – **N.P. Gerasimova**, Doctor of Chemical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

Agriculture faces a contradiction: plant protection products (CPPP) are needed for food security, but their negative impact on soil and water must be minimized. Adjuvants increase pesticide efficacy and allow dose reduction. However, many traditional adjuvants have low biodegradability and accumulate in the environment. Therefore, new environmentally friendly adjuvants are required that controllably degrade in soil and are non-phytotoxic to crops. A promising direction is compositions based on synthetic latexes and natural polysaccharides.

Keywords: adjuvants, environmental safety, chemical load, biodegradability, phytotoxicity, latexes, polysaccharides, reduction of pesticide doses

Ежегодно в мире используется около 4 млн тонн пестицидов, из которых до 30–60 % теряется из-за сноса капель ветром, испарения, отскока от листовой поверхности или смыва осадками [1]. Эти потери не только снижают экономическую эффективность обработок, но и создают серьёзные экологические риски: загрязнение почвы и грунтовых вод, накопление остаточных количеств пестицидов в продукции, гибель полезных насекомых и почвенных микроорганизмов. Применение полимерных адъювантов позволяет снизить снос капель на 59% [1], что напрямую уменьшает потери действующего вещества. В России, где значительная часть пашни находится в зонах рискованного земледелия, проблема эффективного применения ХСЗР стоит особенно остро.

Если в 1930-е годы для обработки полей требовались сотни килограммов препаратов на гектар (сульфат железа, 90–240 кг/га), то к 1970-м годам, с появлением сульфонилмочевинных гербицидов, дозы снизились до десятков граммов на гектар (7–40 г/га) [6]. Этот революционный скачок позволил значительно сократить абсолютную химическую нагрузку. Однако столь низкие дозы предъявили новые требования к технологии нанесения: каждый грамм действующего вещества должен быть доставлен точно к цели и удержан на растении.

Адьюванты (от лат. *Adjuvans* – помогающий) – это вспомогательные вещества, модифицирующие физико-химические свойства рабочих растворов. Благодаря адьювантам можно снизить дозу ХСЗР на 15–30 % без потери биологической эффективности, что напрямую уменьшает химическую нагрузку на экосистемы. Более того, современные исследования показывают, что добавление всего 0,1 мас% амфифильного адьюванта повышает эффективность гербицида почти на 20 % при сохранении высокой селективности и быстрой биоразлагаемости [3].

Однако не все адьюванты одинаково безопасны. Адьюванты на основе синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ) и минеральных масел обладают рядом недостатков:

1. Низкая биоразлагаемость. Многие синтетические ПАВ (особенно алкилфенолэтоксилаты) медленно разлагаются в почве и воде, накапливаясь в экосистемах [2].

2. Токсичность для гидробионтов. Некоторые ПАВ и минеральные масла токсичны для рыб, водных беспозвоночных и водорослей [5].

3. Накопление в почве. При многократном применении остатки адьювантов могут накапливаться в пахотном горизонте, изменяя его физико-химические свойства [2].

4. Фитотоксичность. Отдельные адьюванты могут вызывать ожоги листьев, угнетение роста или снижение урожайности, особенно на чувствительных культурах. Кроме того, неправильный выбор адьюванта способен угнетать почвенные микробиомы [2].

Таким образом, разработка новых адьювантов должна учитывать не только их функциональную эффективность (снижение поверхностного натяжения, улучшение растекания), но и экологические критерии: биоразлагаемость, отсутствие фитотоксичности, минимальное воздействие на нецелевые организмы [7].

В качестве основы для безопасных адьювантов предлагается использовать водные дисперсии синтетических полимеров – латексов. Латексы представляют собой коллоидные системы с размером частиц 50–300 нм, способные образовывать на поверхности листьев эластичные плёнки, улучшающие удержание действующего вещества. Они широко применяются в промышленности (краски, клеи) и хорошо изучены.

Для управления свойствами латексных систем – вязкостью, стабильностью, скоростью деградации – эффективно введение модифицирующих добавок природного происхождения. В качестве таких добавок выбраны:

- Ксантановая камедь (пищевая добавка E415) – полисахарид, продуцируемый бактериями *Xanthomonas campestris*, обладает высокой водоудерживающей способностью, биоразлагаема.

- Гуаровая камедь (E412) – полисахарид из семян *Cyamopsis tetragonolobus*, образует вязкие растворы, синергически взаимодействует с другими полисахаридами.

- Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ, E460) – продукт частичного гидролиза целлюлозы, используется как стабилизатор и структурообразователь.

Все три добавки являются природными, биоразлагаемыми, нетоксичными и широко доступны на российском рынке. Их использование позволяет создавать адьювантные системы с контролируемой скоростью деградации в почве и регулируемым высвобождением действующего вещества [4].

Экспериментально доказано, что разработанные композиции на основе латексов и природных полисахаридов:

1. Снижают поверхностное натяжение рабочих растворов на 10–15 % по сравнению с чистой водой, что улучшает растекание и удержание ХСЗР на листовой поверхности.

2. Контролируемо деградируют в почве – от 2 до 6 недель в зависимости от состава, что позволяет избежать накопления адьюванта в экосистеме.

3. Позволяют сохранить биологическую эффективность при снижении дозы ХСЗР на 15–20% или повысить её на 6–13 % без увеличения дозы.

4. Не оказывают фитотоксического действия на культурные растения при правильно подобранном составе.

Потенциальный экологический эффект:

- Снижение дозы пестицида на 20 % на площади 1000 га позволяет уменьшить поступление действующего вещества в окружающую среду на 100–200 кг/год в пересчёте на действующее вещество.

- Использование биоразлагаемых компонентов исключает накопление стойких органических загрязнителей в почве, характерное для традиционных ПАВ и минеральных масел [2].

- Пролонгированное действие пестицида (прирост эффективности через 21 день до 19 %) позволяет сократить число обработок с 2–3 до 1–2 за сезон, снижая техногенную нагрузку.

Таким образом, разработка новых адъювантных систем на основе композиций «синтетический латекс – природный полисахарид» является перспективным направлением «зелёной» агрохимии, позволяющим повысить эффективность пестицидов при одновременном снижении их негативного воздействия на окружающую среду [1–4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Basílio, S. Effect of Adjuvants on Physical–Chemical Properties, Droplet Size, and Drift Reduction Potential / S. Basílio, M.R. Furtado Júnior, C.B. de Alvarenga // *Agriculture*. – 2024. – Vol. 14, no. 12. – P. 2271. – URL: <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/12/2271>

2) The Problem of Weed Infestation of Agricultural Plantations vs. the Assumptions of the European Biodiversity Strategy / A. Kubiak, A. Wolna-Maruwka, A. Niewiadomska, A.A. Pilarska // *Agronomy*. – 2022. – Vol. 12, no. 8. – P. 1808. – URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/12/8/1808>

3) Kushnazarova, R.A. Design of Eco-Friendly Compositions Herbicide/Amphiphilic Adjuvant Based on Optimized Structure-Activity Profile / R.A. Kushnazarova, A.B. Mirgorodskaya, N.L. Sharonova // *Russ J Gen Chem*. – 2025. – Vol. 95, no. 5. – P. 1257–1269. – DOI: 10.1134/S1070363225602376.

4) Current Trends of Polymer Materials' Application in Agriculture / K. Lewicka, I. Szymanek, D. Rogacz [et al.] // *Sustainability*. – 2024. – Vol. 16, no. 19. – P. 8439. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/19/8439>

5) Roessink, I. Eco-toxicity of different agricultural tank-mix adjuvants / I. Roessink, M.C. Boerwinkel, R. Sijs // *bioRxiv*. – 2024. – URL: <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2024.09.18.613661v1>

6) Куликова, Н.А. Гербициды и экологические аспекты их применения: учебное пособие / Н.А. Куликова, Г.Ф. Лебедева. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 152 с.

7) Полуэктова, Е.В. Гербицидная активность феосфериды А, фитотоксического метаболита гриба *Paraphoma* sp. ВИЗР 1.46 и оценка возможности её повышения за счёт совместного применения с адъювантами / Е.В. Полуэктова, А.О. Берестецкий // *Вестник защиты растений*. – 2016. – № 3 (89). – С. 134–135. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gerbitsidnaya-aktivnost-feosferida-a-fitotoksicheskogo-metabolita-griba-paraphoma-sp-vizr-1-46-i-otsenka-vozmozhnosti-eyo>

КОМПЛЕКСНЫЙ ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПЛАСТИКА В АСФАЛЬТОВЫХ ПОКРЫТИЯХ

Н.А. Васькова, В.В. Власов

Научный руководитель – В.В. Власов, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается комплексная проблема использования отходов пластика в дорожном строительстве. Анализируются основные типы пластика, используемые в качестве модификаторов асфальта, и их влияние на эксплуатационные характеристики покрытия. Рассматриваются экологические риски в процессе производства и образование микропластика при эксплуатации асфальта. Описаны пути миграции загрязнителей в окружающую среду и риски для здоровья человека. Представлены стратегии снижения негативного воздействия.

Ключевые слова: отходы пластика, модифицированный асфальт, микропластик, токсичные выбросы, экологические риски, устойчивые дорожные покрытия

COMPREHENSIVE REVIEW OF APPLICATIONS AND ENVIRONMENTAL RISKS OF WASTE PLASTICS IN ASPHALT PAVEMENTS

N.A. Vaskova, V.V. Vlasov

Scientific Supervisor – V.V. Vlasov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The complex problem of using waste plastics in road construction is considered. The main types of plastics used as asphalt modifiers and their influence on the performance characteristics of the pavement are analyzed. Environmental risks during production and microplastic formation during asphalt operation are examined. Migration pathways of pollutants into the environment and human health risks are described. Strategies for reducing negative impact are presented.

Keywords: waste plastics, modified asphalt, microplastics, toxic emissions, environmental risks, sustainable pavements

Ежегодно в мире образуется более 350 миллионов тонн пластиковых отходов, и эта цифра продолжает расти. При существующих темпах переработки, не превышающих 10%, основная масса пластика накапливается на свалках или попадает в окружающую среду, где будет разлагаться сотни лет.

В поисках решения проблемы загрязнения пластиком было обращено внимание на дорожное строительство, используя вторичный пластик в качестве модификаторов в асфальте. Многочисленные исследования подтверждают, что добавление определенных типов пластика повышает высокотемпературную стабильность асфальта. Однако за этой концепцией скрываются серьезные экологические риски, которые долгое время оставались в тени.

Процесс производства асфальта требует нагрева до высоких температур. В этих условиях пластик не просто плавится – он начинает разлагаться, выделяя в атмосферу полициклические ароматические углеводороды, летучие органические соединения, а при использовании некоторых типов пластика – хлористый водород и другие токсичные газы. В процессе эксплуатации дорожного покрытия под действием колес автомобилей, солнечного света и перепадов температур пластик постепенно разрушается, превращаясь в микропластик – мельчайшие частицы, которые с ливневыми стоками попадают в почву и водоемы, а затем в пищевые цепи.

Таким образом, использование отходов пластика в асфальтовых покрытиях представляет собой классический пример экологического компромисса: мы решаем одну проблему (утилизацию отходов), но создаем другую (токсичные выбросы и

микропластиковое загрязнение). Цель настоящей работы – систематизировать известные данные об инженерных свойствах пластикомодифицированного асфальта, оценить связанные с ним экологические риски и определить пути их минимизации.

Типы отходов пластика и их влияние на свойства асфальта

В асфальте наиболее часто используются следующие типы пластика: полиэтилен низкой плотности (LDPE), полиэтилен высокой плотности (HDPE), полипропилен (PP), полистирол (PS), поливинилхлорид (PVC) и полиэтилентерефталат (PET). Каждый из них по-разному влияет на свойства асфальта.

Полиэтилен низкой плотности, благодаря длинным гибким цепям формирует с асфальтом трехмерную сеть, улучшая усталостную прочность, однако, снижает низкотемпературные свойства. Полиэтилен высокой плотности повышает жесткость и сопротивление колесобразованию, но может увеличивать риск низкотемпературного растрескивания. Полипропилен улучшает высокотемпературную стабильность и демонстрирует хорошую химическую стойкость. Полистирол повышает стойкость к высоким температурам, но увеличивает хрупкость и снижает трещиностойкость. Поливинилхлорид при нагреве нестабилен и выделяет опасные вещества, однако может улучшать усталостные свойства. Полиэтилентерефталат повышает усталостную прочность, но имеет проблемы совместимости с асфальтом [1, 2].

Методы внедрения пластика в асфальт

Существует два основных метода внедрения пластика: мокрый и сухой процессы. Мокрый процесс предполагает предварительное расплавление и смешение пластика с битумом до введения заполнителей. Этот метод обеспечивает высокую однородность смеси, долговечность покрытия и стойкость к деформациям, но требует сложного оборудования и значительного потребления энергии [3]. Сухой процесс заключается в добавлении пластика непосредственно к горячим заполнителям. Он проще и экономичнее, однако может приводить к неравномерному распределению частиц и снижению долговечности (табл. 1). С экологической точки зрения сухой метод предпочтительнее, так как частицы пластика оказываются глубже в покрытии, что снижает их износ и образование микропластика [4].

Таблица 1. Сравнение мокрого и сухого методов внедрения пластика

Параметр	Мокрый процесс	Сухой процесс
Однородность смеси	Высокая	Средняя
Энергопотребление	Высокое	Низкое
Сложность оборудования	Высокая	Низкая
Риск образования микропластика	Высокий	Низкий

Токсичные выбросы при производстве

В процессе высокотемпературной обработки асфальта с добавлением отходов пластика происходит выделение широкого спектра опасных веществ. Основными загрязнителями являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), летучие органические соединения (ЛОС), а при использовании PVC – хлористый водород.

ПАУ обладают канцерогенным, мутагенным и токсичным действием. Их содержание в выбросах может достигать 0,4-6,7 мкг/м³. Особенно высокие концентрации характерны для PS. ЛОС, включая бензол и стирол, выделяются в концентрациях 0,2-4,5 мкг/м³ и при реакции с оксидами азота образуют фотохимический смог. PVC при термической деградации выделяет HCl, вызывающий коррозию и раздражение дыхательных путей. В выбросах также обнаруживаются парниковые газы, пластиковые добавки (фталаты, бисфенол А) и тяжелые металлы [5].

Образование микропластика и его миграция

В ходе эксплуатации дорожного покрытия под действием механического износа от транспортной нагрузки и атмосферного (температурного и ультрафиолетового) старения

происходит деградация пластика с образованием микропластика – частиц размером менее 5 мм, преимущественно в диапазоне 1-500 мкм. Наиболее подвержены деградации PET и PS [6].

Образовавшийся микропластик поступает в окружающую среду через ливневые стоки, загрязняя придорожные почвы, ручьи, реки и озера. В почве микропластик изменяет физико-химические свойства, снижает активность микроорганизмов и угнетает рост растений. В воде он поглощается планктоном и рыбой, вызывая воспаления, окислительный стресс и эндокринные нарушения, а затем накапливается в пищевой цепи.

Риски для здоровья человека и меры по их снижению

Риски для здоровья человека разделяются на прямые и косвенные. Работники дорожной отрасли подвергаются прямому воздействию через вдыхание паров и кожный контакт, что может вызывать раздражение слизистых, головокружение, а при длительном воздействии – повышенный риск рака легких и заболеваний крови. Косвенное воздействие реализуется через загрязненную питьевую воду и пищевые цепи [7, 8].

Для снижения негативного воздействия предлагается комплекс мер:

- выбор наиболее безопасных пластиков (LDPE, LLDPE) и отказ от PS и PVC;
- предпочтение сухого метода внедрения;
- оптимизация температурных режимов и использование антиоксидантов;
- внедрение систем вентиляции и улавливания выбросов;
- применение проницаемых покрытий и фильтров в дренажных системах;
- регулярный экологический мониторинг.

Заключение

Асфальт, модифицированный отходами пластика, представляет собой перспективное решение, позволяющее одновременно решать проблему пластиковых отходов и улучшать дорожную инфраструктуру. Однако устойчивое применение этого подхода возможно только при условии комплексного учета экологических рисков. Необходим междисциплинарный подход, объединяющий материаловедение, экологический инжиниринг и политическую поддержку, а также внедрение строгих нормативов и систем мониторинга на всех этапах жизненного цикла модифицированных покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Модифицированный битум из переработанного пластика: оценка летучих органических соединений и полициклических ароматических углеводородов в лабораторных выбросах / Й.Й. Бум, М. Энфрин, С. Грист, Ф. Джустоцци // Наука об окружающей среде в целом. – 2022. – Т. 832. – С. 1550.
2. Гейер, Р. Производство, использование и судьба всего когда-либо произведенного пластика / Р. Гейер, Дж.Р. Джембек, К.Л. Лоу // Science Advances. — 2017. — Т. 3, № 7. — e1700782.
3. Васькова, Н.А. Перспективы применения вторичного полиэтилентерефталата для модификации дорожных битумов / Н.А. Васькова, В.В. Власов // XXXIV всероссийская научно-практическая конференция «Современные проблемы экологии»: сборник докладов, Тульский государственный университет, 29 октября 2025 года. – Тула, 2025. – С. 67-69.
4. Веровка, Е.А. Применение вторичного полиэтилентерефталата в целях его утилизации и повышения технико-эксплуатационных характеристик горячих асфальтобетонных смесей / Е.А. Веровка, В.А. Галахов, Д.В. Герасимов // Семьдесят четвертая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием : сборник материалов конференции : в 2 ч., Ярославль, 21 апреля 2021 года. Часть 2. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2021. – С. 368-372.
5. Машаан, Н.С. Исследование инженерных свойств асфальтового вяжущего, модифицированного полимером из отходов пластика / Н.С. Машаан, А. Чегенизаде, Х. Никрас // Инженерный журнал Айн Шамс. – 2021. – Т. 12. – № 2. – С. 1569-1574.
6. Энфрин, М. Строительство дорог из переработанного пластика: загрязнение микропластиком или экологически безопасное решение? / М. Энфрин, Р. Мишка, Ф. Джустоцци // Журнал опасных материалов. – 2022. – Т. 437. – С.129.
7. Энфрин, М. Последние достижения в строительстве устойчивых асфальтовых дорог с использованием переработанного пластика / М. Энфрин, Ф. Джустоцци // Полимер Интернэшнл. – 2022. – Т. 71. – № 12. – С.1376.

ТЕОРИЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ОБРАЩЕНИЯ СЫРЬЯ И ОТХОДОВ НА ПРИМЕРЕ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Д.В. Волков, А.В. Маркелов

Научный руководитель – **А.В. Маркелов**, д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе рассмотрены этапы цикла обращения с отработанными моторными маслами (ОММ), проведен анализ базовых принципов теории замкнутого цикла применительно к ОММ и охарактеризованы технологии регенерации. Данные исследования подтверждают, что внедрение этих принципов формирует устойчивую модель ресурсопользования и снижает экологическую нагрузку.

Ключевые слова: отработанные моторные масла, теория замкнутого цикла, регенерация масел, экодизайн, промышленный симбиоз

THEORY OF A CLOSED CYCLE FOR RAW MATERIAL AND WASTE CIRCULATION USING USED MOTOR OILS

D.V. Volkov, A.V. Markelov

Scientific Supervisor – **A.V. Markelov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This paper examines the stages of the used motor oil (WMO) management cycle, analyzes the basic principles of closed-loop theory as applied to WMO, and characterizes regeneration technologies. These findings confirm that implementing these principles creates a sustainable resource management model and reduces environmental impact.

Keywords: used motor oils, closed-loop theory, oil regeneration, ecodesign, industrial symbiosis

Теория замкнутого цикла (или экономика замкнутого цикла, ЭЗЦ) – современная концепция устойчивого развития, противопоставляющая традиционной линейной модели «добыча → производство → потребление → утилизация» [1]. Методологическая основа ЭЗЦ предполагает создание интегрированных производственных систем, в которых материальные потоки организуются по циклическому принципу: отходы одного процесса выступают сырьем для другого, а ресурсная эффективность достигается за счет регенерации, повторного использования и переработки материалов.

Термин «экономика замкнутого цикла» (circular economy) был введен Д. Пирсом и Р. Тернером в 1990 году в работе по экономике природных ресурсов и окружающей среды «Economics of natural resources and then vironment» [1]. Предложенная теория изначально фокусировалась на сокращении антропогенного воздействия на экосистемы через замыкание материальных потоков. Впоследствии она эволюционировала, охватывая все более широкий спектр хозяйственной деятельности – от промышленного производства до сферы услуг.

Отработанные моторные масла (ОММ) – умеренно опасные отходы III класса, образующиеся в результате эксплуатации транспортных средств и промышленного оборудования. При неправильной утилизации они наносят серьезный вред окружающей среде, так как содержат токсичные вещества, тяжелые металлы и другие вредные компоненты, которые накапливаются в экосистемах и нарушают их функционирование [2]. Попадание их в почву, замедляет биохимические процессы и подавляет фотосинтез. Сброс ОММ в водоемы и грунтовые воды нарушает жизнедеятельность водных организмов, и угрожает биоразнообразию. Загрязнение питьевых водоисточников характеризуется как особенно критичное. Страдает и атмосфера, при сжигании без должной очистки в воздух выделяются опасные соединения. Возникает косвенный риск для людей через накопление токсинов в пищевой цепи.

Однако ОММ содержат ценные углеводороды и присадочные компоненты, что делает их перспективным вторичным сырьем. В рамках теории замкнутого цикла обращение с ними строится на следующих этапах (рис. 1):

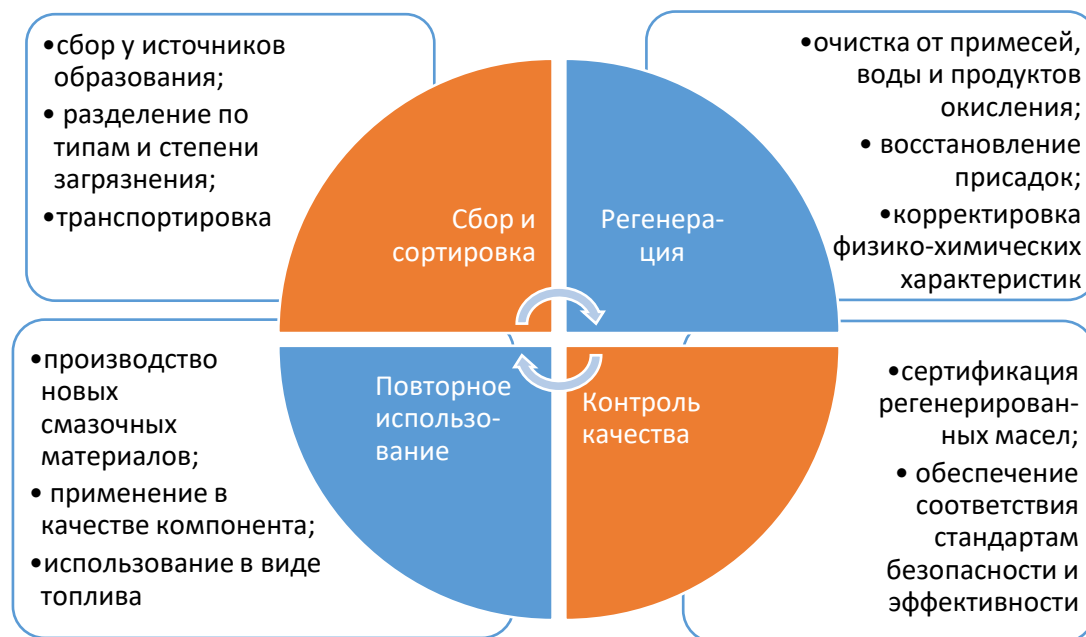


Рис. 1. Этапы цикла обращение с ОММ

Рассмотрим, как ключевые принципы теории замкнутого цикла реализуются на практике в обращении с отработанными моторными маслами (рис. 2):

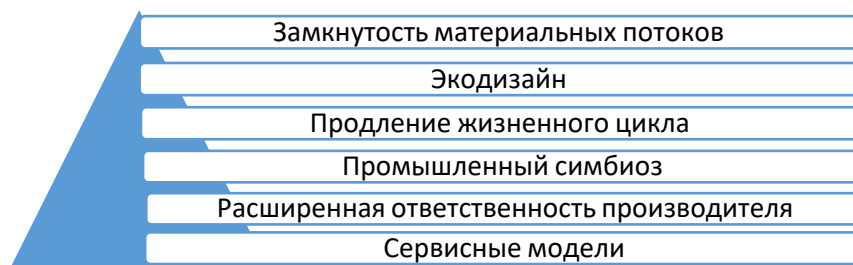


Рис. 2. Принципы теории замкнутого цикла ОММ

Принцип замкнутости материальных потоков предполагает замену традиционной линейной схемы обращения с ОММ – «использование → утилизация» – на циклическую модель «использование → сбор → восстановление → повторное использование». Реализация данного принципа направлена на формирование безотходных или малоотходных производственных систем, в рамках которых ОММ не выводятся из хозяйственного оборота как отходы, а возвращаются в него в качестве вторичного сырья.

Механизмы реализации принципа включают комплекс взаимосвязанных мероприятий. Прежде всего, организуется сеть пунктов сбора ОММ, размещаемых на территории автосервисов, промышленных предприятий и логистических центров. Собранные отходы транспортируются в герметичных контейнерах до перерабатывающих заводов, что исключает риск загрязнения окружающей среды в процессе перевозки. На следующем этапе осуществляется многоступенчатая регенерация масла, предусматривающая очистку от механических примесей и воды, удаление растворенных загрязнений, а также восстановление функциональных присадок.

Технологии регенерации ОММ различаются по методам воздействия и глубине очистки. Механические методы (фильтрация, центрифугирование) позволяют удалить твердые частицы

и воду, обеспечивая первичную очистку масла. Физико-химические методы (адсорбция, коагуляция) предназначены для удаления растворенных загрязнений и продуктов окисления, улучшая эксплуатационные свойства масла [3]. Химические методы (гидроочистка, кислотнo-щелочная обработка) восстанавливают базовые свойства масла за счет нейтрализации кислот, удаления сернистых соединений и восстановления молекулярной структуры углеводородов. Термические методы (пиролиз) применяются в случаях, когда глубокая регенерация нецелесообразна: ОММ перерабатываются в топливо или сырье для нефтехимической промышленности, что также соответствует принципам ресурсосбережения [4].

Особое место среди современных технологий регенерации занимают мембранные методы очистки, отличающиеся высокой селективностью, низкими энергозатратами и возможностью глубокой очистки без применения агрессивных реагентов [3].

После регенерации проводится обязательный контроль качества восстановленного масла с проверкой ключевых физико-химических показателей (вязкость, температура вспышки, содержание механических примесей, кислотное число и др.) на соответствие отраслевым стандартам и техническим требованиям. Завершающим этапом является возврат регенерированного продукта в производственный цикл: он может использоваться либо как компонент при производстве новых смазочных материалов, либо в качестве самостоятельного смазочного средства для менее ответственных узлов и механизмов.

Экодизайн подразумевает разработку моторных масел с ориентацией на минимизацию экологического ущерба и удобство последующей переработки. В рамках этого подхода добиваются повышения термоокислительной стабильности базовых масел, внедряют биоразлагаемые компоненты (в т.ч. на растительной основе), сокращают содержание токсичных металлов (Zn, P) в присадках и подбирают добавки, которые легко удаляются в процессе регенерации. Важный элемент – четкая маркировка упаковки: она упрощает сортировку и переработку тары.

Продление жизненного цикла ОММ направлено на максимально эффективное использование ресурса масла за счет системных мер, минимизирующих его преждевременный вывод из эксплуатации. В отличие от полной регенерации подход акцентируется на профилактике деградации и оперативном восстановлении ключевых свойств непосредственно в процессе эксплуатации. Ключевые меры включают регулярный мониторинг состояния масла, локальную очистку мобильными фильтрационными установками для удаления загрязнений без остановки работы оборудования, дозированную корректировку состава путем добавления присадок для восстановления эксплуатационных характеристик, компаундирование (смешивание партий масла с разными показателями для получения продукта требуемого качества и др.

Промышленный симбиоз предполагает вовлечение ОММ в производственные цепочки других отраслей как ценного вторичного сырья. Так, в дорожном строительстве ОММ улучшают пластичность битумных смесей и снижают температуру их хрупкости; в металлургии служат основой смазочно-охлаждающих жидкостей для прокатных станов; в энергетике после очистки применяются как альтернативное топливо для котельных; в химической промышленности выступают сырьем для производства ПАВ и пластификаторов; в строительстве используются для антисептической пропитки древесины и создания гидроизоляционных составов. Для реализации подхода применяют модификацию ОММ с добавлением специальных модификаторов, смешивание с другими отходами (например, отработанными растворителями или шламами), гранулирование для удобства транспортировки и стандартизацию требований к качеству вторичного сырья.

Сущность расширенной ответственности производителя заключается в цикличности оборота горюче-смазочных материалов. В этой системе компании отвечают не только за производство масла, но и за организацию его сбора и восстановления до базового. Суть этого подхода в перераспределении эконогрузки, снижая для государственного и муниципального бюджета, но повышая для корпораций.

Применительно к сервисно-ориентированным стратегиям эксплуатации технических масел складывается тенденция к изменениям, при которых прежняя концепция с ярко выраженным акцентом на реализацию продукции уступает новой – с акцентом на поддержание долговечности и стабильности рабочих деталей и механизмов. Особую роль в этом процессе играет рециклинг смазочных масел, как гарантия длительного сотрудничества, в противовес краткосрочным поставкам. Организации-вендоры предоставляют различные формы взаимодействия, среди которых как стабильно организованный сбор и замена отработанного продукта, так и арендные модели, включающие определенную плату за эксплуатационный период.

В настоящее время умные устройства-датчики IoT (Internet of things) в режиме постоянного мониторинга технических показателей масел позволяют с большой точностью установить оптимальное время их замены, что помогает избежать как необоснованных трат, так и повреждений механизмов. Применение такой концепции становится для потребителей не только гарантией стабилизации затрат, но сохранения необходимого уровня качественных характеристик масла. Обеспечение экологической безопасности, включая сбор отработанного материала и его утилизацию, во многом ложится на организацию-провайдера, а не на эксплуатанта.

Проведенный в рамках исследования анализ демонстрирует глобальную смену парадигмы в области утилизации и рециклинга отработанного моторного масла, что выражается в признании необходимости замкнутого цикла, где важную роль играют процессы восстановления продукта и его возвращения в производство для снижения антропогенной экологической нагрузки и сокращения потребления ископаемых ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Дорохина, Е.Ю. Экономика замкнутых циклов: тенденции и перспективы: монография / Е.Ю. Дорохина, Д.Е. Кучер, С.Г. Харченко. – М.: МАКС Пресс, 2023. – 128 с.
- 2) Евдокимов, А.Ю. Экологические аспекты применения смазочных материалов / А.Ю. Евдокимов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2020. – № 3 (294). – С. 39-45.
- 3) Технология экологически безопасной утилизации отработанных смазочных масел / А.В. Маркелов, С.З. Калаева, Д.В. Волков, Э.С. Цховребов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2025. – № 1 (27). – С. 185-191.
- 4) Чуденкова Т.Н. Химия и технология регенерации отработанного моторного масла / Т.Н. Чуденкова, В.Н. Чуденкова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2020. – № 3 (294). – С.39-45.

ВЛИЯНИЕ КИСЛОТНО-ТЕРМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ГЛАУКОНИТСОДЕРЖАЩИХ АДСОРБЕНТОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ХРОМА

И.А. Воронов, Р.Э. Калаев

Научный руководитель – П.Б. Разговоров, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В работе выполнено сравнение структурных и сорбционных характеристик природной, термически активированной при 700 °С и кислотнотермически модифицированной глауконитсодержащей глины при очистке водных сред от ионов Cr^{6+} . Методами низкотемпературной порометрии и сканирующей электронной микроскопии установлено, что термическая активация увеличивает удельную поверхность с 54,8 до 61,4 м²/г и повышает степень извлечения Cr^{6+} до 63,8% при pH 6,7. Последовательная кислотнотермическая обработка 6%-й янтарной кислотой снижает удельную поверхность до 38-40 м²/г и эффективность очистки до 35,3%, обеспечивая при этом смещение рабочего pH в кислую область 3,4-3,7. Показано, что термическая активация является предпочтительным методом модификации для достижения максимальной степени очистки.

Ключевые слова: адсорбция, ионы хрома, глауконит, термическая активация, янтарная кислота, очистка сточных вод

INFLUENCE OF ACID-THERMAL MODIFICATION OF GLAUCONITE-CONTAINING ADSORBENTS ON THE EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT FROM CHROMIUM IONS

I.A. Voronov, R.E. Kalaev, A.E. Kosheleva

Scientific Supervisor – P.B. Razgovorov, Doctor of Engineering Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

This paper compares the structural and sorption characteristics of native, thermally activated at 700 °C, and acid-thermally modified glauconite-containing clay for the removal of Cr^{6+} ions from aqueous media. Using low-temperature porosimetry and scanning electron microscopy, it was found that thermal activation increases the specific surface area from 54.8 to 61.4 m²/g and raises the Cr^{6+} removal efficiency to 63.8% at pH 6.7. Sequential acid-thermal treatment with 6% succinic acid reduces the specific surface area to 38-40 m²/g and the purification efficiency to 35.3%, while shifting the working pH to the acidic range of 3.4–3.7. It is shown that thermal activation is the preferred modification method for achieving maximum purification efficiency.

Keywords: adsorption, chromium ions, glauconite, thermal activation, succinic acid, wastewater treatment

Загрязнение водных объектов соединениями хрома – отходами гальванических и металлургических предприятий требует разработки эффективных сорбционных методов очистки. Природные алюмосиликаты, в частности, глауконитсодержащие глины, являются доступным сырьем, однако их природная сорбционная активность часто недостаточна для эффективного удаления загрязнителей [1, 2]. В работе исследовано влияние термической и кислотнотермической модификации на структурные свойства глауконитсодержащей глины и эффективность извлечения Cr^{6+} из водных сред.

Кислотная обработка алюмосиликатов позволяет увеличить удельную поверхность и пористость материала за счет выщелачивания катионов из межслоевого пространства [3]. Объектом настоящего исследования служила порошковая зеленая глина (Московская обл., после прокаливании и отмучивания) с содержанием глауконита до 17 мас%. Модификацию данного адсорбента проводили тремя путями: 1 – термическая активация при 700 °С в течение 2 ч; 2 – кислотная активация 6%-ном раствором янтарной кислоты; 3 – двухстадийная обработка, совмещающая прокалывание и последующую кислотную активацию. Согласно [4], использование янтарной кислоты в качестве модификатора зеленой глины обеспечивает

мягкое воздействие на ее структуру и способствует образованию на поверхности дополнительных центров комплексообразования. При этом изменения фазового состава материала контролировали с использованием рентгеновской дифрактометрии, а пористую структуру и удельную поверхность оценивали методом низкотемпературной адсорбции-десорбции азота. Сорбционные эксперименты проводили в статическом режиме на модельных растворах с начальной концентрацией Cr^{6+} 0,58 мг/л при варьировании pH от 3,0 до 8,0.

Удельная поверхность природной глины составила $54,8 \pm 3,5 \text{ м}^2/\text{г}$. Термическая активация привела к её увеличению до $61,4 \pm 2,2 \text{ м}^2/\text{г}$ за счет удаления гидратной воды и раскрытия межслоевого пространства. Кислотная обработка как нативной, так и предварительно прокаленной глины снизила удельную поверхность до 38-40 $\text{м}^2/\text{г}$. При этом на дифференциальных кривых распределения пор по диаметрам (рис. 1) зафиксировано возрастание доли пор размером 8-15 нм, что указывает на перестройку пористой структуры в результате частичного растворения примесных фаз.

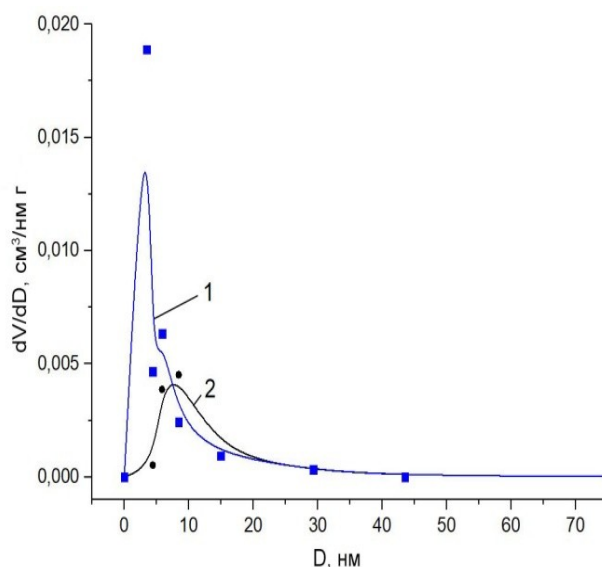


Рис. 1. Дифференциальные кривые распределения пор по диаметрам природной (1) и кислотно-активированной (2) глауконитсодержащей глины

Регулирование pH модельных растворов путем добавления по каплям 6%-го раствора янтарной кислоты позволило исследовать адсорбционную активность глауконитсодержащей глины в диапазоне pH от 3,0 до 8,5. Сорбционные испытания (рис. 2) показали, что порошковая природная глина обеспечивает степень извлечения Cr^{6+} из водных сред на уровне 41 % при pH около 6,4.

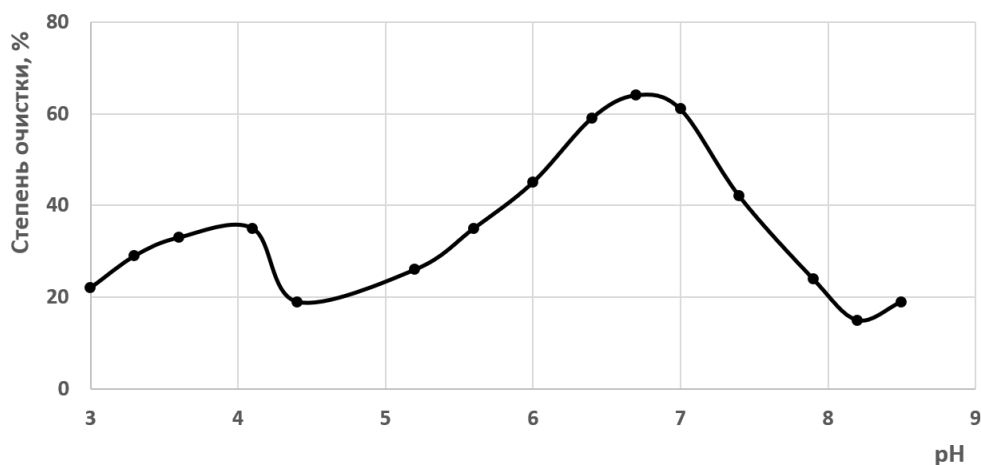


Рис. 2. Влияние pH раствора на степень очистки водной среды от ионов Cr^{6+} глауконитсодержащей глиной

Термическая активация при 700 °С повышает этот показатель до 63,8% и смещает оптимальное значение pH в щелочную область (6,7-6,8). Кислотная активация природной глины снижает эффективность очистки растворов от Cr^{6+} до 38,4% при pH 3,7, а двухстадийная кислотно-термическая обработка приводит к дальнейшему снижению степени извлечения до 35,3% при pH 3,4. Характер полученной зависимости степени очистки от pH водной среды свидетельствует о сложном механизме взаимодействия ионов хрома с поверхностью адсорбента. Первый максимум адсорбции при pH 3,8, вероятно, связан с электростатическим притяжением анионных форм хрома HCrO_4^- к протонированным гидроксильным группам поверхности $\equiv\text{Si}-\text{OH}_2^+$. Второй, более выраженный максимум при pH = 6,4 может объясняться сорбцией катионных форм Cr^{3+} , образующихся при частичном восстановлении Cr^{6+} , на депротонированной поверхности $\equiv\text{Si}-\text{O}^-$. Провалы эффективности при pH, равном 4,4 и 8,2, соответствуют переходным областям, где изменяется зарядовое состояние как поверхности адсорбента, так и ионных форм хрома в растворе.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что термическая активация при 700 °С является эффективным методом модификации глауконитсодержащей глины, обеспечивающим максимальную степень очистки водных сред от ионов Cr^{6+} . Двухстадийная кислотно-термическая обработка, хотя и позволяет сместить рабочий диапазон pH в более кислую область, сопровождается значительным снижением сорбционной активности материала. Кинетические исследования показали, что для термоактивированного образца равновесие в системе водная среда – адсорбент достигается за 30 мин, тогда как в присутствии кислотно-модифицированной формы процесс протекает за 90-120 мин, что связывается с хемосорбционным взаимодействием карбоксильных групп кислоты с ионами металла.

Таким образом, термическая активация глауконитсодержащей глины при 700 °С увеличивает удельную поверхность на 12% и повышает степень извлечения Cr^{6+} с 41,4% до 63,8% при оптимальном значении pH водной среды, равном 6,7. Кислотно-термическая модификации указанного алюмосиликатного адсорбента с использованием 6%-го раствора янтарной кислоты менее эффективна: удельная поверхность снижается, степень очистки водных растворов от соединений Cr^{6+} падает до 35,3%. Рекомендуемым методом подготовки порошковой зеленой глины (Московская обл.) для очистки сточных вод от соединений хрома (VI) является термическая активация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Переработка алюмосиликатного сырья и отвалов строительства метрополитена в композиционные сорбенты для очистки водных и маслосодержащих сред / П.Б. Разговоров, А.А. Игнатьев, М.А. Абрамов, Р.С. Нагорнов // Умные композиты в строительстве. – 2020. – Т. 1. – № 1. – С. 10-26.
- 2) Copper removal from wastewater by a chitosan-based biodegradable composite / O. Velasco-Garduño, M.E. Martínez, M. Gimeno, A. Tecante, R. Beristain-Cardoso, K. Shirai // Environmental Science and Pollution Research. – 2020. – Vol. 27. – P. 28527-28535.
- 3) Acid activation of upper Eocene Ca-bentonite for soybean oil clarification / S. Chakroun, M. Herchi, W. Mechti, M.E. Gaied // Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – Vol. 4, No. 28. – P. 22557-22569.
- 4) Щадящая активация полиминерального сорбента и ее влияние на процесс очистки маслосодержащих сред от примесных ингредиентов / Р.С. Нагорнов, П.Б. Разговоров, А.М. Лепилова, Ю.И. Строганова, П.Р. Смирнов, С.П. Кочетков // Изв. вузов. Сер. Химия и хим. технология. – 2017. – Т. 60, № 8. – С. 53-59.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МАГНИТНОЙ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД В ТЁПЛОМ И ХОЛОДНОМ КЛИМАТЕ

А.М. Геннадьева, Д.С. Антонова, С.З. Калаева

Научный руководитель – С.З. Калаева, д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассмотрена актуальная проблема загрязнения водных экосистем нефтью и нефтепродуктами. Показано, что естественное самоочищение водоёмов зависит от климатических условий. Предложен метод очистки воды от нефтепродуктов с помощью ферромагнитной жидкости на основе магнетита. Экспериментально установлена зависимость эффективности очистки воды от температуры.

Ключевые слова: нефтепродукты, естественное самоочищение, магнетит, ферромагнитная жидкость, сточная вода, очистка

COMPARATIVE ASSESSMENT OF MAGNETIC PURIFICATION OF OIL-CONTAMINATED WATERS IN WARM AND COLD CLIMATES

A.M. Gennadyeva, D.S. Antonova, S.Z. Kalaeva

Scientific Supervisor – S.Z. Kalaeva, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article addresses the urgent problem of pollution of aquatic ecosystems by oil and petroleum products. It is shown that the natural self-purification of water bodies depends on climatic conditions. A method for purifying water from petroleum products using a magnetite-based ferrofluid is proposed. The dependence of water purification efficiency on temperature has been experimentally established.

Keywords: petroleum products, natural self-cleaning, magnetite, ferromagnetic fluid, wastewater, purification

Ежегодно в морскую среду поступает от 0,5 до 11 млн тонн углеводородов нефтяного происхождения. Около 10% этого объёма связано с авариями при добыче и перевозке «чёрного золота». После разлива нефть быстро распределяется по водной поверхности, создавая плотную плёнку, которая нарушает газообмен и теплообмен между океаном и атмосферой.

Под действием тепла, ветра и солнечного света лёгкие фракции испаряются, а микроорганизмы постепенно окисляют углеводороды до воды и углекислого газа. Интенсивность этих процессов зависит от состава и свойств нефти, а также от климатических условий. В тёплых водах природа справляется с загрязнением быстрее. Например, после разрушения нефтяных объектов в зоне Персидского залива в 1990–1991 гг. акватория очистилась естественным путём за несколько месяцев, несмотря на выброс более 1 млн тонн нефти.

В арктических широтах ситуация иная. Низкие температуры, полярная ночь и ледяной покров тормозят испарение и биологическое разложение. Даже летом вода прогревается слабо, что не позволяет углеводородоокисляющим микробам работать активно. Нефть может оказаться на льду или под ним, а процессы самоочищения идут крайне медленно.

Для удаления нефтепродуктов из воды предлагаются различные сорбенты: на основе силикагеля, кварцевого песка, керамзита и других материалов. Они обеспечивают высокую степень очистки, однако многие из них эффективны только при определённых температурах и скоростях фильтрации [1].

Среди сорбционных технологий отдельно можно выделить способы с использованием мелкодисперсных материалов, обладающих магнитными свойствами. Наиболее распространённым представителем таких сорбентов является магнетит (Fe_3O_4), на основе которого получают ферромагнитную жидкость (ФМЖ). ФМЖ состоят из трех основных элементов, которые включают ферромагнитное соединение (магнетит) [2], поверхностно-активное вещество (стабилизатор) и жидкость-носитель [3-5].

Ранее [6] нами был описан способ получения ферромагнитной жидкости.

Синтезированная по описанной методике ферромагнитная жидкость может быть непосредственно использована в качестве активного компонента при очистке водных сред от нефти и нефтепродуктов (НП). Технологический принцип основан на способности ферромагнитных наночастиц адсорбировать углеводороды на своей поверхности и последующем извлечении образовавшегося омагниченного нефтепродукта из воды с помощью магнитной сепарации. Это позволяет достичь высокой степени удаления загрязнений без применения традиционных сорбционных материалов.

Эффективность удаления нефтепродуктов из воды зависит от её температуры. Вязкость углеводородов непостоянна: она определяется как их молекулярной структурой, так и температурой окружающей среды. При охлаждении вязкость увеличивается. Особенно ярко это проявляется у высоковязких нефтей, битумов природного происхождения и тяжёлых остаточных фракций (мазут, гудрон): при низких температурах у них возникает так называемая структурная вязкость – аномальное поведение, при котором течение перестаёт быть пропорциональным напряжению, и такие среды относят к неньютоновским жидкостям [1].

В настоящем исследовании для объёмной очистки воды от нефтепродуктов с применением ферромагнитной жидкости применяли устройство, представленное в патенте № 2602566 (от 20.11.2016) [7]. Детальное описание технологической схемы и основных этапов процесса очистки воды от нефтепродуктов с применением ФМЖ представлено в нашей работе [8].

В ходе исследования установлена зависимость эффективности очистки воды от нефтепродуктов с помощью ФМЖ от температуры. При низких температурах воды эффективность снижена из-за высокой прочности адсорбционного слоя нефти. Повышение температуры до 12–28 °С резко увеличивает эффективность (свыше 90%) за счёт снижения вязкости и улучшения коалесценции. Дальнейший нагрев выше 28 °С снижает эффективность из-за дестабилизации агрегатов и частичного растворения углеводородов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кулакова, И.И. Ликвидация аварийных разливов нефти. Сорбционная очистка поверхности акваторий от нефтяных загрязнений: учебное пособие к спецкурсам кафедры химии нефти и органического катализа «Переработка нефти» и «Нефтехимия» / И.И. Кулакова, Г.В. Лисичкин. – М., 2022. – 82 с.
- 2) Механохимический синтез наночастиц феррита MnZn, пригодных для биосовместимых феррожидкостей. / М. Арана, П.Г. Беркофф, С.Э. Жакобо, П. М. Зелис, Г.А. Паскевич // *Ceram. Int.* – 2016. – № 42. – С. 1545-1551. – DOI: 10.1016/j.ceramint.2015.09.103
- 3) Генк, С. Синтез и реология феррожидкостей: обзор. / С. Генк, Б. Дерин // *Curr. Opin. Chem. Eng.* – 2014. – № 3. – С. 118-124. – DOI: 10.1016/j.coche.2013.12.006
- 4) Мамани, Дж.Б. Синтез и характеристика наночастиц Fe₃O₄ с перспективами применения в биомедицине. / Дж.Б. Мамани, Л.Ф. Гамарра, Г.Э. д. С. Брито // *Mater. Res.* – 2014. – № 17. – С. 542-549. – DOI: 10.1590/S1516-14392014005000050
- 5) Синтез и характеристика наночастиц магнетита, покрытых лауриновой кислотой / Дж.Б. Мамани, А.Ж. Коста-Филью, Д.Р. Корнехо, Э.Д. Виейра, Л.Ф. Гамарра // *Mater. Charact.* – 2013. – № 81. – 28-36. – DOI: 10.1016/j.matchar.2013.04.001
- 6) Температурные зависимости в процессах очистки нефтепромысловых сточных вод с применением ферромагнитной жидкости из отходов / А.М. Геннадьева, А.Е. Кошелева, Д.С. Антонова, С.З. Калаева // *Управление техносферой.* – 2025. – Т. 8, № 1. – С. 72-87. – DOI: 10.35634/UdSU.2025.66.59.007.
- 7) Патент № 2602566 РФ, МПК C02F 1/48, C02F 1/40. Способ очистки воды от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости и устройство его реализации / Страдомский Ю.И., Морозов Н.А.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина» (ИГЭУ): № 2015112535/05; заявл. 06.04.2015 публ.: 20.11.2016.
- 8) Геннадьева, А.М. Исследование возможности объёмной очистки сточных вод от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости / А.М. Геннадьева, С.З. Калаева, Н.А. Морозов // XXI Всероссийская с международным участием Плесская научная конференция по нанодисперсным магнитным жидкостям: сборник научных трудов конференции, Плес, 10–13 сентября 2024 года. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2024. – С. 168-175..

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАГЕНТНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ СОЖ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.Д. Голубенцев, Е.А. Королева, Н.Л. Маркелова

Научный руководитель – **Н.Л. Маркелова**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматривается вопрос утилизации отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей с помощью реагентного метода с применением нового комплексного химического агента.

Ключевые слова: отработанная смазочно-охлаждающая жидкость, отход, утилизация

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF REAGENT DISPOSAL OF WASTE COOLANT AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

A.D. Golubentsev, E.A. Koroleva, N.L. Markelova

Scientific Supervisor – **N.L. Markelova**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the issue of waste coolant disposal using a reagent method with the use of a new complex chemical agent.

Keywords: wastecoolant, waste, disposal

Актуальность проблемы очистки и утилизации отработанных смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) для Российской Федерации определяется совокупностью экологических, экономических и стратегических факторов. По данным аналитических исследований, ежегодный объём образования отработанных СОЖ в стране превышает 2 млн тонн, при этом, по оценкам экспертов, до 30% отходов подвергается незаконному сбросу или неорганизованному размещению, что приводит к масштабному загрязнению почвенных и водных экосистем.

В структуре обращения с отходами СОЖ в России в 2025 году коэффициент утилизации составил не более 15–20%, что значительно ниже показателей развитых стран, где уровень переработки аналогичных отходов достигает 40–50%.

Это обуславливает накопление значительных объёмов опасных веществ в окружающей среде и увеличивает риски для здоровья населения. По данным Росприроднадзора, ежегодно в поверхностные водные объекты России поступает более 11 млн тонн загрязняющих веществ, значительная часть которых связана с промышленными стоками, содержащими нефтепродукты и компоненты СОЖ [1, 2, 6].

В условиях высокой импортозависимости отечественного рынка, эффективная регенерация и утилизация СОЖ приобретает стратегическое значение для обеспечения ресурсосбережения и развития принципов циркулярной экономики. Реализация технологий глубокой переработки позволяет вернуть в производственный цикл до 10–15% ценных углеводородных компонентов, что эквивалентно экономии десятков миллиардов рублей ежегодно и минимизирует финансовые издержки, связанные с импортом аналогичной продукции.

Дальнейшее ужесточение экологических нормативов, в том числе в рамках национального проекта «Экология» и института расширенной ответственности производителей, в сочетании с санкционными ограничениями на доступ к зарубежным технологиям, обуславливает

необходимость ускоренного развития отечественных решений в сфере утилизации СОЖ. Так, по прогнозам, к 2030 году объём рынка утилизации СОЖ в России может вырасти на 15–20% при условии внедрения инновационных технологий и повышения коэффициента утилизации до 25–30% [3, 4, 7].

Таким образом, формирование эффективной системы обращения с отработанными смазочными материалами становится неотъемлемым условием обеспечения экологической безопасности, технологического суверенитета и экономической стабильности государства. Внедрение современных методов переработки и утилизации СОЖ позволит не только снизить антропогенную нагрузку на окружающую среду, но и повысить конкурентоспособность отечественной промышленности за счёт ресурсосбережения и импортозамещения

Методы утилизации отработанных СОЖ делятся на регенерацию, пиролиз и непосредственное использование отработанных СОЖ в качестве добавки в битум, асфальтобетоны или пропитки технической древесины (шпалы, столбы).

Реагентный метод утилизации отработанных СОЖ сочетает в себе высокую технологическую эффективность, экономическую доступность, экологическую безопасность и универсальность применения. Это делает его оптимальным выбором для предприятий, стремящихся к ресурсосбережению, снижению экологической нагрузки и соответствию современным требованиям промышленной безопасности.

Для заинтересованных промышленных предприятий Ярославского региона нами предложена технологическая схема утилизации отработанных СОЖ, включающая несколько стадий:

1. Смешение в реакторе отработанной СОЖ с реагентами – катионными полиэлектролитами А-17, Б-17 и флокулянт Аквавалент [5].

Катионные полиэлектролиты А-17 и Б-17 – это высокомолекулярные соединения с положительным зарядом, которые эффективно взаимодействуют с отрицательно заряженными частицами и каплями масла в отработанных СОЖ.

Флокулянт «Аквавалент» – специализированный реагент, предназначенный для разрушения устойчивых эмульсий и агрегации загрязнений в крупные флокулы, что облегчает их отделение от воды

Опытным путем установлено, что катионные полиэлектролиты обеспечивают быструю агрегацию частиц при низких дозах (15–20 мг/дм³), а «Аквавалент» усиливает этот эффект, позволяя снизить объём отходов до 2–3% от исходного объёма отработанной СОЖ.

2. Осветление жидкости в отстойнике с образованием плотного осадка на дне емкости.

3. Подача осветленной жидкости в емкость флотатора для последующей очистки.

На выходе из технологической установки получаем осветленную воду и смесь флотационной пены с осадком, которая далее идет в илоуплотнитель. Осветленная вода после очистки направляется в заводскую канализацию и далее на доочистку. Осадок после илоуплотнителя предлагается использовать в качестве компонента для изготовления топливных брикетов, наполнителя для производства бетона и асфальтобетонных смесей или в качестве наполнителя-модификатора в резиновые смеси.

Преимуществами предложенной схемы утилизации отработанной СОЖ являются:

- Высокое качество очистки отработанной СОЖ. Эффективность очистки от нефтепродуктов с использованием катионных флокулянтов (аналогичных А-17, Б-17) и флокулянтов типа «Аквавалент» обычно составляет 91–98%. Остаточное содержание нефтепродуктов в очищенной воде – 1–10 мг/дм³. Для взвешенных веществ эффективность очистки достигает 82–97%. Остаточное содержание взвешенных веществ после обработки – 1–20 мг/дм³.

- Минимизация объёмов отходов, подлежащих утилизации.

- Совместимость с существующим традиционным заводским оборудованием и простота внедрения.
- Данная технология соответствует современным экологическим требованиям и нормативам.
- Возможность возвращать очищенную воду в производственный цикл.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Булыжев, Е.М. Ресурсосберегающее применение смазочно-охлаждающих жидкостей при металлообработке / Е.М. Булыжев, Л.В. Худобин. – М.: Машиностроение, 2004. – 352 с.
- 2) Васильев, А.В. Анализ негативного воздействия смазочно-охлаждающих жидкостей на человека и биосферу и методов его снижения / А.В. Васильев, Л.Р.Хамидуллова // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – № 4. – С. 45-49.
- 3) Гольдхан, Ф. Смазочно-охлаждающие жидкости в металлообрабатывающей промышленности / Ф. Гольдхан, В.П. Ельсуков, П.И. Ксенович. – Минск: Тонпик, 2003. – 100 с.
- 4) Смазочно-охлаждающие технологические средства и их применение при обработке резанием: справочник / Л.В. Худобин, А.П. Бабичев, М. Булыжев [и др.]; под общ. ред. Л.В. Худобина. – М.: Машиностроение, 2006. – 544 с.
- 5) Флокулянт Аквалент. – URL: <https://biopolymer.eco/solutions/flocculants-for-neutralization-of-spent-coolants/?ysclid=mnsz5umf7b25469050> / (дата обращения: 16.03.2026)
- 6) Astakhov, V.P. Metalworking fluids (MWFs) for cutting and grinding / V.P. Astakhov, S. Joksch // Fundamentals and recent advances. – Woodhead Publishing Limited, 2012. – P. 413.
- 7) Byers, Jerry P. Metalworking Fluids / Jerry P Byers. – CRC Press, Taylor & Francis Group. – 2006. – 422 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ САНАТОРИЯ «МАЛЫЕ СОЛИ» И МЕТОДЫ ЕЕ ОЧИСТКИ

М.С. Еремеева

Научный руководитель – **О.П. Филиппова**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Данное исследование посвящено изучению состава воды из отстойника санатория «Малые Соли» и его возможного влияния на реку Солоница в Ярославской области. Было обнаружено превышение содержания компонентов воды в сравнение с ПДК, предложена схема очистки воды.

Ключевые слова: Пресные воды, минерализация, концентрация, река, санаторий, технологическая схема

STUDY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF WATER AT THE "MALYE SOLI" SANATORIUM AND ITS PURIFICATION METHODS

M.S. Eremeeva

Scientific Supervisor – **O.P. Filippova**, Doctor of Engineering Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

This study examines the composition of water from the settling basin of the "Malye Soli" sanatorium and its possible impact on the Solonitsa River in Yaroslavl region. Excessive concentrations of water components were found compared to the maximum permissible concentrations), and a water purification scheme was proposed.

Keywords: Freshwater, mineralization, concentration, river, sanatorium, process flow chart

Природные пресные воды являются важнейшим ресурсом, обеспечивающим жизнедеятельность экосистем и человечества. Их качество, в первую очередь определяемое элементарным составом, напрямую влияет на состояние здоровья населения и экологическую устойчивость окружающей среды.

Множество производств, сельское хозяйство, предприятия питьевого водоснабжения предъявляют определенные требования к качеству вод, в том числе и к минерализации, так как воды, содержащие большое количество солей, отрицательно влияют на растительные и животные организмы, технологию производства и качество продукции [1].

В качестве объекта исследования в данной теме рассматривается территория, подвергающаяся длительному загрязнению в результате длительного сброса минерализованных вод санатория «Малые Соли», в Некрасовском районе Ярославской области, в поселке Строитель, в 45 км на северо-восток от г. Ярославль (57°36'29.0 СШ, 40°23'50.2 ВД). Отбор проб проводился в октябре 2025 года. Пробы были отобраны из отстойника санатория «Малые Соли», позволяющего получить воду усредненного состава из разных лечебных корпусов [2-5].

Были проведены лабораторные анализы. Концентрации растворенных в воде минеральных солей были определены химическими методами, такими как титриметрический и спектрофотометрический. Результаты анализа продемонстрированы в табл.1.

Сопоставление полученных данных с установленными нормативами (ПДК) позволяет выявить степени риска и разработать природоохранные мероприятия. Хлориды являются доминирующим анионом в высокоминерализованных водах. Изученные особенности элементарного состава воды обусловлены степенью антропогенного воздействия. Исходя из этого, сброс воды данного качества отрицательно скажется на реке Солоница, изменив ее химический состав, что приведет к разрушению сложившейся экосистеме.

Для решения данной проблемы была разработана и составлена технологическая схема, включающая в себя: Механическую очистку, аэрацию, осаждение и фильтрацию, обессоливание.

1. Первым этапом используется механическая очистка, на этом этапе происходит удаление крупных взвешенных частиц (песок, ржавчина, ил). В данном случае это важно для

защиты дорогого оборудования на следующих этапах очистки. В качестве аппараты был выбран пескоструйный фильтр.

2. Растворенное железо сложно удалить методом фильтрации, поэтому применяется аэрационная колонна. За счёт пропускания воды через воздух происходит окисление двухвалентного железа (Fe^{2+}) до трехвалентного (Fe^{3+}).

3. После аэрации, трехвалентное железо и гидроксид алюминия образуют нерастворимые осадки. Эти осадки отделяются в отстойнике. Затем вода проходит через фильтры с зернистой загрузкой для полного удаления оставшихся взвешенных частиц железа и алюминия. В качестве оборудования предусмотрены отстойник и фильтры с зернистой загрузкой.

4. Хлориды (9394 мг/дм^3) и сульфаты (459 мг/дм^3) удаляются мембраной обратного осмоса. Данный метод использует полупроницаемую мембрану, которая пропускает молекулы воды, но задерживает большинство растворенных солей, включая хлориды и сульфаты. Для достижения требуемой степени очистки может потребоваться несколько ступеней обратного осмоса или установка высокой производительности.

Таблица 1. Результаты испытаний

Показатели	Единицы измерения	Результаты исследований	Норматив
Хлориды	мг/дм^3	9394	300
Аммоний ион	мг/дм^3	0,61	0,5
Фосфат ион	мг/дм^3	<0,05	0,6
Нитрит	мг/дм^3	<0,005	0,08
Железо общее	мг/дм^3	3,1	0,1
Алюминий	мг/дм^3	1,4	0,4
Сульфат ион	мг/дм^3	495	100
Водородный показатель	ед.рН	6,82	6-7

В заключение: детальное исследование элементного состава природной воды является важнейшей частью оценки экологической безопасности водопользования. Комплексный анализ химических параметров и разработке методов и способов очистки данной воды, позволят обеспечить устойчивое и безопасное использование этого жизненно важного ресурса для нынешнего и будущих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Растворенные и взвешенные неорганические вещества в водных системах: учебник для вузов / О.В. Яровая, Я.П. Молчанова, Т.В. Гусева, А.А. Фирер – М. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2014. – 7 с.
- 2) Исследование физико-химических свойств минерализованной воды санатория «Малые соли» / А.А. Качков, А.В. Симонов, М.С. Еремеева, О.П. Филиппова // XXXIII всероссийской научно-практической конференции. Тула, 2025.
- 3) Технология очистки воды от нефтепродуктов с использованием магнитных жидкостей из промышленных отходов / А.М. Геннадьева, С.З. Калаева, О.П. Филиппова [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2024. – № 3 (149). – С. 191-203.
- 4) Исследование возможности очистки воды от отходов "зелёного масла" / П.А. Алексеенко, А.А. Фролова, Э.В. Галикова, О.П. Филиппова // Семьдесят вторая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием: сборник материалов конференции, Ярославль, 24 апреля 2019 года / Ярославский государственный технический университет. Том Часть 1. – Ярославль: Ярославский государственный технический университет, 2019. – С. 388-391.
- 5) Афанасьева, Ю.А. Экологическая оценка влияния минеральных вод на поверхностные водные объекты / Ю.А. Афанасьева, С.И. Ларин, Н.С. Ларина // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона Материалы 68-й студенческой научной конференции, Тюмень, 2017. Издательство: ТюмГУ. – С. 41-48.

УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Н.В. Жарова, О.В. Ладыгина

Научный руководитель – **О.В. Ладыгина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматриваются возможные методы утилизации осадка очистки сточных вод на основании литературных источников и определении класса опасности отхода, путем проведения биотестирования на дафнии маточного раствора осадка очистки сточных вод.

Ключевые слова: методы утилизации отходов очистки сточных вод, определение класса опасности отхода, дафнии

DISPOSAL OF WASTEWATER SLUDGE FROM A COKE-CHEMICAL PLANT

N.V. Zharova, O.V. Ladygina

Scientific Supervisor – **O.V. Ladygina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

*The article discusses possible methods for the disposal of wastewater treatment sludge based on literature sources and the determination of the waste hazard class by conducting biotesting on *Daphnia magna* using the mother liquor of the wastewater treatment sludge.*

Keywords: wastewater treatment sludge disposal methods, waste hazard class determination, *Daphnia*

Утилизация отхода очистки промышленных сточных вод предотвращает складирование и возможность вторичного загрязнения почв и подземных вод при размещении осадка на иловых картах. Бесконтрольное размещение осадка очистки сточных вод приводит к деградации почв и гидросферы.

Сточные воды коксохимического предприятия имеют сложный химический состав, представленный как органическими, так и неорганическими загрязняющими веществами [1]. Очистка сточных вод коксохимического предприятия осуществляется с применением методов, основанных на коагуляции мелкодисперсных примесей из объема сточной воды и сорбции углеволокнистым фильтрующим материалом. Результаты количественного химического анализа пробы очищенной воды показывают низкую селективность методов очистки сточных вод по снижению концентрации ионов аммония в пробе [2].

Широко распространённым методом снижения концентрации ионов аммония в составе промышленных стоков является реагентный метод.

Реагентный метод основан на извлечении загрязняющего вещества в качестве комплексного соединения посредством химического взаимодействия ионов аммония с реагентами. В качестве реагентов в процессе осуществления химической реакции используются соли хлорид магния и гидрофосфат натрия [3]. Процесс взаимодействия реагентов и ионов аммония из стоков протекает при нормальных условиях, в результате образуется нерастворимое в воде неорганическое комплексное соединение магний-аммоний-фосфат ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), имеющего мелкодисперстную структуру.



Максимальная исходная концентрация ионов аммония в сточных водах составляет 782,70 мг/дм³. Реагентный метод очистки сточных вод обеспечивает эффективность извлечения ионов аммония 91,86 %. Количество образованного осадка при очистке сточных вод коксохимического предприятия реагентным методом максимально составляет около 2 т/год осадка магний-аммоний-фосфата.

Для предотвращения бесконтрольного складирования отхода очистки сточных вод и предотвращения рассеивания мелкодисперсного осадка по территории предприятия, необходимой мерой является дальнейшее движение отхода в качестве вторичного ресурса.

Магний-аммоний-фосфат используется как основной компонент удобрения для кислых почв, поскольку комплексное соединение нерастворимо в воде, однако медленно растворяется в слабокислой среде корней растений [4]. Следовательно, удобрение, основным компонентом которого является магний-аммоний-фосфат, способно постепенно высвобождать питательные вещества, обеспечивая пролонгированное действие, что предотвращает вымывание удобрения в грунтовые воды [5].

Сбрасываемые сточные воды коксохимического предприятия обладают высокой токсичностью. Состав сточных вод представлен преимущественно загрязняющими веществами органической природы. К таким загрязняющим веществам относятся фенол, роданид ион, цианиды, бензол, алканы, алкены, нафталин. Максимальная концентрация химического потребления кислорода в стоках составляет 24000,00 мг/дм³. Высокая токсичность промышленных сточных вод, являющихся основным источником извлечения ионов аммония в виде осадка нерастворимого в воде, выступает основным фактором препятствующим использованию отхода очистки стоков коксохимического предприятия в качестве удобрения.

Оценка токсичности полученного в ходе проведения химической реакции осадка магний-аммоний фосфата осуществляется путем проведения биотестирования водной вытяжки, приготовленной из отхода очистки сточных вод (табл. 1).

Биотестирование водной вытяжки осуществляется для выявления острого токсического действия приводящего к смертности одновозрастных особей дафний (*DaphniamagnaStraus*) [6]. Острое токсическое действие определяется по количеству погибших и выживших особей дафний в каждой повторяемости эксперимента по отношению к контролю. Контрольный раствор представлен культивационной аэрируемой водой. Культивационная вода применяется для культивирования дафний и разбавления исходной водной вытяжки. Разбавление водной вытяжки необходимо для установления класса опасности отхода.

Определение класса опасности отхода основывается на определении степени опасности отхода для окружающей среды по коэффициенту разбавления. Коэффициент разбавления показывает соотношение объема водной вытяжки отхода к объему культивационной воды, необходимой для разбавления. Значение коэффициента разбавления, при котором в обеих повторяемостях эксперимента наблюдается 100 % выживаемость тест-объектов (*DaphniamagnaStraus*), указывает на класс опасности отхода в соответствии с Приказом Минприроды РФ от 31.03.2025 N 158 [7].

Таблица 1. Результаты биотестирования водной вытяжки осадка

Коэффициент разбавления (K)	Выжившие тест-объекты		Погибшие тест-объекты	
	Повторяемость № 1	Повторяемость № 2	Повторяемость № 1	Повторяемость № 2
1	0	0	10	10
10	0	0	10	10
20	4	1	6	9
40	5	5	5	5
80	10	10	0	0
100	10	10	0	0

Результаты биотестирования водной вытяжки осадка магний-аммоний-фосфата, полученного из сточных вод коксохимического предприятия, показывают наличие токсичности отхода. Наблюдается 100 % смертность тест-объектов в пробах водной вытяжки без разбавления и при разбавлении пробы в 10 раз. Следовательно, отход очистки сточных вод коксохимического предприятия имеет вредное токсическое действие на гидробионтов и не может использоваться в качестве удобрения для дальнейшей утилизации.

Согласно значения степени опасности отхода для окружающей среды (K) по классам опасности [7] отход очистки сточных вод коксохимического предприятия имеет IV класс

опасности. Отход очистки сточных вод относится к малоопасным отходам с минимальной степенью негативного воздействия на окружающую среду.

Перспективным направлением утилизации отхода очистки сточных вод является применение магний-аммоний-фосфата в качестве сырьевой добавки к цементу для повышения технических характеристик бетона.

Магний-аммоний-фосфат (струвит) основной компонент, отвечающий за прочность магнезио-фосфатных цементов. Применение струвита обеспечивает улучшение ряда свойств, включая уплотнение микроструктуры за счет попадания частиц в поры материала, увеличение сцепления цемента, облегчение укладки бетонной смеси без потери ее связности [8].

Утилизация осадка очистки сточных вод магний-аммоний фосфата в качестве добавки к цементу способствует не только улучшению технических характеристик строительного материала, но и обладает положительным экологическим эффектом за счет предотвращения складирования осадка на территории предприятия и снижение углеродного следа при производстве цемента.

Решение проблемы движения крупнотоннажных отходов очистки сточных вод заключается в переходе от концепции захоронения к концепции вовлечения в оборот производства в качестве вторичных материальных ресурсов. Процесс утилизации осадков очистки сточных вод необходим для предотвращения попадания загрязняющих веществ в почвы и грунтовые воды, вызывая повторное загрязнение окружающей среды и снижения складирования отходов на территории предприятия. Движение отхода в качестве вторичного ресурса обеспечивает экономический эффект, сокращая затраты на сырье при производстве строительных материалов. Однако, при утилизации отходов необходимо учитывать токсичность загрязняющих веществ входящих в состав отхода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Очистка сточных вод процесса переработки каменноугольной смолы от фенола / О.В. Ладыгина, Н.В. Жарова, С.З. Калаева [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2024. – № 2(148). – С. 189-201. – DOI: 10.17122/ntj-oil-2024-2-189-201. – EDN TCEOJW.
- 2) Очистка сточных вод от фенола сорбцией углеволокнистым фильтрующим материалом / О.В. Ладыгина, Н.В. Жарова, С.З. Калаева [и др.] // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2024. – № 5(151). – С. 102-114. – DOI: 10.17122/ntj-oil-2024-5-102-114. – EDN BVOZIT.
- 3) Патент № 2715529 С1 Российская федерация, МПК C02F 101/16, C02F 1/58. Способ очистки сточных вод от ионов аммония: опубл. 28.02.2020/ Федотов К.В.
- 4) Патент № 2407721 С1 Российская Федерация, МПК C05C 1/00, C05G 1/00, C05C 9/00. Способ получения гранулированного сложного минерального удобрения: заявл. 06.07.2009: опубл. 27.12.2010 / Таран А.Л., Таран А.В., Таран Ю.А. – EDN ZKEBFB.
- 5) Патент № 2830147 С1 Российская Федерация, МПК C05F 11/02. Способ получения гранулированного комплексного удобрения на основе струвита: заявл. 24.10.2023: опубл. 13.11.2024 / Кузнецова Ю.В., Пермькова И.А., Шергина Е.А.; заявитель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет". – EDN DOFVWI.
- 6) ПНД Ф Т 14.1:2.4.12-06. Токсикологические методы анализа. Методика определения острой токсичности питьевых, пресных пригородных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по смертности дафний (*Daphniamagna* Straus). – М., 2011. – 45 с.
- 7) Приказ Минприроды РФ от 31.03.2025 N 158 «Об утверждении критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.
- 8) Performance and mechanistic insights into cement systems modified with wastewater-recovered struvite / Ugochukwu Ewuzie, Rupack R. Halder, Abdulkareem O. Yusuf, Abiodun A. Saka, Godwin I. Ogbuehi, Titus C. Egbosiuba, Damilola A. Daramola, Monday U. Okoronkwo // Cement and Concrete Composites. – 2026. – Vol. 166. – P. 106406. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2025.106406>.

**КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД И ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, ЛОКАЛИЗОВАННЫХ
НА ТЕРРИТОРИИ САНАТОРИЯ «МАЛЫЕ СОЛИ»**

А.А. Качков, А.В. Симонов, О.П. Филиппова

Научный руководитель – **О.П. Филиппова**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

Данная работа посвящена анализу физико-химических параметров иловых отложений и минеральных вод рекреационной зоны. Основное внимание уделено оценке воздействия высокоминерализованных дренажных вод на гидрохимический режим малой реки Солоница. Применение методов фотометрического и титриметрического анализа позволило определить ключевые показатели. Сделан вывод о серьезных экологических рисках для экосистемы реки, включая угрозу её засоления и дефицита кислорода.

Ключевые слова: Минерализованные воды, малые реки, минерализация, водоёмы, анализ, источники загрязнения воды

**COMPREHENSIVE STUDY OF THE PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS
OF MINERAL WATERS AND SILT DEPOSITS LOCALIZED
ON THE TERRITORY OF THE SANATORIUM «MALYE SOLI»**

A.A. Kachkov, A.V. Simonov, O.P. Filippova

Scientific Supervisor – **O.P. Filippova**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

This work is devoted to the analysis of the physical and chemical parameters of silt deposits and mineral waters in the recreational area. The main focus is on assessing the impact of highly mineralized drainage water on the hydrochemical regime of the small river Solonitsa. The use of photometric and titrimetric analysis methods has allowed us to determine key indicators. The results indicate serious environmental risks for the river ecosystem, including the threat of salinization and oxygen deficiency.

Keywords: Mineralized waters, small rivers, mineralization, reservoirs, analysis, sources of water pollution

В России свыше 2,5 млн малых рек. Они формируют около половины суммарного объема речного стока, в их бассейнах проживает около половины городского и почти 90% сельского населения страны. Своеобразный компонент географической среды – малые реки – в значительной степени выполняют функции регулятора водного режима ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги. Они определяют гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек. Одна из основных особенностей малых рек – тесная связь формирования стока с ландшафтом бассейна.

Как известно, на берегах малых рек в Ярославском Поволжье располагается почти 7 тысяч населенных пунктов и находится более 400 животноводческих комплексов и ферм, из которых 80 относятся к разряду крупных по числу своих поголовий. Утилизация биоотходов с сельскохозяйственных предприятий, не превышающих 100 голов, не составляет особых проблем и не создает значительных экологических забот. Но вот, что касается действительно крупных из них, то проблем с экологией здесь очень и очень много... Следует еще раз подчеркнуть, что любая хозяйственная деятельность человека в непосредственной близости к русло-пойменным геосистемам (т.е. нередко в пределах водоохранных зон) оказывает мощное физическое, химическое и биологическое воздействие на них. Особенно интенсивно при этом изменяется состав и качество всех близко расположенных к источнику загрязнения природных вод, в частности, наших малых рек, например, таких как Нерль (Волжская), Солоница, Сить, Черемуха, Обнора, Кубрь, Сабля, Которосль и др [1].

Одним из факторов, оказывающих негативное влияние на экологическое состояние малых рек, является сброс минеральных вод, используемых в санаториях и лечебно-оздоровительных учреждениях. Сброс этих вод, содержащих соли, микроэлементы и органические вещества, может приводить к трансформации растительного покрова из-за роста определенных групп растений, формирование минеральных озёр антропогенного

происхождения, изменению естественного химического состава речных вод, нарушению гидрохимического режима [2, 3]. Проблема деградации гидрохимического режима малых рек под воздействием минеральных стоков сохраняет свою остроту для Ярославской области, где активно эксплуатируются бальнеологические ресурсы санаторно-курортного комплекса. Функционирование бальнеологической базы санатория «Малые Соли» сопряжено с риском нарушения экологического равновесия р. Солоница вследствие постоянного поступления минерализованных дренажных вод.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния сброса минеральной воды, используемой в санатории, на качество воды реки Солоница Ярославской области, расположенной в 100 м от места сбора проб.

Целью исследования является оценка степени загрязнения реки, выявление основных загрязняющих компонентов и анализ потенциального воздействия минеральных вод на экосистему реки. На основе полученных данных будут разработаны рекомендации по устойчивому использованию водных ресурсов и минимизации негативного воздействия на малые реки.

Объекты и методы исследования. Рассматриваемая территория, подвергающаяся длительному загрязнению в результате сброса минерализованных вод санатория «Малые Соли», находится в Некрасовском районе Ярославской области, в поселке Строитель, в 45 км на северо-восток от г. Ярославль (57°36'29.0 СШ, 40°23'50.2 ВД). Отбор проб проводился в октябре 2024 года. Для получения репрезентативных данных о составе сточных вод, пробы отбирались из отстойника санатория «Малые Соли», обеспечивающего усреднение состава воды, поступающей из различных лечебных корпусов. Схема отбора проб представлена на рис. 1.

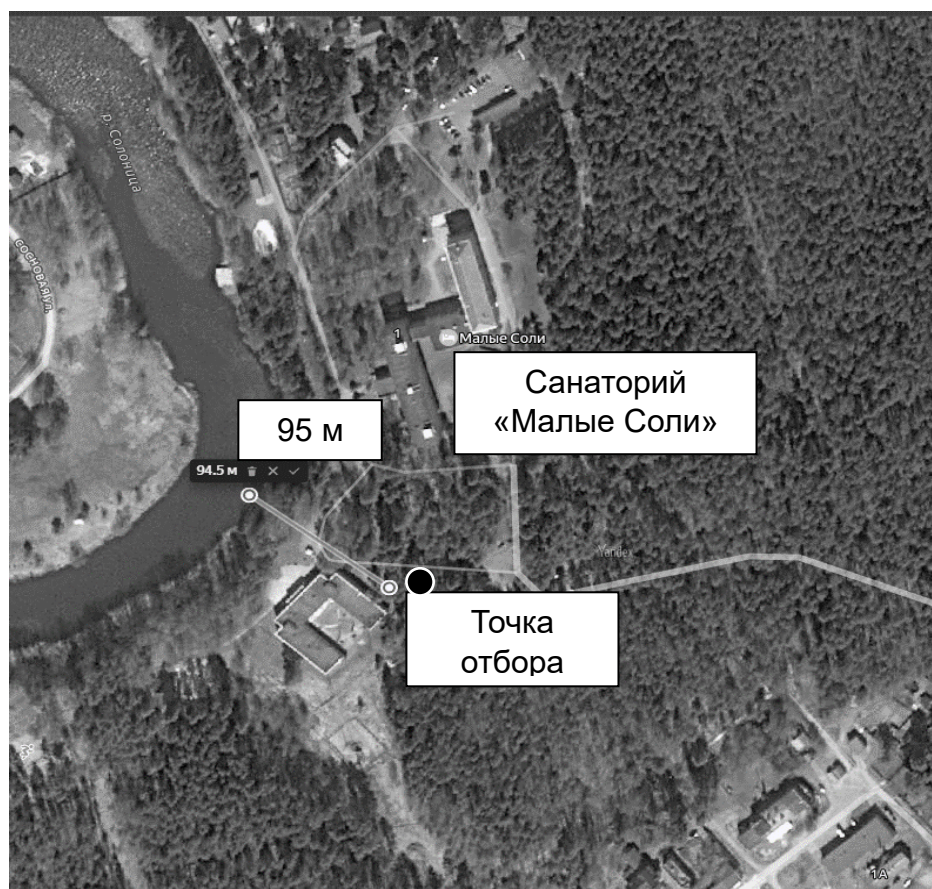


Рис. 1. Схема отбора пробы. Санаторий «Малые Соли», октябрь 2024 год

Гидроминеральная база учреждения представлена двумя 170-метровыми скважинами, обеспечивающими ежедневную добычу 78 м³ высокоминерализованной воды (56,5–68,8 г/л). Данный хлоридно-натриевый источник богат бромом, йодом, магнием и сероводородом. По своему микроэлементному профилю вода является природным аналогом вод Мертвого моря.

В ходе данного исследования был выполнен анализ иловых отложений из отстойника, находящегося на территории санатория. Были рассмотрены такие параметры как, определение обменной кислотности (метод Дайкухара), содержания подвижного алюминия (метод Соколова) и обменных катионов кальция и магния с использованием стандартных методик [4]. Результаты всех анализов иловых отложений представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сводные результаты физико-химического анализа донных отложений

№	Параметр	Значение	Единица измерения	Интерпретация и оценка
1	Обменный кальций (Ca^{2+})	3,14	ммоль(+)/100 г	Высокое содержание, доминирующий катион
2	Обменный магний (Mg^{2+})	0,55	ммоль(+)/100 г	Низкое содержание
3	Соотношение $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$	5,7:1	-	Оптимальное, сбалансированное
4	Обменная кислотность	0,09	ммоль(+)/100 г	Очень низкая
5	Подвижный алюминий (Al^{3+})	0,07	ммоль(+)/100 г	Очень низкое содержание
6	Общая щелочность	0,52	ммоль(+)/100 г	Очень низкая (гидрокарбонатная)
7	Карбонатная щелочность	0,00	ммоль(+)/100 г	Отсутствует
8	Активная реакция среды	~6,0-7,0	-	Нейтральная / слабокислая

Анализ физико-химических показателей иловых отложений из отстойника санатория «Малые Соли» свидетельствует о высокой степени насыщенности ионообменного комплекса основаниями. Установлено что, преобладающий вклад в катионный состав донных отложений вносит кальций (85%), формируя высокую буферность системы в сочетании с оптимальным соотношением кальция к магнию (Ca/Mg). Это обеспечивает устойчивость среды к подкислению и поддержание стабильного химического режима.

Подтверждением насыщенности илового комплекса основаниями служат крайне низкие значения обменной кислотности ($\text{Hr} = 0,09$ ммоль/100 г) и содержания подвижного алюминия ($\text{Al}^{3+} = 0,07$ ммоль/100 г). Практическое отсутствие токсичных форм обменного алюминия исключает проявление факторов кислотной токсичности, опасных для гидробионтов в зоне влияния отстойника.

Реакция среды иловых отложений характеризуется как нейтральная или слабокислая (pH в интервале 6–7). При зафиксированном отсутствии карбонатной щелочности ($\text{P} = 0$) и низких значениях общей щелочности ($\text{M} = 0,52$ ммоль/100 г) такие параметры создают благоприятный фон для протекания естественных биохимических и микробиологических процессов самоочищения. Таким образом, донные отложения отстойника обладают выраженными защитными свойствами и стабильным минеральным профилем.

Помимо оценки состава донных отложений, программа исследования охватывала лабораторный анализ проб воды на ключевые физико-химические показатели: водородный показатель (pH), мутность, цветность и общую минерализацию с использованием методического пособия [5]. Данные по результатам исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2. Физико-химические параметры минерализованных поверхностных вод

№	Показатель	Единицы измерения	Результаты исследований	Норматив
1	pH	-	6,28	6-7
2	Химическое потребление кислорода (ХПК)	мг $\text{O}_2/\text{дм}^3$	70	<15
3	Жесткость	мг экв/дм ³	30	-
4	Цветность	-	Прозрачная с желтым оттенком (120 °)	20-30°
5	Катионы железа Fe	мг/дм ³	4,2	<0,5
6	Катионы натрия Na^+	мг/дм ³	408	120
7	Сульфатанионы SO_4^{2-}	мг/дм ³	-	100
8	Анионы хлора Cl^-	мг/дм ³	518	<350

Комплексное исследование проб минерализованной воды дополнялось оценкой их физических и органолептических свойств (запах, мутность, наличие видимых примесей и температурный режим), выполненной в соответствии со стандартными санитарно-гидрохимическими методиками. Результаты оценки представлены в табл. 3.

Таблица 3. Физические параметры минерализованных поверхностных вод

№	Показатель	Результаты исследований	Нормативный документ
1	Прозрачность	Прозрачная	ГОСТ 23268.1-91
2	Цвет	Прозрачная с желтым оттенком	ГОСТ 23268.1-91
3	Запах	Без запаха	ГОСТ 23268.1-91
4	Температура	40 °С*	ГОСТ 23268.1-91
5	Осадок	Рыжий, значительный	-
*-температура воды на момент отбора пробы.			

Комплексная оценка физико-химического состояния объектов санатория «Малые Соли» позволила выявить специфику воздействия бальнеологических ресурсов на окружающую среду. Анализ иловых отложений из отстойника показал их высокую насыщенность основаниями с доминированием катионов кальция (3,14 ммоль/100 г, или 85% от общей суммы). Низкие значения обменной кислотности (0,09 ммоль/100 г) и содержания алюминия (0,07 ммоль/100 г) свидетельствуют о значительной буферной емкости системы, что минимизирует риски кислотной токсичности для гидробионтов.

В то же время качество сопутствующих минерализованных вод характеризуется серьезными отклонениями от экологических нормативов. Зафиксировано существенное превышение ПДК по железу (4,2 мг/дм³), хлоридам (518 мг/дм³) и ХПК (70 мг О₂/дм³). Несмотря на относительную стабильность состава донных отложений, химические параметры сбрасываемых вод создают прямую угрозу экосистеме реки Солоница. Систематический сброс таких стоков провоцирует вторичное засоление водоема, развитие гипоксических условий и накопление токсичных соединений.

Таким образом, природные лечебные ресурсы при попадании в открытую гидрографическую сеть становятся мощным фактором антропогенного воздействия, что диктует необходимость внедрения более совершенных систем очистки и ужесточения контроля за качеством сточных вод

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Нуждин Б.В. «Современные изменения в русло-пойменных геосистемах малых рек Ярославского Поволжья»// Актуальные проблемы экологии Ярославской области: Материалы Второй научно-практической конференции. – Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2002. – №2 (114). – С. 91-101.
- 2) Казанцева, М.Н. Трансформация луговых фитоценозов долины Иртыша в связи с воздействием минерализованных артезианских вод / М.Н. Казанцева, И.Г. Сванидзе, А.С. Якимов // Растительные ресурсы.– 2014. – Т. 50. – С. 216–226.
- 3) Афанасьева, Ю.А. Экологическая оценка влияния минеральных вод на поверхностные водные объекты / Ю.А. Афанасьева, С.И. Ларин, Н.С. Ларина // Актуальные проблемы обеспечения устойчивого развития Тюменского региона: материалы 68-й студенческой научной конференции. – Тюмень: ТюмГУ, 2014. – С. 15–18.
- 4) Йонко, О.А. Химический анализ почв: учебно-методическое пособие по специальности «Почвоведение» / О.А. Йонко, В.А. Королев, Л.Д. Стахурлова. – Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2010. – 59 с.
- 5) Исследование закономерностей химического загрязнения почвенного покрова в зоне деятельности нефтехимического предприятия / О.В. Сазонова, В.В. Сучков, Т. . Рязанова (и др.) // Почвоведение. – 2018. – № 10. – С. 40–52.

ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕДУПРЕЖДЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Ю.А. Колмаков, С.З. Калаева

Научный руководитель – С.З. Калаева, д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В работе анализируется рост частоты наводнений в исторической динамике, и рассматриваются современные методы их прогнозирования. Показаны ограничения традиционных подходов (низкая плотность наблюдательных пунктов, зависимость от облачности при спутниковом мониторинге) и преимущества применения искусственного интеллекта и машинного обучения. ИИ-системы позволяют интегрировать разнородные массивы данных и выявлять скрытые закономерности для точного прогнозирования ЧС, хотя их внедрение сталкивается с инфраструктурными и энергетическими ограничениями.

Ключевые слова: наводнения, чрезвычайные ситуации (ЧС), прогнозирование ЧС, мониторинг паводков, искусственный интеллект (ИИ), машинное обучение, нейронные сети, анализ больших данных, умные сенсорные сети

REVIEW OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES APPLICATION IN EMERGENCY SITUATIONS PREVENTION

Yu.A. Kolmakov, S.Z. Kalaeva

Scientific Supervisor – S.Z. Kalaeva, of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The paper analyzes the increasing frequency of floods in historical dynamics and examines modern methods of their forecasting. The limitations of traditional approaches are highlighted, including low density of observation points and dependence on cloud cover in satellite monitoring. The advantages of applying artificial intelligence (AI) and machine learning are also demonstrated. AI systems enable the integration of heterogeneous data sets and the identification of hidden patterns for accurate emergency situation (ES) forecasting, although their implementation faces infrastructure and energy-related constraints.

Keywords: floods, emergency situations (ES), emergency forecasting, flood monitoring, artificial intelligence (AI), machine learning, neural networks, big data analysis, smart sensor networks

Наводнения сопутствуют человеческому обществу с древнейших времен. До наших дней дошли сведения о катастрофическом наводнении на р. Хуанхэ, произошедшем в 2297 до н.э., и на р. Нил, которое было примерно 3 тыс. лет тому назад. Но если ранее наводнения происходили чрезвычайно редко, то за последние столетия, и в особенности в наше время, их частота и размеры причиняемого ущерба начали стремительно расти. Так, если до нашей эры наводнения в наиболее паводкоопасном районе – Китае происходили раз в 50 лет, то теперь нередко случается, что в течение одного года здесь происходит несколько катастрофических наводнений [1].

До создания системы водохранилищ и строительства высоких гранитных набережных на Москва-реке нередко были летние ливневые паводки в столице. Так, в конце июня 1924 года в результате сильнейшего ливня под водой оказались центральные районы города, примыкающие к набережным, Москва-реки и Яузы, а некоторые улицы, в частности Неглинная, стали “судоходными”. Многих людей на лодках пришлось вывозить в безопасные места [1].

В работах последних лет все чаще обсуждается концепция «умных сенсорных сетей», способных адаптироваться к изменяющимся условиям среды и передавать данные в режиме реального времени.

Отечественные ученые подчеркивают, что ключевой проблемой остается низкая плотность сети наблюдательных пунктов в труднодоступных районах. Исследования показывают, что использование только спутникового мониторинга недостаточно для оперативного реагирования на локальные паводки из-за облачности и периодичности пролетов [2]. В то же время зарубежный опыт эксплуатации автономных пороговых датчиков демонстрирует высокую эффективность в предотвращении ущерба в урбанизированных

зонах. В совокупности системы датчиков, спутниковая съемка и пр. методы помогают получать полный свод информации для прогнозирования, однако возникает проблема с возможностью обработки большого количества информации с дальнейшим анализом и прогнозирования ЧС. В таком случае в современном технологическом укладе рационально применение систем искусственного интеллекта.

ИИ-системы оповещения активно разрабатываются и внедряются в нашей стране. Согласно материалам МЧС России, они наиболее востребованы в трех регионах. Первый – Дальний Восток, постоянно сталкивающийся с тихоокеанскими циклонами и цунами. Второй – Сибирь, ежегодно страдающая от масштабных лесных пожаров. Третий – Северный Кавказ, где регулярно происходят сели и оползни [3].

Процесс формирования весеннего половодья – сложный природный процесс. Половодья образуются в результате таяния снега весной на водосборах рек умеренного пояса, а также на реках, имеющих горно-ледниковое питание. На характер формирования и прохождения половодья оказывают значительное влияние резкое и стабильное повышение температуры весной и запас воды в снеге [1].

В исследованиях ученых [4-6] подчёркивается, что применение ИИ, машинного обучения и смежных технологий позволяет интегрировать разнородные массивы данных (спутниковые снимки, показания датчиков, метеорологические и геофизические данные, информацию с дронов и роботизированных систем) и обрабатывать их с высокой скоростью и точностью, что недостижимо при использовании традиционных методов. ИИ-решения способны не только прогнозировать возникновение ЧС (землетрясений, цунами, наводнений, лесных пожаров, химических утечек), но и помогать в управлении рисками – например, за счёт раннего обнаружения опасных факторов (включая выявление токсичных веществ с помощью «электронных носов») или мониторинга потенциально опасных объектов с привлечением беспилотных технологий и компьютерного зрения. Особое внимание уделяется тому, как алгоритмы машинного обучения, нейронные сети и методы анализа больших данных улучшают качество прогнозов: они выявляют сложные нелинейные зависимости и скрытые закономерности, учитывают множество взаимосвязанных факторов (климатических, геологических, техногенных, экологических) и адаптируются к меняющимся условиям.

В последние годы наблюдается заметный рост использования искусственного интеллекта как новой технологии в различных отраслях, таких как сельское хозяйство, медицина и здравоохранение, горнодобывающая промышленность и производство, охрана окружающей среды и многих других. Несмотря на многочисленные преимущества искусственного интеллекта, он не лишён проблем и ограничений, которые требуют эффективных и действенных решений. Эти проблемы связаны с эффективным выполнением задач, управлением рисками и их снижением, а также с оценкой опасных материалов. Необходимость в значительных вычислительных мощностях вызывает опасения по поводу воздействия на окружающую среду и энергопотребления. Развивающиеся страны могут столкнуться с инфраструктурными ограничениями, препятствующими эффективному внедрению ИИ [7].

Искусственный интеллект способен изменить подход к мониторингу и обнаружению опасных веществ в различных средах, предлагая анализ в режиме реального времени. Этого можно добиться за счет интеграции датчиков, возможностей обработки данных и алгоритмов машинного обучения. Используя эти технологии, системы искусственного интеллекта могут быстро и точно анализировать потоки данных для выявления потенциальных опасностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Авакян, А.Б. Природные и антропогенные причины наводнений / А.Б. Авакян, М.Н. Истомина // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. – 2013. – Т. 3, № 1 (4). – С. 269-281. – URL https://www.cawater-info.net/bk/water_land_resources_use/russian_ver/pdf/avakyan-istomina.pdf?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 10.03.2026).

- 2) Воробьев, Ю.Л. Катастрофические наводнения начала XXI века: уроки и выводы / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. – М.: ДЭКС-ПРЕСС. – 2003. – 352 с.
- 3) Искусственный интеллект против стихии: как нейросети спасают жизни // РБК Компании. – URL: <https://companies.rbc.ru/news/mKDsB5joy4/iskusstvennyij-intellekt-protiv-stihii-kak-nejroseti-spasayut-zhizni/> (дата обращения: 29.03.2026).
- 4) Прогнозно-аналитические решения по природным, техногенным и биолого-социальным угрозам единой системы информационно-аналитического обеспечения безопасности среды жизнедеятельности и общественного порядка "Безопасный город" / В. А. Акимов, А. В. Мишурный, О. В. Якимюк [и др.]. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России, 2022. – 315 с. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49767511>
- 5) Спивак, М.Н. Применение систем искусственного интеллекта в МЧС России / М.Н. Спивак, А.И. Соснило // Экономика и управление: современные достижения и перспективы развития: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Омск, 03 сентября 2021 года / редкол.: М.Г. Родионов, С.П. Качесова, Е.Ю. Воробьева, А.А. Кузьмин. – Омск: Омский государственный технический университет, 2021. – С. 400-405. – EDN GENCFR.
- 6) Прогнозирование чрезвычайных ситуаций и происшествий на территории пермского края с использованием методов машинного обучения / С.Г. Луценко, Д. С. Ташкинов, В.А. Плещев, Г.В. Тюрин // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2024. – №. 4. – С. 14-21. – DOI: <https://doi.org/10.61260/2307-7476-2024-4-14-21>
- 7) Artificial intelligence and IoT driven technologies for environmental pollution monitoring and management / S.M. Popescu, S .Mansoor, O.A.Wani, S.S. Kumar, V. Sharma, A. Sharma, V.M. Arya, M.B. Kirkham, D. Hou, N. Bolan, Y.S. Chung // Front. Environ. Sci. – 2024. – № 12. – P.1336088. – DOI: 10.3389/fenvs.2024.1336088

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ПАВ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕК НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Е.Б. Коробова, А.В. Маркелов

Научный руководитель – **А.В. Маркелов**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В работе проанализирована возможность извлечения поверхностно-активных веществ (ПАВ) из сточных вод автомоек на основании анализа ИК-спектров сточных вод и эталонного образца моющего средства.

Ключевые слова: сточные воды автомоек, ПАВ, ИК-спектроскопия

ASSESSING THE POSSIBILITY OF SEPARATION AND CONCENTRATION OF SURFACTANTS FROM CAR WASH WASTEWATER BASED ON IR SPECTROSCOPIC ANALYSIS

E.B. Korobova, A.V. Markelov

Scientific Supervisor – **A.V. Markelov**, Doctor of Engineering Sciences, Professor,

Yaroslavl State Technical University

This study analyzes the feasibility of extracting surfactants from car wash wastewater based on IR spectra of the wastewater and a reference detergent sample.

Keywords: car wash wastewater, surfactants, IR spectroscopy

Автомоечные комплексы являются крупными водопотребителями и источниками образования сточных вод, содержащих значительные концентрации ПАВ, нефтепродуктов и взвешенных веществ [5]. Сброс таких стоков без очистки приводит к загрязнению почв и водных ресурсов, нарушению санитарного режима, повышению пенообразования и ухудшению органолептических свойств воды, гибели гидробионтов [1,4].

Традиционные схемы очистки (отстаивание, флокуляция, сорбция) эффективно удаляют взвеси и нефтепродукты, но значительная часть ПАВ часто остается в растворенной форме и попадает в окружающую среду. В то же время современные моющие средства на основе анионных и неионогенных ПАВ обладают высокой стоимостью, а их извлечение из сточных вод с последующим рециклингом представляет научный и практический интерес.

Цель данной работы – обоснование возможности выделения ПАВ из сточных вод автомойки и повторного использования концентрата ПАВ в технологическом процессе мойки автотранспорта.

Объектом исследования послужили сточные воды с автомойки, специализирующейся на обслуживании крупногабаритного транспорта – автобусов и грузовых автомобилей. Технологическим процессом очистки сточных вод на автомойке предусмотрен сбор стоков в приямок, где оседает большая часть тяжелых примесей (песок, грунт, камни). Далее предварительно очищенная вода поступает в трехсекционный отстойник для дальнейшего освобождения от взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Из первой и третьей секции отстойника были отобраны пробы сточной воды и проведены исследования компонентного состава методом инфракрасной спектроскопии. Спектры сняты в среднем ИК-диапазоне 4000–450 см⁻¹, что достаточно для идентификации основных функциональных групп.

Следует отметить, что по спектральным пикам сложно однозначно определить состав веществ, которые могут осуществлять поглощение в определенных областях спектра. Соотнесение полос поглощения подтверждается использованием соответствующих эталонных веществ. Для идентификации пиков, характерных для ПАВ, было проведено исследование концентрата моющего средства, используемого на автомойке.

В ходе работы для каждой пробы были построены, совмещены путем наложения и проанализированы соответствующие спектры. Результат наложения полученных спектров представлен на рис. 1.

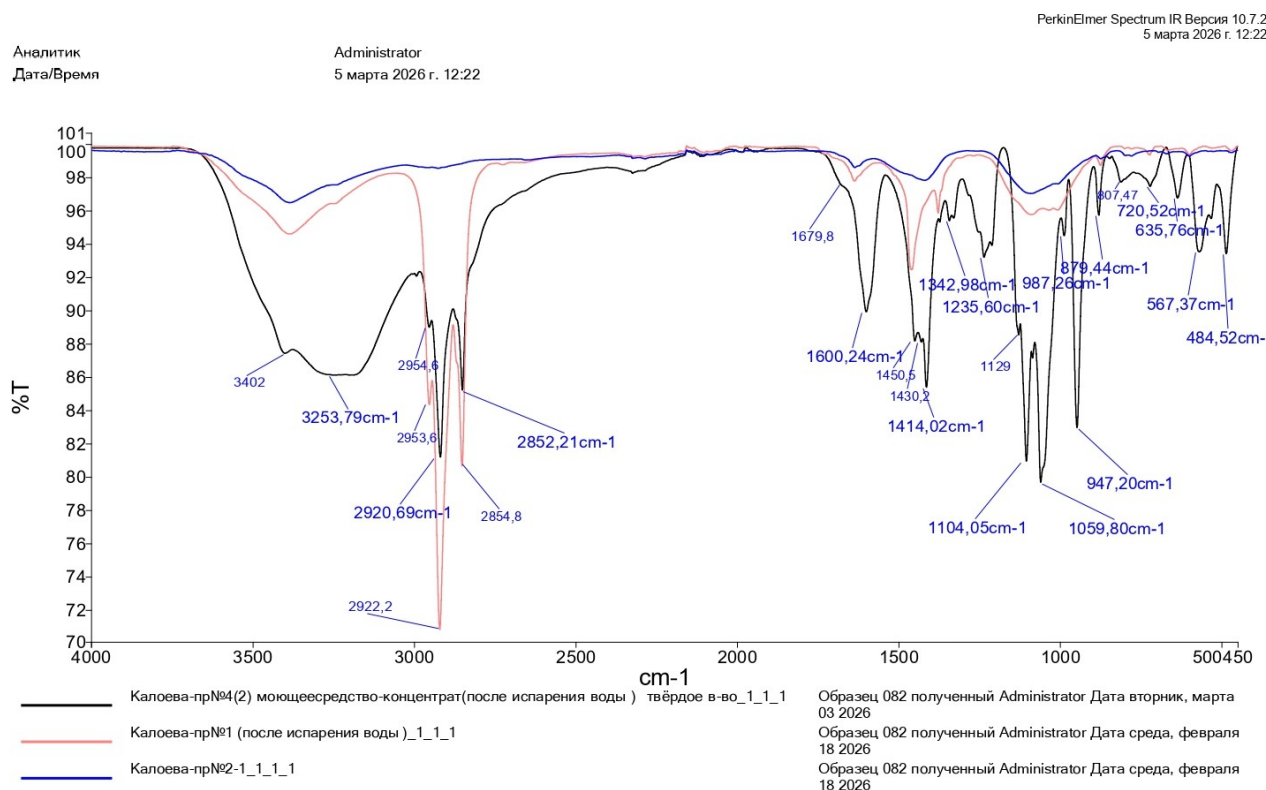


Рис. 1. Результат наложения спектров:

пр№1 (красный) – стоки из первого отстойника; пр№2-1 (синий) – стоки из третьего отстойника; пр№4 (черный) – исходный концентрат моющего средства (эталон ПАВ)

Наличие ПАВ и их пригодность для выделения подтверждаются присутствием в спектре характерных полос поглощения.

Область 3000–2800 cm^{-1} характерна для асимметричных и симметричных валентных колебания C–H в группах $-\text{CH}_2$ и $-\text{CH}_3$. Обычно наблюдается два четких пика ориентировочно на значениях 2920 cm^{-1} и 2850 cm^{-1} , наличие которых подтверждает, что в осадке есть длинные углеводородные цепи. Чем интенсивнее пики, тем больше органических веществ (ПАВ, нефтепродуктов) содержится в стоках.

Типы ПАВ характеризуются наличием пиков в следующих областях: 1200-1000 cm^{-1} (простые эфирные связи) часто указывают на присутствие неионогенных ПАВ (например, оксиэтилированных спиртов или алкилфенолов); 1250-1220 cm^{-1} и 1080-1040 cm^{-1} (сульфогруппы) характерны для анионных ПАВ (сульфонолы, додецилсульфат натрия); 1650-1550 cm^{-1} и 3500-3300 cm^{-1} (амины, амиды) могут указывать на наличие амфотерных или катионных ПАВ [2].

Для примесей характерны области 1740 cm^{-1} (карбонильная группа C=O, масла, жиры), 1020 cm^{-1} и ниже (силикаты), 3200-3600 cm^{-1} (остаточная вода, гидроксильные группы).

Идентификация состава моющего средства проведена на основании [3] и ИК-спектроскопии сухого остатка.

Используемое моющее средство состоит из очищенной воды ($\geq 30\%$), анионных ПАВ (5-15%), неионогенных ПАВ ($< 5\%$), соли ЭДТА, гидроксида натрия, красителя. В его состав входят вещества: альфа-Сульфо-омега-алкил-С12-14-поли(окси-1,2-этандил) натриевая соль – анионное ПАВ; N,N'-1,2-Этандилбис[N-(карбоксиметил)глицинат] тетранатрия (трилон Б) – комплексообразователь; натрия гидроксид – щелочь; полиалкил-С8-С10-Д-глюкопиранозид (алкилполиглюкозид) – неионогенное ПАВ; пропан-2-ол (изопропиловый спирт) – растворитель, неионогенное ПАВ.

В сточных водах автомойки после отстаивания идентифицированы те же вещества, что и в концентрате моющего средства (см. рис. 1, полосы 2922, 2855, 1104, 1059, 720 см^{-1}), что позволяет рассматривать их как вторичный ресурс.

Анализ наложения спектров эталонного ПАВ и сточных вод первого отстойника (см. рис. 1) показывает совпадения в положениях характерных пиков в области 2920, 2850 см^{-1} (органические вещества) и в области 1150–1050 см^{-1} (эфиры, сульфо-группы), что указывает на значительное содержание ПАВ в сточных водах, которые не разрушились и могут быть выделены для повторного использования.

Однако в спектре пробы из третьего отстойника наблюдаются сдвиги и деформация пиков, что свидетельствует об изменении состава в результате трансформации и окисления веществ. Следовательно, для получения концентрата ПАВ с целью их повторного использования наиболее перспективны стоки из первичных отстойников.

Полученные результаты обосновывают целесообразность выделения и концентрирования ПАВ из сточных вод автомоек, при этом наиболее перспективным источником являются стоки первичных отстойников, обеспечивающие максимальную сохранность структуры и минимальную загрязненность целевых компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Берендакова, Е.С. Способы защиты окружающей среды от негативного воздействия при мойке автотранспорта / Е.С. Берендакова, Ю.С. Евсевичева // Наставничество и экология: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых учёных, преподавателей, приуроченной к IX Ежегодному молодежному фестивалю в области устойчивого развития ВУЗЭКОФЕСТ, Ульяновск, 16–18 марта 2023 года / отв. за выпуск Е.Н. Ерофеева. – Ульяновск: Ульяновский государственный технический университет, 2023. – С. 130-132.
- 2) ГОСТ Р 57988-2017. Композиты полимерные. Термогравиметрический анализ, совмещенный с анализом методом инфракрасной спектроскопии (ТГА/ИК). – 23 с.
- 3) Паспорт безопасности химической продукции. РПБ № 92962787.2092052 от 27.09.2024. – 17 с.
- 4) Радченко, О.П. Экологическая безопасность на автотранспортных площадках / О.П. Радченко, Д. П. Клочков // Актуальные проблемы и перспективы развития строительного комплекса: сборник трудов Международной научно-практической конференции: в 2 ч., Волгоград, 01–02 декабря 2020 года / Волгоградский государственный технический университет. Часть 2. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2020. – С. 203-209.
- 5) Щедрин, Д.А. Пути минимизации отрицательных последствий на гидросферу автотранспорта / Д. А. Щедрин // Инициативы молодых - науке и производству: сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и студентов, Пенза, 30 июня 2023 года / под научной редакцией О.Н. Кухарева, А.В. Носова. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 629-632.

ЗОЛОШЛАКОВЫЕ ОТХОДЫ КАК ВТОРИЧНЫЕ РЕСУРСЫ

М.В. Королев, Н.Л. Маркелова, С.З. Калаева

Научный руководитель – **С.З. Калаева**, д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

The article discusses the accumulation of ash and slag waste in Russia and abroad, as well as the ways of its utilization as a filler for road construction.

Keywords: ash and slag, waste, recycling, filler, road surface

GOLD AND SLAG WASTE AS SECONDARY RESOURCES

M.V. Korolev, N.L. Markelova, S.Z. Kalaeva

Scientific Supervisor – **S.Z. Kalaeva**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The article discusses the accumulation of ash and slag waste in Russia and abroad, as well as ways to recycle it into a filler for rubber mixtures.

Keywords: ash and slag, waste, recycling, filler, rubber mixtures

На сегодняшний момент золошлаковых отходов (ЗШО) в России накоплено уже более 1,5–2 миллиардов тонн, что составляет более 10,5 тонн на каждого жителя нашей страны. Ежегодно к этому объёму добавляется ещё около 18 миллионов тонн.

Из этого количества в хозяйственный оборот вовлекается только 20–27% образующихся отходов, а остальная часть складировается на полигонах, занимающих огромные площади – свыше 28 тысяч гектаров.

Для сравнения, ежегодный мировой прирост отходов ЗШО составляет около 1,2 миллиарда тонн.

На рис. 1 представлена статистика по уровню переработки золошлака в мире.

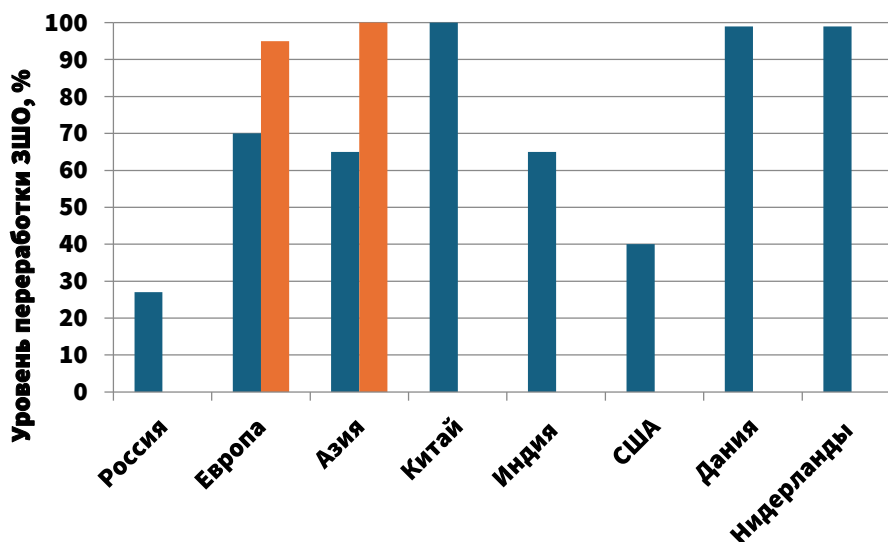


Рис. 1. Уровень переработки золошлакового отхода в России и за рубежом

В целом, в Европе переработка золошлаков активно поддерживается на государственном уровне, и большая часть отходов используется в строительстве, дорожном хозяйстве и производстве стройматериалов. В Дании и Нидерландах перерабатывается практически 100% отходов, а в ряде других европейских стран этот показатель составляет от 70 до 95%.

В Азии уровень переработки ЗШО очень высок. Здесь активно внедряются технологии переработки золы для получения алюминия, цемента и других строительных материалов. Лидером среди азиатских стран является Китай. При уровне образования ЗШО около 600 миллионов тонн, на переработку идет 100% отхода. В Индии и Индонезии этот показатель ниже и составляет около 65%, но так же растет благодаря развитию инфраструктуры и внедрению новых технологий.

В США и Канаде уровень утилизации золошлаков составляет 40 и 60% соответственно, при этом значительная часть отходов используется в производстве бетона, дорожного строительства и сельском хозяйстве [1, 5].

Переполнение золоотвалов может привести к ограничению работы угольных ТЭЦ, что особенно критично регионов, зависящих от угольной генерации.

Таким образом, переработка золошлаковых отходов в России – это не только способ снизить экологическую нагрузку, но и важный ресурс для развития промышленного сектора в стране. Решение этой задачи будет способствовать снижению вредных выбросов в атмосферу пыли, химических элементов (CO , NO_x , SO_x), уменьшению загрязнения водоемов и почвы, а так же формированию современной экономики замкнутого цикла [4-7].

Энергетическая стратегия России ставит амбициозные цели: к 2035 году утилизировать 50% золошлаковых отходов, а к 2050-му – 90% [7].

Для этого уже принимаются такие меры как утверждение региональных программ, разрабатываются стандарты, вводятся льготы для предприятий, использующих вторичное сырьё. На данный момент 18 регионов России сделали переработку ЗШО приоритетной технологией. Среди них Мурманская, Кемеровская, Иркутская, Омская, Свердловская, Новосибирская, Томская, рязанская и Тульские области, Еврейская автономная область. А так же Красноярский, Забайкальский, Камчатский и Хабаровский края, Чукотка, Якутия, Хакасия и Бурятия [7]. Однако главными препятствиями остаются логистика и недостаток господдержки.

Одним из современных направлений переработки золошлаковых отходов является их использование в дорожном строительстве. Такие отходы могут применяться для формирования основания и различных конструктивных слоёв дорожной одежды, включая морозозащитные и дренирующие слои, а также для укрепления грунтов. ЗШО способны выступать не только в роли самостоятельного вяжущего материала при укреплении грунтов, но и использоваться как минеральный порошок в составе асфальтобетонных смесей, за исключением щебёночно-мастичных асфальтобетонов, что закреплено в нормативных документах ГОСТ Р 52129-2003 и ГОСТ 32761-2014 [4, 5].

Внедрение ЗШО в дорожное строительство имеет ряд значимых преимуществ:

- уменьшается объём отходов, размещаемых на золоотвалах;
- повышается качество автомобильных дорог благодаря замене традиционных грунтов на золошлаковые смеси, которые по ряду физико-механических характеристик превосходят стандартные материалы;
- улучшаются экологические показатели строительных работ;
- снижаются расходы на строительство транспортной инфраструктуры, особенно если золоотвал или теплоэлектроцентр (ТЭЦ) находятся вблизи объекта;
- появляется дополнительный источник дохода для предприятий, занимающихся сжиганием твёрдого топлива.

В настоящее время исследования по данной тематике ведутся на кафедре «Охрана труда и природы» Ярославского государственного технического университета. В рамках научных экспериментов установлено, что введение до 15–20% ЗШО в состав асфальтобетонной смеси

позволяет сохранить или улучшить прочностные и деформационные характеристики покрытия, а также повысить его морозостойкость и устойчивость к агрессивным средам. Эти данные подтверждают перспективность использования золошлаковых отходов как эффективной добавки в дорожном строительстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Бочаров, В.Л. Геоэкологические аспекты прогноза изменения окружающей среды в районах полигонов захоронения золошлаковых отходов теплоэлектростанций / В.Л. Бочаров, П.Н. Крамарев, Л.Н. Строгонова // Вестник Воронежского университета. Геология. – 2005. – № 1. – С. 233-240.
- 2) Куликова, М.С. Экология и обращение с отходами в Ярославской области / М.С. Куликова, Э.А. Арустамов, И.В. Левакова // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». – 2017. – Т. 9, № 6. – URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/110EVN617.pdf> (дата обращения: 15.03.2026).
- 3) Розанов, Л.Л. Геоэкология: учебно-методическое пособие для вузов / Л.Л. Розанов // М.: Долфа. 2010. 269 с.
- 4) Сиротюк, В.В. Стандартизация и перспективы использования золошлаков энергетики для дорожного строительства в России // Золошлаки ТЭС: удаление, транспорт, переработка, складирование: материалы 3-й междунар. науч.-практ. семинара, Москва, 22-23 апреля 2010. – М.: МЭИ, 2010. – С. 58-59.
- 5) Федорова, Н.В. Способы утилизации отходов сжигания угля / Н.В. Федорова, Ю.Н. Рогатина // Экология промышленного производства. – 2004. – № 4. – С. 35-37.
- 6) Футорянский, Л.Д. Геоэкологические критерии оптимального размещения золошлаков ТЭС в природных условиях среднего Урала: автореф. дис. ...канд. геологоминералогических наук / Л.Д. Футорянский. – Екатеринбург, 2008. – 26 с.
- 7) 18 регионов России сделали переработку золошлаков приоритетом перехода к экономике замкнутого цикла. – URL: <https://kuzbasseco.ru/2026/03/17/18-regionov-rossii-sdelali-pererabotku-zoloshlakov-prioritetom-perexoda-k-ekonomike-zamknutogo-cikla/> / (дата обращения: 15.03.2026).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРУДОВОГО КИСЛОГО ГУДРОНА МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ

В.Е. Кочкиков, Е.Э. Степанов, С.Д. Тимрот

Научный руководитель – **С.Д. Тимрот**, канд. хим. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Изучена химическая структура крупнотоннажного промышленного отхода - прудового кислого гудрона. В работе был применён метод ИК-спектроскопии. Установлено, что в процессе хранения гудрон претерпел значительную трансформацию. Обнаружены сульфосоединения, карбонильные кислоты и неорганические сульфаты.

Ключевые слова: отходы, прудовой кислый гудрон, ИК-спектроскопия, сульфосоединения

STUDY OF POND ACID TARBY IR SPECTROMETRY

V.E. Kochikov, E.E. Stepanov, S.D. Timrot

Scientific Supervisor – **S.D. Timrot**, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The chemical structure of large-tonnage industrial waste, acid pond tar, has been studied. The IR spectrometry method was used in the work. It was found that the tar underwent a significant transformation during storage. Sulfonic compounds, carbonyl acids, and inorganic sulfates have been found.

Keywords: waste, pond acidic tar, IR spectrometry, sulfon compounds

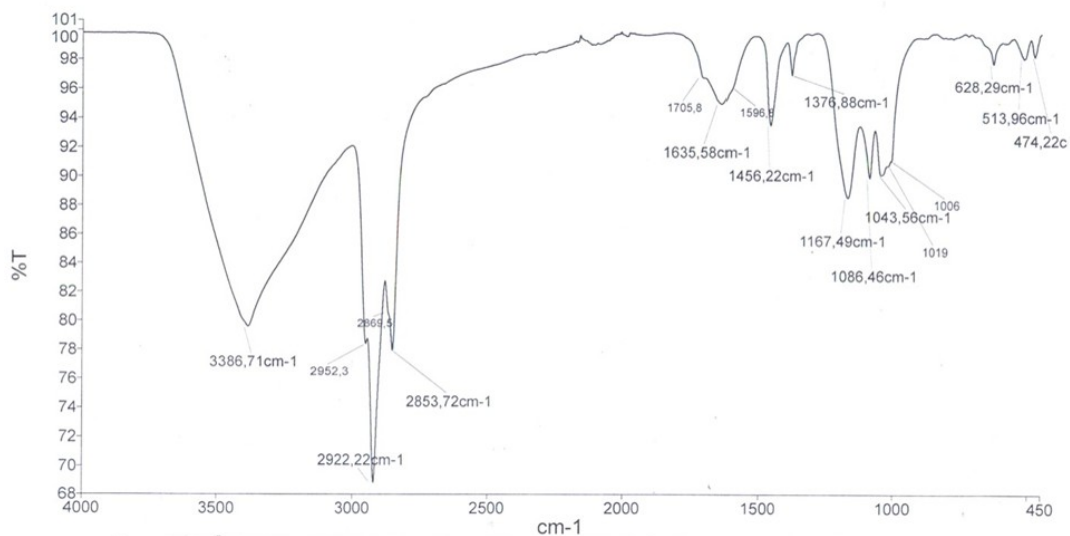
Кислые гудроны – отход нефтехимического производства, накопленные в прудах-хранилищах во многих регионах России (Ярославль, Нижний Новгород, Омск и др.) являются одним из самых мощных источников загрязнения окружающей среды, в том числе открытых водоемов и подземных вод, отрицательно влияющих на здоровье населения. Загрязняется и воздушный бассейн, потому что при длительном хранении кислого гудрона самопроизвольно протекает окислительно-восстановительный процесс, который влечет за собой выделение большого количества диоксида серы. Несмотря на то, что технологии очистки нефтепродуктов с образованием кислого гудрона в настоящее время заменены более совершенными, запасы кислых гудронов (КГ) составляют, по разным источникам информации, 0,5-1 млн тонн.

В настоящее время на нефтемаслозавода имени Д.И. Менделеева (сейчас ООО «Ярославский опытно-промышленный нефтемаслозавод им. Менделеева») в Тутаевском районе Ярославской области находится около 200 000 тонн кислого гудрона, который представляет опасность загрязнения бассейна Верхне-Волжского региона [1].

Для разработки эффективного метода утилизации прудового кислого гудрона было проведено исследование его состава методом ИК-спектроскопии [2]. ИК-спектры снимали с использованием прибора FT-IR Spectrometer (SPECTRUM-TWO) фирмы «PerkinElmer» по методу неполного внутреннего отражения в области от 4000 до 400 см⁻¹. Полученные данные приведены на рис. 1. Для сравнения был снят ИК-спектр нефтяного прямогонного гудрона (рис. 2).

Как видно из полученных данных в области валентных колебаний прудовой кислый гудрон (ПКГ) имеет широкую полосу 3386 см⁻¹, что свидетельствует о наличии воды, а также сульфогрупп SO₃H. Полосы 2952, 2922, 2853 см⁻¹ характеризуют асимметричные и симметричные колебания CH₃ и CH₂ групп. Наличие этих полос в обоих спектрах

свидетельствует о том что образца являются алифатическими углеводородами [3]. Небольшой сдвиг у ПКГ может говорить о влиянии электроноакцепторных заместителей ($S=O$, $C=O$) в соседних положениях. Наличие у ПКГ полосы 2869 см^{-1} можно объяснить влиянием гетероатомов на спектр. Рассматривая наличие карбонильных групп $C=O$, можно видеть, что у ПКГ полоса сдвинута в высокочастотную область (1705 см^{-1}), что характерно для карбоновых кислот (димеров) или кетонов в напряженном состоянии. У нефтяного гудрона (1694 см^{-1}) – это обычно хиноны или сопряженные кетоны. Увеличение интенсивности полосы 1705 см^{-1} в ПКГ – признак глубокого окисления.



Волновое число,

Рис. 1. ИК- спектр прудового кислого гудрона

Полоса в области $1635\text{--}1640\text{ см}^{-1}$ характерна для деформационных колебаний воды, связанной с сульфогруппами, либо для $O=S=O$ асимметричных колебаний. Подтверждает наличие серной кислоты и сульфокислот.

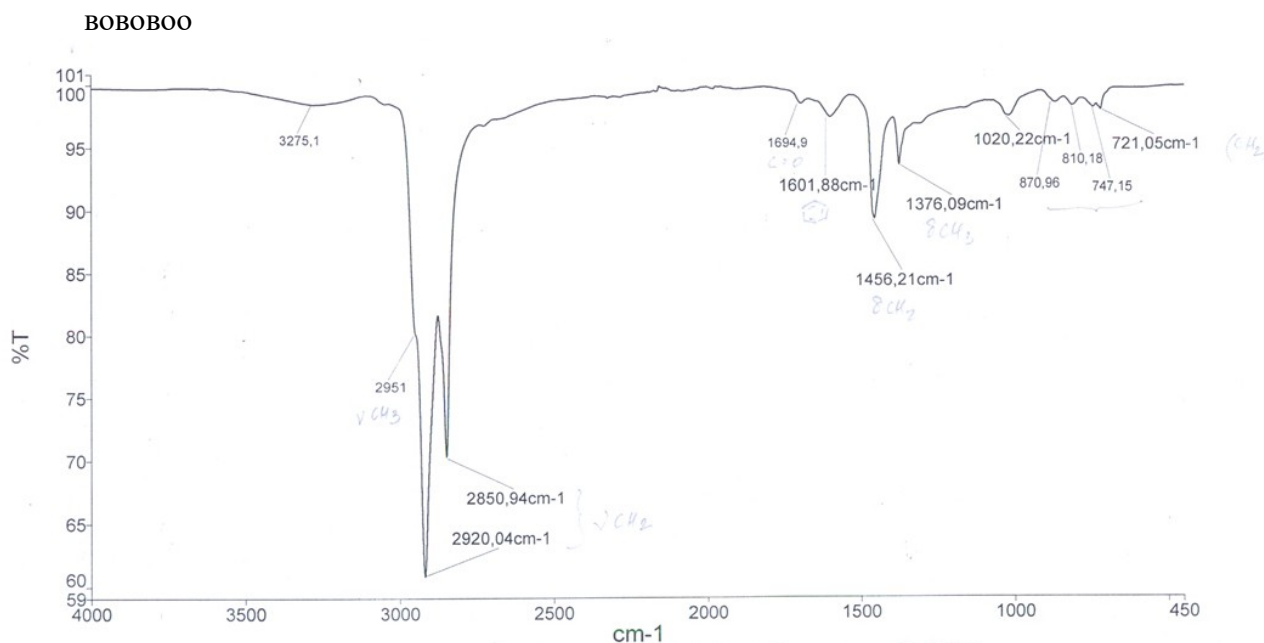


Рис. 2. ИК- спектр нефтяного гудрона

Полоса присущая ароматическим соединениям (1601см^{-1}) наблюдается в обоих исследуемых образцах. Следует отметить, что в ПКГ полоса немного смещена вниз, что может указывать на замещение ароматического кольца электроноакцепторными группами (SO_3H , COOH).

Присутствие в образцах полос 1456 , 1376 см^{-1} , которые соответствуют деформационным колебаниям CH_2 и CH_3 групп, указывает на общую углеводородную матрицу.

Полоса 1167 см^{-1} является маркером высокого содержания кислородных и сернистых соединений в ПКГ. Характерной особенностью ПКГ является наличие полос 1086 , 1043 см^{-1} , которые соответствуют симметричным и асимметричным колебаниям сульфогруппы (SO_3^{2-}). У ПКГ наблюдается отсутствие четких ароматических CH в области $900\text{--}700$ и появление низкочастотных полос (628 , 513 , 474 см^{-1}) – это неорганические сульфаты.

Таким образом, исходя из анализа спектра ПКГ, можно сделать следующие выводы:

1. Присутствие мощных полос в области 1167 , 1086 , 1043 , 1635 см^{-1} однозначно указывает на внедрение сульфогрупп (SO_3H) в ароматическое кольцо и наличие свободной серной кислоты и ее солей.

2. Сдвиг карбонильной полосы до 1705 см^{-1} и ее высокая интенсивность говорят о накоплении карбоновых кислот (продукт окисления углеводородов в кислой среде).

3. Полосы ниже 700 см^{-1} (628 , 513 , 474) в ПКГ присутствуют в спектре нефтяного гудрона. Это свидетельствует о наличии неорганических сульфатов, которые являются продуктами коррозии оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Переработка отходов методов капсулирования / В.Е. Кочкиков, Е.Э Степанов, С.Д. Тимрот, А.Г. Лазарева // Защита окружающей среды от экотоксикантов: международный опыт и российская практика: материалы VII Международной научно-технической конференции (24 апреля 2025 г.) / редкол.: И.Г. Мигранова и др. – Уфа: УНПЦ «Изд-во УГНТУ», 2025. – С.147-149.

2) Казицына Л.А. Применение УФ-, ИК-, ЯМР- и масс-спектрологии в органической химии: учеб. пособие / Л.А. Казицына, Н.Б. Куплетская. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Московский государственный университет, 1979. – 238 с.

3) Рохас Родригес И.М. Исследование структурно-группового состава нефти и ее компонентов с применением ИК Фурье спектроскопии: учеб.-метод. пособие / И. . Рохас Родригес. – Казань: Казанский федеральный университет, 2024. – 25 с.

ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ ТРАВИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭФФЕКТИВНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

А.Е. Кошелева, Р.Э. Калаев, И.А. Воронов

Научные руководители – **С.З. Калаева**, д-р техн. наук, доцент,
П.Б. Разговоров, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет

В статье рассматривается проблема утилизации отработанных травильных растворов, образующихся при удалении оксидных загрязнений с металлических заготовок. Основным токсичным компонентом таких растворов являются ионы железа, а также остатки минеральных кислот и тяжелых металлов, что негативно сказывается на состоянии окружающей среды и здоровья человека. В качестве перспективного решения предлагается использование отработанных травильных растворов для получения магнетитсодержащего адсорбента.

Ключевые слова: отработанные травильные растворы, магнетит, тяжелые металлы, сточная вода, водочистка, сорбенты, намагниченность насыщения

PROCESSING OF SPENT ETCHING SOLUTIONS TO PRODUCE EFFECTIVE SORBENTS FOR WASTEWATER TREATMENT

A.E. Kosheleva, R.E. Kalaev, I.A. Voronov

Scientific Supervisor – **S.Z. Kalaeva**, Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor,
P.B. Razgovorov, Doctor of Engineering Sciences, Professor

Yaroslavl State Technical University

This article examines the problem of recycling spent pickling solutions generated during the removal of oxide and metallic contaminants from metal workpieces. The main toxic components of such solutions are iron ions, as well as residual mineral acids and heavy metals, which negatively impact the environment and human health. Using spent pickling solutions to produce a magnetite-containing adsorbent is proposed as a promising solution.

Keywords: spent pickling solutions, magnetite, heavy metals, wastewater, water treatment, sorbents, saturation magnetization

В настоящее время одной из глобальных проблем является образование значительных объемов отработанных травильных растворов (ОТР). Эти растворы образуются на стадии травления металлических заготовок при удалении слоя оксидов (окалина, ржавчины). Главным токсичным компонентом ОТР являются ионы железа (Fe^{2+} , Fe^{3+}) в концентрации 100–150 г/дм³, других тяжелых металлов (Cr, Ni, Zn, Cd, Cu) [1], а также остатки свободных минеральных кислот (HCl, HNO₃). Попадание ОТР в почвы и водоемы негативно влияет на здоровье человека и отрицательно сказывается на экосистемах в целом. Поэтому решение вопросов утилизации ОТР является весьма актуальной задачей.

Одной из перспективных технологий переработки ОТР является получение магнетита (Fe_3O_4), который представляет собой железо-оксидный минерал, обладающий магнитными свойствами, что позволяет отнести его к ряду ценных материалов для промышленного производства [2].

Целью данной работы является получение магнетита из отработанных травильных растворов и его применение для очистки сточной воды от ионов тяжелых металлов.

Нами исследован состав ОТР Ярославского судостроительного завода, %: железо общее – 10–13 (из них Fe^{2+} – 4–6, Fe^{3+} – 6–7); свободная HCl – 1–5; хлорид-ионы – 13–18; вода – 70–78; примеси – менее 0,3–0,6 ; ингибиторы – менее 0,1. В ходе исследования состава

ОТР применяли расчетный метод оценки токсичности в соответствии с утвержденными критериями. Полученные значения позволяют отнести данный отход ко II классу опасности (вещества высокоопасные) с глубоким негативным воздействием на экосистемы.

Из представленных данных следует, что в составе ОТР содержатся ионы двух- и трехвалентного железа. Поэтому они могут служить сырьем для получения магнетита ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) [3, 4].

Ниже на рис. 1 представлена блок-схема получения магнетита из ОТР.



Рис. 1. Блок-схема получения магнетита из отработанного травильного раствора.

Исследовано влияние температуры процесса получения магнетита на его магнитные свойства. Эксперимент проводили при различном объеме введения аммиака (20 см^3 , 30 см^3 , 40 см^3 , 50 см^3). Полученные результаты представлены в табл. 1.

Показано, что процесс получения магнетита эффективно проходит при температуре 60°C и введении $40 \text{ см}^3 \text{ NH}_4\text{OH}$.

Таблица 1. Зависимость намагниченности насыщения магнетита от температуры

Температура, $^\circ\text{C}$	Намагниченность насыщения, кА/м			
	NH_4OH 20 см^3	NH_4OH 30 см^3	NH_4OH 40 см^3	NH_4OH 50 см^3
20	0	18	54	18
30	1,8	23,4	90	18
40	9	27	126	36
50	18	36	126	54
60	27	54	180	90
70	0	54	126	117
80	0	54	108	108

Полученный магнетит был применен в качестве сорбента, позволяющего осуществлять эффективную очистку гальванических стоков от ионов Cu^{2+} .

Экспериментальным путем определено оптимальное соотношение магнетита для очистки сточных вод от ионов меди (рис. 2).

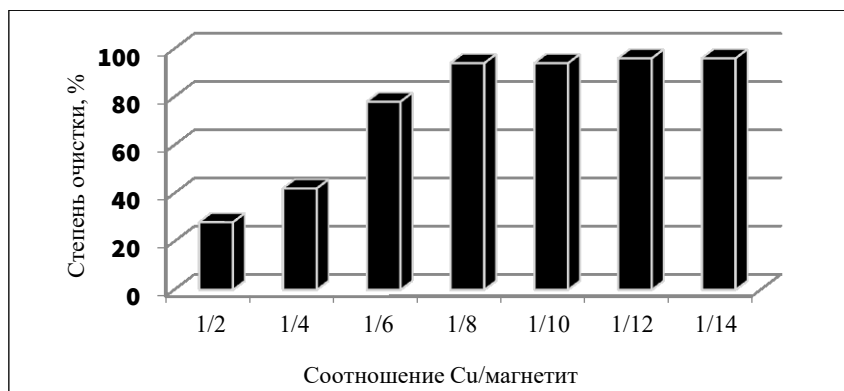


Рис. 2. Диаграмма зависимости эффективности очистки от соотношения магнетита и ионов меди

Анализ диаграммы на рис. 2 показывает, что для эффективной очистки сточных вод целесообразно использовать соотношение магнетита и ионов меди 1:8 (94 %).

В результате исследований доказана принципиальная возможность переработки ОТР Ярославского судостроительного завода (II класс опасности) с получением магнетита (Fe_3O_4), пригодного для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Установлены эффективные условия синтеза магнетита: температура процесса – 60°C , объем вводимого аммиака – 40 см^3 . При таких параметрах достигается максимальная намагниченность насыщения (180 кА/м), что свидетельствует о высоком качестве полученного магнитного материала.

Полученный магнетит апробирован в качестве сорбента для удаления ионов Cu^{2+} из гальванических стоков. Определено рациональное соотношение «магнетит: ионы меди», равное 1:8, при котором эффективность очистки достигает 94 %. Дальнейшее увеличение доли сорбента не приводит к значимому росту степени очистки сточных вод.

Таким образом, предлагаемые нами технические решения позволяют решить две актуальные задачи – утилизировать токсичные отходы травления и получить перспективный магнетитсодержащий сорбент для водоочистки. Полученные результаты могут быть использованы при разработке импортозамещающих и ресурсосберегающих методов очистки промышленных сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Кручина, М.А. Влияние тяжелых металлов на окружающую среду и организм человека / М.А. Кручина // Научно-технические и инженерные разработки – основа решения современных экологических проблем: сб. мат. Юбилейной 70-й Всерос. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов с межд. участием. В 3 ч., Ярославль, 19 апреля 2017 г. Ч. 1. – Ярославль: Ярославский гос. техн. ун-т, 2017. – С. 571-574.
- 2) Калаева, С.З. Получение магнетита восстановлением железосодержащих отходов / С.З. Калаева, Н. Л. Маркелова, В. М. Макаров // От химии к технологии шаг за шагом. – 2021. – Т. 2, № 1. – С. 79-85. – DOI: 10.52957/27821900_2021_01_79.
- 3) Металлургическая пыль как адсорбент ионов тяжелых металлов из промывных сточных вод гальванических производств // С.З. Калаева, В.М. Макаров, Н.Л. Маркелова, Р.Э. Калаев // Экология и промышленность России. – 2022. – Т. 26, № 9. – С. 10-13.
- 4) Лосева, К.А. Синтез магнетита для магнитной жидкости / К.А. Лосева, С.З. Калаева // XX Всерос. студ. науч.-практ. конф. Нижневартковского гос. ун-та: сб. статей, Нижневартовск, 03–04 апреля 2018 г. / отв. редактор А.В. Коричко. Т. 1. – Нижневартовск: Нижневартковский гос. ун-т, 2018. – С. 37-41.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ

Т.А. Крыга, С.Ф. Куликов, Е.Л. Никитина

Научный руководитель – **Е.Л. Никитина**, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В статье рассмотрены современные подходы к биологической рекультивации нарушенных земель с применением органических субстратов. Установлено, что наибольшая эффективность снижения содержания нефтепродуктов достигалась с использованием гумата калия и микробиологического препарата.

Ключевые слова: рекультивация, нарушенные земли, активный ил, гумат, нефтепродукты, органические субстраты

ENVIRONMENTAL EFFICIENCY OF DISTURBED LAND RECLAMATION USING ORGANIC SUBSTRATES

T.A. Kryga, S.F. Kulikov, E.L. Nikitina

Scientific Supervisor – **E.L. Nikitina**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article examines modern approaches to biological remediation of disturbed lands using organic substrates. It was found that the greatest efficiency in reducing oil product content was achieved using potassium humate and a microbiological preparation.

Keywords: reclamation, disturbed lands, activated sludge, humate, petroleum products, organic substrates

Сегодня утрата плодородия и целостности земель входит в число наиболее серьезных экологических и экономических вызовов, что особенно актуально для стран с высоким уровнем промышленного природопользования. В Российской Федерации площадь нарушенных земель превышает 1,2 млн га, при этом ежегодный прирост составляет около 190–200 тыс. га. Основными причинами деградации являются открытая разработка полезных ископаемых, нефтяные загрязнения, размещение отходов и техногенное воздействие. Отдельно выделяют заброшенные земли сельскохозяйственного назначения, площадь которых достигает до 100 млн га в Российской Федерации, по разным оценкам, из которых около 31 млн га потенциально могут быть возвращены в оборот. Согласно отчету Росприроднадзора по форме федерального статистического наблюдения № 2-ТП (рекультивация) за 2025 год наибольшие площади нарушенных земель фиксируются в субъектах РФ: Республика Дагестан (33102.7867 га), Республика Саха (Якутия) (24772.4246 га), Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (21786.47268 га), Краснодарский край (12822.50595 га), Магаданская область (10695.5354 га) [1]. Согласно рис. 1 темпы рекультивации земель значительно отстают от темпов их нарушения.

Традиционные методы рекультивации, такие как техническая планировка и нанесение плодородного слоя, часто экономически затратны и не всегда доступны из-за дефицита природного гумусового горизонта. Альтернативой выступает использование органических субстратов – отходов промышленности и сельского хозяйства, осадков сточных вод, торфа, компостов, а также гуматов.

Рекультивация земель – это комплексный процесс, который делится на два последовательных этапа: технический, который состоит из выравнивания ландшафта, засыпки рвов, укрепления откосов и нанесения плодородного слоя почвы или потенциально плодородных пород и биологический этап: посев трав, посадка деревьев, внесение удобрений и мероприятия по улучшению микрофлоры.

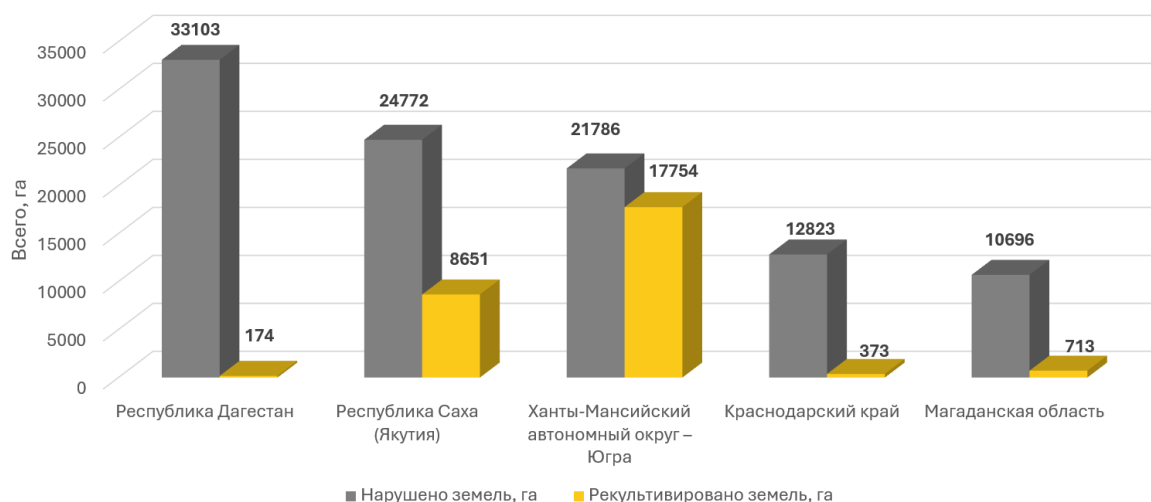


Рис. 1. Площадь нарушенных и рекультивированных земель

Внедрение органических субстратов представляет собой один из наиболее перспективных и экономически целесообразных подходов к восстановлению плодородия техногенно-нарушенных земель. Ключевое преимущество этого метода заключается в решении сразу двух экологических задач: ускорении процесса почвообразования на деградированных территориях и утилизации крупнотоннажных органических отходов. В российской практике для этих целей чаще всего используются субстраты на основе торфа различной степени разложения, древесных отходов, компостов, а также осадки сточных вод [2]. Например, введение в почву термомеханически обработанного гранулированного осадка сточных вод в дозе 30 т/га не только усиливает респираторную активность и стабильность микробных сообществ, но и способствует более эффективной деструкции нефтяных углеводородов по сравнению с традиционной технической рекультивацией [3]. Особым направлением является применение специализированных органоминеральных композиций, которые позволяют адаптировать состав субстрата под конкретные климатические и геологические условия региона, что подтверждается многолетними наблюдениями за гумусонакоплением на рекультивируемых землях [4].

В зависимости от происхождения, степени трансформации органического вещества и механизма воздействия на деградированные почвенные системы органические субстраты, применяемые в целях биологической рекультивации, подразделяются на три основные категории: органогенные породы (торф, сапропель, бурые угли низкой степени карбонизации), органоминеральные композиты (осадки сточных вод, компосты на основе твердых бытовых отходов, вермикомпосты), а также побочные продукты агропромышленного комплекса (солома, лузга, навоз, птичий помет, сидераты). Ключевыми характеристиками, определяющими пригодность субстрата для восстановления нарушенных земель, выступают: содержание органического углерода и общего азота, степень гумификации, зольность, реакция среды, наличие токсичных элементов (тяжелые металлы, полиароматические углеводороды) и санитарно-микробиологические показатели.

Одним из наиболее доступных и крупнотоннажных органических субстратов является отработанный активный ил – побочный продукт биологической очистки сточных вод. На нефтеперерабатывающем предприятии, такое как ПАО «Славнефть-ЯНОС», ежегодно образуется от 10 до 18 тонн активного ила. Влажность свежего ила составляет 96-99 %, зольность – 30-50 %, содержание органической части – 85 %. В соответствии с российским законодательством, активный ил относится к отходам IV класса опасности, однако его необезвоженная форма требует осторожного обращения из-за возможного содержания нефтепродуктов, тяжелых металлов и патогенной микрофлоры.

Активный ил находит широкое применение как в России, так и за рубежом по следующим основным направлениям. Во-первых, до 40 % от общего объема использует сельское хозяйство, как органическое удобрение после компостирования или обеззараживания почв. До 25 % активного ила используется для рекультивации нарушенных земель, обычно, смешение с песчано-глинистыми грунтами или торфом. До 15 % занимает анаэробное сбраживание активного ила, где происходит разложения органических веществ микроорганизмами без доступа кислорода в метантенках. Метод снижает объем ила, уменьшает запах и позволяет получать биогаз. До 10% избыточного активного ила идет на использование в производстве строительных материалов, таких как керамзит и кирпич. Активный ил содержит органические и минеральные компоненты, которые при правильной обработке улучшают свойства керамических изделий. Оставшиеся 10 % в реальной практике обычно приходится на захоронение на полигонах, сжигание, складирование в шламонакопителях или временное хранение.

В последние годы активно исследуется комбинированное применение активного ила с гуминовыми препаратами для интенсификации биodeградации нефтяных загрязнений. Гумат калия стимулирует активность бактерий, разлагающих нефтепродукты, в составе активного ила, а также способствует детоксикации тяжёлых металлов и улучшению агрофизических свойств рекультивируемых грунтов. Согласно литературным данным, именно сочетание гумата калия и микробиологического компонента обеспечивает наиболее выраженное снижение содержания нефтепродуктов по сравнению с изолированным применением каждого из компонентов. Это объясняется синергетическим эффектом: гумат стимулирует метаболическую активность микроорганизмов-деструкторов, улучшает доступность углеводов и снижает токсичность среды. Такой подход позволяет не только ускорить деструкцию нефтяных углеводов, но и решить проблему утилизации крупнотоннажного отхода – активного ила.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Отчет по форме федерального статистического наблюдения № 2-ТП (рекультивация) за 2025 год // Росприроднадзор: официальный сайт. – М., 2004-2026.
- 2) Сорокин, С.Н. Проблемы и перспективы утилизации осадков сточных вод и рекультивации нарушенных земель на северо-западе России и пути их совместного решения / С.Н. Сорокин, И.С. Недбаев // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». – 2023. – №1 – С. 58-68.
- 3) Респираторная активность, продуктивность фитомассы и эффективность деструкции нефтепродуктов при рекультивации почв с использованием термомеханически обработанного осадка сточных вод / А.А. Утомбаева, А.М. Петров, А.А. Вершинин, Э.Р. Зайнулгабидинов, Т.В. Кузнецова, Л.К. Каримуллин, И.В. Князев // Российский журнал прикладной экологии. – 2025. – № 1. С. 60-69.
- 4) Результаты модельного эксперимента по восстановлению рекультивированных земель / Е.А. Коркина, С.П. Мальгина, А.В. Штогырина, А.В. Николаева, М.С. Ряхин // Нефтяное хозяйство. – 2023. – № 1. – С. 88-92.

МОНИТОРИНГ НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО СТОКА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Е.С. Кулакова

Институт химических технологий и инжиниринга
Уфимский государственный нефтяной технический университет

Рассматривается подход к мониторингу поверхностных водных объектов для идентификации неконтролируемых стоков. Он основан на применении установки разноуровневого пробоотбора, автоматизированной станции контроля с поточными приборами контроля, модуля анализа данных

Ключевые слова: анализ данных, разноуровневый пробоотбор, неконтролируемые стоки, поверхностный водный объект

MONITORING OF UNCONTROLLED RUNOFF OF SURFACE WATER BODIES

E.S. Kulakova

Institute of Chemical Technologies and Engineering Ufa State Petroleum Technical University

An approach to monitoring surface water bodies for the identification of uncontrolled effluents is being considered. It is based on the use of a multi-level sampling unit, an automated monitoring station with in-line monitoring devices, and a data analysis module.

Keywords: data analysis, multi-level sampling, uncontrolled runoff, surface water body

В результате человеческой деятельности в водные объекты поступают посторонние или загрязняющие вещества (ЗВ), которые не свойственны их природному составу. В большинстве случаев однозначно установить виновника затруднительно несмотря на непрерывный мониторинг компонентов окружающей среды (ОС) на различных уровнях. Неконтролируемое поступление смыва загрязненной воды может содержать нефтепродукты, тяжёлые металлы, удобрения, пестициды и др. В случае нарушения технологического режима работы предприятия возникают случаи неконтролируемого сброса больших объемов ЗВ в поверхностный водный объект (ПВО) [1, 3]. В зависимости от типа и масштаба неисправности очистных сооружений, последствия могут варьироваться от локальных загрязнений до более серьезных экологических и санитарных проблем. ЗВ поступают в водные объекты без соответствующего разрешения органами контроля, что нарушает экологические нормы и законы.

Для идентификации неконтролируемого стока на сегодняшний момент решения отсутствуют. В большинстве случаев нарушение норм в области экологического законодательства выявляется спустя много времени. Так возникает угроза длительного и необратимого загрязнения водного объекта, при котором предотвращение экологического ущерба становится невозможным или требует значительных ресурсов, времени и затрат. В результате страдают экосистемы, нарушается водный баланс, ухудшается качество воды и повышаются риски для здоровья населения.

Проведен анализ неконтролируемых источников сбросов в р. Белую на всём её протяжении. В качестве контрольных точек выбраны участки, расположенные вблизи мостовых переходов (автомобильных и железнодорожных), поскольку такие места являются оптимальными с инженерной и логистической точек зрения для размещения автоматизированных станций мониторинга состояния водного объекта [3].

Проведен анализ основных ЗВ и источников эмиссий, которые требуется контролировать на каждом Мостовом створе. А именно, для каждого поста наблюдения природоохранной организации определены приоритетные ЗВ; для каждого мостового створа идентифицированы источники загрязнения.

Схема разбиения водного объекта на зоны контроля представлена на рис. 1.



Рис. 1. Схема формирования зон контроля поверхностного водного объекта

Разработана система мониторинга неконтролируемого стока. Она включает:

1) Перечень контрольных точек наблюдения. В качестве контрольных створов определяются мосты, на которые устанавливается система многоточечного пространственного мониторинга. Они выбираются таким образом, чтобы однозначно определить источник загрязнения ПВО.

2) Перечень приоритетных ЗВ, требуемых к контролю на каждом участке реки. Он определяется на основе потенциальных источников эмиссий.

3) Комплекс поточных приборов контроля токсикантов в речной воде.

4) Система анализа оперативных данных, регистрируемых средствами мониторинга. Она осуществляет определение экологического состояния и источников загрязнения ПВО. Качество речной воды оценивается на основе сравнения концентрации вещества с ПДК. Источник загрязнения выявляется посредством аналитики данных содержания ЗВ на

участках выше по течению. Вследствие того, что источники эмиссий на каждом отрезке известны, определение источника загрязнения может быть выполнено с высокой степенью точности.

Предложенная методика может быть адаптирована для мониторинга различных типов водных объектов, включая малые реки, водохранилища и акватории, подверженные антропогенному воздействию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Влияние сбросов сточных вод на качество воды рек Республики Башкортостан / Н.С. Минигазинов, Б.Н. Батанов, Р.Ф. Мустафин, Р.А. Сакаев // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. – 2019. – № 2 (94). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-sbrosov-stochnyh-vod-na-kachestvo-vody-rek-respubliki-bashkortostan>

2) Патент № 2782565 С1 Российская Федерация, МПК G01N 1/10 Система усредненного отбора пробы воды из контрольного створа для автоматизированного контроля качества поверхностных водотоков: заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный нефтяной технический университет". – Заявл. 01.12.2021; опубл. 31.10.2022. – № заявки 2021135386 / Сафаров А.М., Кулакова Е.С.

3) Сточные воды с тяжёлыми металлами сливали в реку Белую в Башкортостане // Известия. – 2017. – 3 октября. – URL: <https://iz.ru/653652/2017-10-03/stochnye-vody-s-tiazhelymi-metallami-slivali-v-reku-beluiu-v-bashkortostane> (дата обращения: 15.05.2025).

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМОГО УПАКОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

А.А. Нагимова, Э.И. Ахметова

Научный руководитель – **Э.И. Ахметова**, ассистент

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Применение биоразлагаемого упаковочного материала позволяет снизить не только негативное воздействие на окружающую среду, но и оптимизировать эколого-экономическую ситуацию в рамках уплаты экологического сбора. Рассмотрена технология получения полигидроксиалканоатов на основе жирowych отходов рыбопереработки.

Ключевые слова: биоразлагаемый материал, полигидроксиалканоат, *Cupriavidus necator*, жиросодержащие отходы, утилизация, биоразложение

TECHNOLOGY FOR PRODUCING BIODEGRADABLE PACKAGING MATERIAL FROM FAT-CONTAINING WASTE

A.A. Nagimova, E.I. Akhmetova

Scientific Supervisor – **E.I. Akhmetova**, assistant

Ufa State Petroleum Technological University

The use of biodegradable packaging material allows not only to reduce the negative impact on the environment, but also to optimize the ecological and economic situation within the framework of paying an environmental fee. The technology of obtaining polyhydroxyalkanoates based on fatty waste from fish processing is considered.

Keywords: biodegradable material, polyhydroxyalkanoate, *Cupriavidus necator*, fat-containing waste, recycling, biodegradation

В связи с повышением ставок экологического сбора для производителей товаров и упаковки, не осуществляющих самостоятельную утилизацию отходов, применение биоразлагаемого упаковочного материала становится первостепенной задачей для большинства предприятий. Переход на данный вид материала позволит значительно улучшить экологический фон и снизить уплату экологического сбора [1].

Биоразлагаемые материалы способствуют развитию экономики замкнутого цикла, в которой компоненты используются повторно, перерабатываются или компостируются. Наиболее часто применяются следующие полимеры: PLA (полилактид), крахмальные пластики, PHA (полигидроксиалканоаты).

Полилактид или полимолочная кислота представляет собой биоразлагаемый термопластичный алифатический полиэфир, синтезируемый из возобновляемых ресурсов. Сырьевая база PLA включает кукурузный крахмал, сахарный тростник, картофель и другие растительные источники углеводов. При производстве 1 кг PLA образуется 1,8 кг CO₂, что на 60% меньше по сравнению с традиционным полиэтиленом (4,6 кг CO₂/кг).

Термопластичный крахмал (TPS) представляет собой модифицированный природный полимер, получаемый обработкой нативного крахмала пластификаторами при повышенных температурах. Основными источниками крахмала служат кукуруза, картофель, пшеница и маниока.

Полигидроксиалканоаты (ПГА) представляют собой семейство полиэфиров, синтезируемых микроорганизмами в качестве запасного источника углерода и энергии. PHA производятся бактериями в условиях ограничения питательных элементов при избытке углеродного субстрата [6].

Уникальные свойства ПГА, такие как: способности к биоразложению в различных средах, включая морскую воду, почву и компостные установки, привели к тому, что данный биоразлагаемый материал рассматривается как более оптимальный вариант перехода на «зеленую» упаковку.

В 2024 году ученые Красноярского научного центра СО РАН выделили штамм бактерий *Cupriavidus necator*, который превращает жировые отходы рыбопереработки в ценный биоразлагаемый пластик – аналог полипропилена [2].

Жиросодержащие отходы рыбопереработки содержат триглицериды, свободные жирные кислоты и другие компоненты. Бактерии лучше растут на масле, выделенном из

копчёной кильки, чем из свежей кильки. Это связано с различиями в жирнокислотном составе сырья. Из отходов свежей кильки и скумбрии синтезируется гомополимер, а из копчёных килек – трёхкомпонентный сополимер, состоящий из мономеров 3-гидроксibuтирата, 3-гидроксивалерата и 3-гидроксигексаноата [5].

S. pescator способны производить ПГА в качестве запаса энергии при проявлении своей липазной активности (расщеплении сложных жиров). Осуществляется переработка более 80% жира из отходов производства кильки и скумбрии, что позволяет получить биополимер массой до 70% в общей сухой массы бактерий [4].

ПГА выделяются из *S. pescator* в процессе экстракции органическими растворителями. Полимер переводят в раствор, отделяют центрифугированием и затем высаживают из раствора. В результате отделенный полимер многократно отмывается водой, сушится, стерилизуется и упаковывается.

Ввиду барьерных свойств и термостойкости рассматриваемый биополимер применяется для производства разного вида упаковок: пищевые пленки, пакеты, крышки, контейнеры для еды на вынос с помощью промышленного оборудования для литья под давлением, экструзии и выдувного формирования.

Не менее важным аспектом выбора ПГА являются его преимущества биоразложения с учетом целеполагания дальнейшего использования или разложения. Рассмотрим несколько вариантов.

Отличительной чертой ПГА является возможность полной минерализации в условиях морской среды, исключая применение промышленного компостирования. Данный процесс основан на ферментативном гидролизе морскими микроорганизмами с получением углекислого газа, воды и биомассы. Первоначально формируется биопленка на поверхности биоупаковки с дальнейшим расщеплением сложноэфирных связей на олигомеры и мономеры, вступающие в метаболизм. Срок разложения зависит от толщины материала и варьируется от 1 месяца до 3,5 лет [7].

Помимо описанного варианта разложения биоупаковки применяется более распространенная механическая переработка, которая включает в свою схему следующие этапы: дробление, мойка, обезвоживание, сушка, экструзия и (или) грануляция, выпуск вторичных изделий. Данный способ является достаточно энергоэффективным, с учетом проведения полного процесса утилизации ПГА с получением вторичных изделий, а именно лотков, одноразовых элементов, компаунды для 3D-печати.

При отсутствии возможности утилизации биополимерной упаковки применяется компостирование. Этот способ может быть осуществлен как в домашних условиях, так и в промышленных. Однако промышленное компостирование более предпочтительно ввиду контроля температуры, влажности и аэрации [3].

Рассмотренная технология получения биоразлагаемого упаковочного материала позволяет значительно снизить негативное воздействие на окружающую среду и оптимизировать эколого-экономическую ситуацию настоящего времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) ГК «Потенциал»: офиц. сайт. – URL: <https://ptl-pro.ru/articles/ekologicheskij-sbor-v-2026-godu-kto-platit-sroki-otchyetnost/> (дата обращения: 23.03.2026).
- 2) Научная Россия: офиц. сайт. – URL: <https://scientificrussia.ru/> (дата обращения: 23.03.2026).
- 3) Росстип: офиц. сайт. – URL: <https://rosstip.ru/news/11024-pha-otkhody-tekhnologii-pererabotki-ot-sortirovki-do-myagkoj-khimii?ysclid=mm0h2mm92k85383728> (дата обращения: 23.03.2026).
- 4) Бактерии будут производить биопластик из скумбрии // Форум будущих технологий: офиц. сайт. – URL: https://future-forum.tech/science/bakterii-budut-proizvodit-bioplastik-iz-skumbrii/?utm_referrer (дата обращения: 23.03.2026).
- 5) Chouhan A. Production of polyhydroxyalkanoate (PHA) biopolymer from crop residue using bacteria as an alternative to plastics: a review / A. Chouhan // Royal Society of Chemistry. –2025. –№15. – P. 11845-11862.
- 6) INNER: офиц. сайт. – URL: <https://inner.su/articles/biorazlagaemye-polimery-upakovki-tablitsy-sravneniya-pla-pha-krakhmalnykh?ysclid=mmuj6v0cwc866073379> (дата обращения: 23.03.2026).
- 7) Sales plastics: офиц. сайт. – URL: <https://salesplastics.com/ru/pha-marine-biodegradation/> (дата обращения: 23.03.2026).

АНАЛИЗ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ПОТЕНЦИАЛ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МОЛОЧНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

П.А. Перехвал

Научный руководитель – **В.Н. Романюк**, д-р техн. наук, профессор

Белорусский национальный технический университет

В статье проводится анализ структуры энергопотребления и баланса первичного топлива на предприятиях молочной отрасли Республики Беларусь. Рассматривается технологическая цепочка производства сухого цельного молока, выделены наиболее энергоемкие этапы – выпаривание и сушка. Уделено внимание источникам вторичных энергетических ресурсов (ВЭР).

Ключевые слова: молочная промышленность, энергопотребление, тепловой баланс, энергосбережение, вторичные энергетические ресурсы (ВЭР), вакуум-выпарные установки, производство сухого молока, тепловая энергия

ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION AND ENERGY SAVING POTENTIAL OF DAIRY INDUSTRY ENTERPRISES OF THE REPUBLIC OF BELARUS

P.A. Perekhval

Scientific Supervisor – **V.N. Romanyuk**, Doctor of Technical Sciences, Professor

Belarusian National Technical University

The article analyzes the structure of energy consumption and the balance of primary fuel at the enterprises of the dairy industry of the Republic of Belarus. The technological chain of production of whole milk powder is considered, the most energy-intensive stages are identified - evaporation and drying. Attention is paid to the sources of secondary energy resources.

Keywords: dairy industry, energy consumption, heat balance, energy saving, secondary energy resources, vacuum evaporation plants, milk powder production, thermal energy

Введение

Молочная отрасль является одной из ключевых в агропромышленном комплексе, а также обеспечивает продовольственную безопасность страны. Доля пищевой промышленности в общем объеме промышленного производства составляет 28,3 % [1]. Доля молочной отрасли в ВВП составляет 1,5 % [2]. В 2024 году молокоперерабатывающие предприятия отгрузили на зарубежные рынки 6 млн тонн молока и молокопродуктов. Общий объем экспорта молочной продукции – 3,4 млрд долларов, что составляет 40,3 % от всего экспорта продовольствия Беларуси [3]. Значимость молочной отрасли определяется не только вкладом в формирование ВВП, но и исключительной ролью в экспортном потенциале страны. При этом доля продовольственных товаров в общем объеме белорусского экспорта составляет 25 % [4]. Таким образом можно сделать вывод, что экспорт молочной продукции составляет около 10% всего экспорта страны.

Анализ энергообеспечения молочной отрасли. Большинство предприятий молочной отрасли имеют собственные энергоисточники. Однако, лишь малая часть предприятий имеет собственные когенерационные установки для выработки тепловой и электрической энергии.

Электроснабжение предприятий осуществляется из энергосистемы, где основная выработка приходится на АЭС и КЭС.

Теплоснабжение предприятий осуществляется от собственных газовых котельных.

Структура потребления тепловой и электрической энергии, а также расход первичного топлива на их производство представлены соответственно на рис. 1, а и 1, б. Из анализа данных графиков следует вывод о невысокой эффективности преобразования первичных энергоресурсов в тепловую и электрическую энергию. Что свидетельствует о наличии потенциала энергосбережения. Из баланса энергий видно, что конечное потребление осуществляется в виде тепловой энергии.

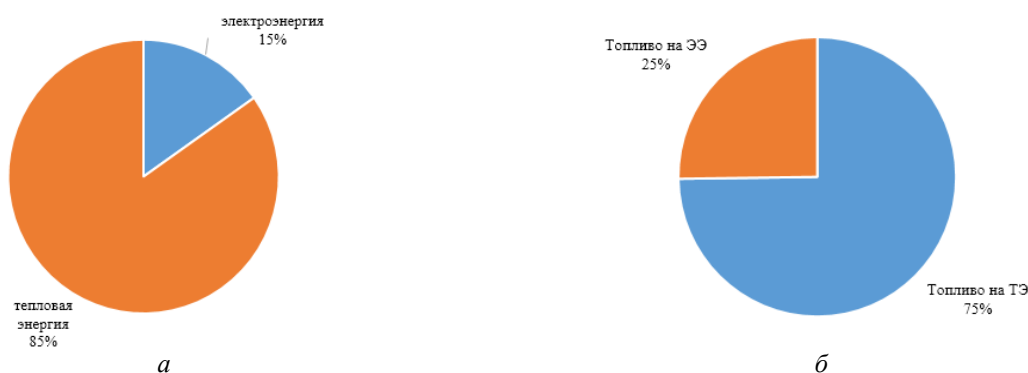


Рис. 1. Баланс энергии предприятий молочной отрасли (а) и баланс первичного топлива предприятий молочной отрасли (б)

Далее на рис. 2 представлена структура потребления тепловой энергии предприятий молочной отрасли.

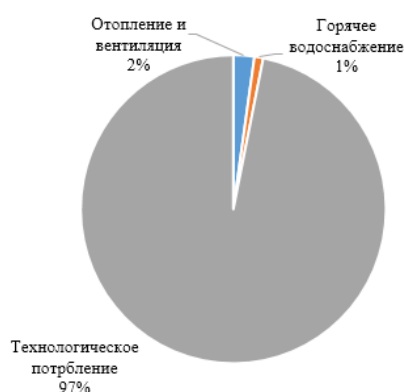


Рис. 2. Структура потребления тепловой энергии предприятий молочной отрасли

Из рисунка следует, что основное потребление тепловой энергии приходится на технологические установки в виде насыщенного пара. К технологическим установкам, использующим тепловую энергию, относятся пастеризационно-охладительные установки (ПОУ), выпарные установки, установки для сушки молока и станции СР-мойки.

Анализ структуры технологического теплоснабжения. Технологическая цепочка по получению сухого цельного молока жирностью 26% состоит из следующих тепловых процессов: пастеризация, выпаривание и сушка. В тепловом балансе рассматриваемой технологической цепочки можно принять следующие допущения: пренебрежение потерями в окружающую среду, для процесса выпаривания принята двухкорпусная выпарная установка с термокомпрессией вторичного пара, для сушки принята сушильная установка с газовым теплогенератором, не учтено потребление тепловой энергии на СР-мойку. Структура потребления тепловой энергии в цепочке производства сухого цельного молока представлена на рис. 3.

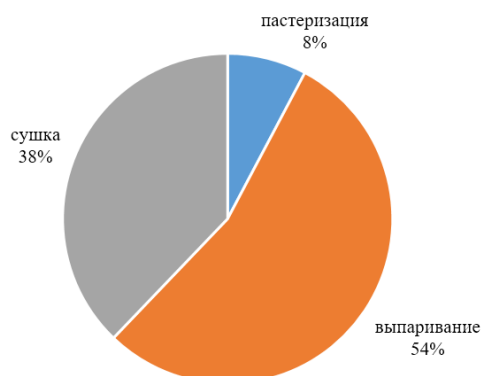


Рис. 3. Структура потребления тепловой энергии в цепочке производства сухого молока

Из представленных результатов преобладает потребление тепловой энергии в процессах выпаривания и сушки.

Данные результаты объясняются тем, что для расчета принята наиболее распространенная схема с двумя корпусами и термокомпрессией вторичного пара без предварительного сгущения с помощью обратного осмоса. В настоящее время получили распространение выпарные установки с большим количеством корпусов. Это представляет интерес для более глубоко изучения процесса выпаривания в контексте увеличения количества корпусов.

Наличие данных энергоемких процессов обуславливает наличие большого количества тепловых ВЭР, которые могут быть использованы в производстве.

Основные тепловые ВЭР предприятий молочной отрасли:

Из представленного анализа рис. 1 а, 1 б и 2 заслуживает внимание поиск тепловых ВЭР и перспективных направлений их использования.

1) Тепловые ВЭР от вакуум-выпарных установок (ВВУ). При работе ВВУ образуется большое количество низкопотенциальной теплоты. На выходе из выпарной установки вторичный пар температурной 45-50 °С конденсируется, после чего образуется конденсат вторичного пара температурной порядка 40-45 °С и обратная вода температурой 35-40 °С. Потенциал тепловых ВЭР порядка 50 % от объема тепловых ВЭР.

2) Тепловые ВЭР от сушильных установок. При сушке молока сушильный агент выбрасывается в окружающую среду температурой порядка 70-90 °С. Потенциал тепловых ВЭР порядка 39 % от объема тепловых ВЭР.

3) Тепловые ВЭР котельных агрегатов. При работе паровых котлоагрегатов в окружающую среду выбрасываются дымовые газы с температурой порядка 120 °С. Потенциал тепловых ВЭР порядка 6 % от объема тепловых ВЭР.

4) Тепловые ВЭР конденсации хладагента холодильных установок. На предприятиях молочной отрасли применяются парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ) для охлаждения продукта. В связи с чем образуются тепловые ВЭР конденсации хладагента выбрасываемые с помощью конденсатора в окружающую среду. Температура хладагента после сжатия составляет порядка 80 °С, а температура конденсации составляет от 30 до 50 °С. Потенциал тепловых ВЭР порядка 5 % от объема тепловых ВЭР.

Использование данных тепловых ВЭР возможно с помощью существующих инженерных решений: внедрение рекуперативных теплообменных аппаратов и тепловых насосов.

Вывод. Значимость отрасли позволяет говорить о дальнейшем снижении энергетической составляющей в себестоимости продукции, важным направлением является вовлечение ВЭР и увеличение доли их использования.

В контексте ожидаемого роста цен на энергоресурсы необходим более глубокий поиск тепловых ВЭР и способов их вовлечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1) Збереновская, А. Белстат сообщил, какая область Беларуси производит больше всего продуктов питания и напитков. – URL: <https://www.sb.by/articles/belstat-uznal-kakaya-oblast-belarusi-proizvodit-bolshe-vsego-produktov-i-napitkov.html> (дата обращения: 06.04.2026).

2) Брыло, И. Доля молочной отрасли в ВВП Беларуси с 2000 года увеличилась с 0,9 до 1,5%. – URL: <https://clck.ru/3SyWcx> (дата обращения: 06.04.2026).

3) Пищевая промышленность Республики Беларусь 2025. – Национальное агентство инвестиций и приватизации Республики Беларусь. – URL: [Pishchevaya-promyshlennost-2025.pdf](https://pishchevaya-promyshlennost-2025.pdf)

4) Доля продовольственных товаров в общем объеме белорусского экспорта превышает 25 процентов. – Минсельхозпрод. – URL: <https://clck.ru/3SyWfo> (дата обращения: 06.04.2026).

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОРУЖИЯ С ПОРАЖАЮЩИМ ФАКТОРОМ, ИЗМЕНЯЕМЫМ ПО ЗАКОНУ КВАДРАТИЧНОЙ ГИПЕРБОЛЫ, НА ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ НА МАРШЕ

Н.Д. Портнов

Научный руководитель – **И.А Голицына**, канд. пед. наук, доцент

Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны
имени Маршала Советского Союза Л.А. Говорова

Представлена модель оценки опасности для подразделения, движущегося по маршруту, при действии источника, интенсивность которого убывает по закону обратных квадратов. Построена и исследована функция интенсивности на маршруте, доказано достижение максимума в точке кратчайшего сближения, выведены соотношения для определения параметров источника по трем замерам. Получены формулы прогноза максимальной интенсивности, расстояния до точки максимума и интегральной дозы воздействия. Разработан алгоритм измерений и реализована программная логика для портативного прибора оперативной оценки риска.

Ключевые слова: закон обратных квадратов, модель распространения, интегральная доза, оценка риска, тактический маршрут

APPLICATION OF MATHEMATICAL ANALYSIS TO A HAZARD FACTOR FOLLOWING THE INVERSE-SQUARE LAW ALONG A UNIT'S ROUTE

N.D. Portnov

Scientific Supervisor – **I.A. Golitsyna**, Candidate in Pedagogy Sciences, Associate Professor

Marshal of the Soviet Union L.A. Govorov Yaroslavl Higher Military Collage of Air Defense

We propose an model to assess hazards for a unit moving along a planar route under exposure from a source obeying the inverse-square law. We study the intensity function along the route, prove that the maximum is attained at the closest approach point, derive relations to identify source parameters from three measurements, and obtain formulas for peak intensity, distance to the maximum point, and cumulative dose. A measurement algorithm and embedded software logic for a portable risk assessment device are presented.

Keywords: inverse-square law, propagation model, cumulative dose, risk assessment, tactical route

Введение

В начале XXI века всё больше проявляют себя различные образцы вооружения, в том числе основанного на новых физических принципах: высокочастотные излучатели, инфразвуковые установки, радиологические источники. Их воздействие может быть скрытным, а время на принятие решения – минутами.

До внедрения портативных средств оценки риска командиры вынуждены полагаться на косвенные признаки и опыт, что повышает вероятность ошибочного выбора маршрута и излишней экспозиции личного состава. Мы предлагаем компактную методику и алгоритм полевых измерений, которые позволяют за несколько минут получить количественные ориентиры риска и скорректировать тактику движения – вплоть до изменения скорости, пауз, укрытий и обходов.

В ходе исследования, мы решили следующие задачи:

- сформулировать модель распространения поражающего фактора;
- исследовать интенсивность вдоль маршрута и условия максимума;
- получить соотношения для восстановления параметров источника по трём замерам;
- вывести формулы пикового воздействия и интегральной дозы;
- разработать алгоритм измерений и программную логику прибора.

Модель и допущения.

В основу нашей модели, как и в классических трудах по физике, например, Г.С. Ландсберга [3], положен закон обратных квадратов для интенсивности излучения. Мы развили этот подход, адаптировав его для тактической обстановки:

Рассмотрим подразделение, которое движется по поверхности Земли по некоторому маршруту. Длина маршрута предполагается много меньше размеров Земли - вертикальная составляющая перемещения пренебрежимо мала по сравнению с горизонтальной. Поэтому движение рассматривается в плоскости.

Источник воздействия и измерительный прибор примем за материальные точки (их размеры много меньше расстояний). Стоит отметить, что мы приняли за материальную точку не всё подразделение в целом, так как колонна военной техники может растягиваться на километры, а сам прибор, который, по замыслу, находится у военнослужащего, движущегося головным в колонне.

Также рассмотрим некоторый участок маршрута, который много меньше длины маршрута и также много меньше расстояния до источника. Тогда поперечное отклонение подразделения, движущегося на данном участке маршрута от его начала к его концу, будет пренебрежимо мало, вследствие чего, мы можем упростить модель, приняв данный участок за отрезок.

Интенсивность убывает с расстоянием от источника по закону обратных квадратов.

Введём декартову систему координат: точка O – положение источника, ось Ox направлена вдоль прямой a , к которой локально аппроксимируется участок маршрута – ось Oy , перпендикулярна a . Расстояние от источника до прямой a равно D ($D > 0$). Положение прибора на маршруте параметризуется координатой x вдоль оси Ox .

Также обозначим ось Oz , перпендикулярную xOy . Отобразим на ней характеристическую величину влияния некоего фактора на подразделение.

Математические соотношения

Интенсивность I на расстоянии R от источника равна

$$\text{[Blank Box]} \quad (1)$$

где интенсивность на расстоянии $1m$ от источника (коэффициент подобия).

Воздействие фактора в определённой нами модели распространяется во всех направлениях плоскости одинаково, а значит координата z будет одинакова для всего множества точек поверхности интенсивности от координаты находящихся на равном удалении от оси Oz .

Иными словами, каждая точка некоторой окружности на плоскости будет иметь в соответствие одно и то же значение z .

Подставив в (1) уравнение окружности с-центром в начале координат получаем:

$$z = \frac{I_0}{x^2 + D^2}. \quad (2)$$

Точка максимума данной функции соответствует координате $x = 0$.

Решив систему из трех уравнений вида (2) для трёх измерений в разных точках маршрута на одинаковом расстоянии друг от друга N , получим:

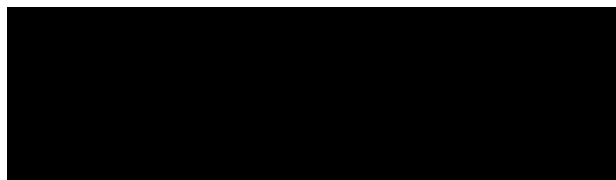
Расстояние от точки максимума функции интенсивности до начала координат:

$$D = \sqrt{\frac{(3z_3z_2 + z_2z_1 - 4z_3z_1)^2}{(2z_3z_2 + 2z_2z_1 - 4z_3z_1)^2} (z_1 - z_3)N^2} + \sqrt{\frac{4z_3N \cdot (3z_3z_2 + z_2z_1 - 4z_3z_1)N - 4z_3N^2}{2z_3z_2 + 2z_2z_1 - 4z_3z_1}}. \quad (3)$$

Расстояние по прямой от точки первого замера до точки маршрута с наибольшей интенсивностью:

$$x_1 = -\frac{3z_3z_2 + z_2z_1 - 4z_3z_1}{2z_3z_2 + 2z_2z_1 - 4z_3z_1} N. \quad (4)$$

Коэффициент подобия I_0 для дальнейшего анализа вредоносного фактора



$$(5)$$

Интегральная доза.

Пусть прибор движется равномерно прямолинейно со скоростью v вдоль оси Ox , $x(t) = x_0 + vt + vt$. Интегральная доза (или накопленное воздействие) за интервал $[t_1, t_2]$ равна



$$(6)$$

Это выражение позволяет прогнозировать суммарную экспозицию на заданном участке.

Алгоритм работы прибора:

1. Провести три измерения интенсивности z_1, z_2, z_3 через заданный интервал N .
2. Используя выведенные нами соотношения, рассчитать параметры:
 I_0 , D и x_1 – интенсивность фактора на расстоянии 1м от источника, расстояние от источника до маршрута, координата x в момент первого измерения.
3. Вычислить прогнозируемую максимальную интенсивность – интенсивность вредоносного фактора в точке маршрута, наиболее приближённой к источнику.
4. Рассчитать интегральную дозу – энергии, суммарно поглощенной объектом на маршруте следования.
5. Определить расстояние до точки максимального воздействия.
6. Выдать на экран заключение о степени риска на основе сравнения с допустимыми нормами. За основу для сравнения, следуя работе А.В. Труханова [1], можно принять, например, дозу в 50 Рад для радиации.

Заключение

Предложенный подход обеспечивает компактную процедуру калибровки по трем точкам и позволяет в реальном времени оценивать пиковое воздействие и интегральную дозу для широкого класса источников, подчиняющихся закону обратных квадратов. Дальнейшее развитие связано с учетом экранирования, отражений, неоднородностей среды и криволинейности маршрута.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Труханов, А.В. Радиационная, химическая и биологическая защита: электрон. учеб. для вузов. – Пенза: Филиал ВА МТО, 2016.
- 2) Чернышов, В.Н. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / В.Н. Чернышов, А.В. Чернышов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 120 с.
- 3) Элементарный учебник физики: в 3 т. Т. 1 / под ред. Г.С. Ландсберга. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 608 с.
- 4) Мессер, А.Г. Ядерное оружие: физика и воздействие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 256 с.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЭТИЛЕНГЛИКОЛЕМ И МЕРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ: ОПЫТ АЭРОДРОМНОГО ХОЗЯЙСТВА ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Румянцева¹, А.В. Маркелов²

Научный руководитель – А. В. Маркелов, д-р техн. наук, доцент

¹Ярославская фармацевтическая фабрика,

²Ярославский государственный технический университет

Статья посвящена анализу методов очистки промышленных сточных вод и разработке предложений по созданию эффективных технологий и аппаратов для возвращения этиленгликоля из сточных вод аэродромов с целью повторной эксплуатации и минимизации экологического ущерба. Исследование включает, оценку современных способов очистки промышленных сточных вод и выбор оптимального технологического решения для разделения этиленгликоля и воды. Основной задачей является создание доступной и экономичной методики извлечения этиленгликоля с высоким уровнем чистоты, позволяющей повторно использовать этот химикат в качестве противообледенительной жидкости, что важно для оптимизации расходования ресурсов авиационных предприятий и снижением нагрузки на экосистемы путем уменьшения объемов отходов, загрязняющих природные водоемы. Практическая значимость проекта заключается в возможности масштабирования результатов для широкого круга российских аэропортов, обеспечивая экономический эффект и повышение уровня экологической безопасности авиационных предприятий страны.

Ключевые слова: сточные воды, этиленгликоль, очистка, рекуперация, аэропорт, технология, оборудование

MONITORING OF ETHYLENE GLYCOL POLLUTION AND ENVIRONMENTAL REMEDATION MEASURES: EXPERIENCE OF THE AIRFIELD OPERATION FACILITY IN THE YAROSLAVL REGION

A.V. Rumyantseva¹, A.V. Markelov²

Scientific Supervisor – A.V. Markelov, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

¹Yaroslavl Pharmaceutical Factory

²Yaroslavl State Technical University

The article is devoted to the analysis of industrial wastewater treatment methods and the development of proposals for creating effective technologies and apparatuses for recovering ethylene glycol from airport wastewater, aiming at its reuse and minimizing environmental damage. The study includes an assessment of current industrial wastewater treatment methods and the selection of an optimal technological solution for separating ethylene glycol and water. The main objective is to develop an accessible and cost-effective method for extracting ethylene glycol with a high purity level, allowing its reuse as a de-icing fluid. This is important for optimizing resource consumption at aviation enterprises and reducing the burden on ecosystems by decreasing the volume of waste polluting natural water bodies. The practical significance of the project lies in the potential to scale the results for a wide range of Russian airports, delivering economic benefits and enhancing the environmental safety level of the country's aviation enterprises.

Keywords: wastewater, ethylene glycol, treatment, recovery, airport, technology, equipment

Введение

Современное авиационное хозяйство сталкивается с рядом экологических и технологических проблем, связанных с обработкой сточных вод, образующихся в аэропортах. Одной из наиболее актуальных задач является эффективное управление и возврат этиленгликоля и воды из сточных вод, используемых в системах противообледенительной обработки воздушных судов [1, 2]. Этиленгликоль, являясь основным компонентом противообледенительных жидкостей, при попадании в окружающую среду может представлять значительную экологическую угрозу, обусловленную его токсичностью и высокой биологической нагрузкой [3].

В связи с этим разработка технологий и специализированного оборудования для возврата этиленгликоля и воды из сточных вод аэропортов становится приоритетным направлением, позволяющим не только снизить негативное воздействие на окружающую среду, но и оптимизировать производственные ресурсы за счет повторного использования компонентов в технологических процессах [4-8].

Целью настоящего исследования является разработка предложений по технологической схеме, обеспечивающей эффективное извлечение и возврат этиленгликоля и воды в производственный цикл из сточных вод аэропортов. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- обзор существующих методов очистки промышленных сточных вод;
- разработка технологической схемы рециклинга этиленгликоля;
- оценка эффективности и экономической целесообразности внедрения предложенных решений.

Реализация данных задач позволит создать комплексный подход к рациональному использованию ресурсов и снижению экологической нагрузки в авиационной отрасли.

Основная часть

1. Анализ существующих методов очистки сточных промышленных вод

1.1 Физико-химические методы

Коагуляция – процесс дестабилизации коллоидных и тонкодисперсных частиц путём введения в воду химических реагентов (коагулянтов). Чаще всего применяют соли алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) и железа (FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$). В результате гидролиза коагулянтов образуются гидроксидные комплексы, которые адсорбируют и «сшивают» загрязнения, формируя хлопья (флокулы) [9, 10].

Оптимальные условия проведения процесса коагуляции предполагают поддержание pH в диапазоне 5,5–7,5 при использовании солей алюминия, а для солей железа – в диапазоне 4,5–6,0. Величина концентрации химического реагента определяется методом «баночного теста» (jar-test), что обеспечивает подбор оптимальных условий для достижения максимальной эффективности коагуляции. Преимуществами данного метода являются высокая эффективность удаления взвешенных веществ, достигающая до 90%, а также устранение 50–70 % органических веществ по химической потребности в кислороде (ХПК) [10].

К недостаткам процесса коагуляции следует отнести чувствительность к изменению исходных условий, необходимость точной настройки параметров, а также возможность образования осадков, трудно поддающихся удалению, при несоблюдении оптимальных условий.

1.2. Физические методы

Отстаивание – гравитационный процесс отделения частиц (взвешенных веществ, хлопьев) от жидкости за счёт разницы плотностей и под действием силы тяжести; для мелких частиц скорость оседания описывают законом Стокса (для сферических частиц в ламинарном режиме) [15].

Аппаратурное оформление данного процесса состоит из следующих устройств [16]:

- первичные отстойники/очистители – для удаления крупногабаритных/осадочных и плавучих включений перед биологической очисткой;
- вторичные – седиментация возвратного активного ила (секундарные отстойники);
- высокопроизводительные решения в виде ламельных (пластинчатых) отстойников, трубчатых/модульных сепараторов, осадочных пакетов (трубчатых/пластинчатых отстойников), которые обеспечивают увеличение эффективной площади оседания в том же объёме.

1.3 Мембранные процессы

Мембранные процессы представляют собой методы разделения жидких сред, основанные на селективной проницаемости полупроницаемой мембраны под действием приложенного давления, разницы потенциалов, концентраций. Классификация баромембранных процессов осуществляется по размеру пор или молекулярной массе разделяемых компонентов (молекулярному пределу отсекаемости) и включает четыре основных типа: микрофильтрацию (МФ), ультрафильтрацию (УФ), нанофильтрацию (НФ) и обратный осмос (ОО) [20].

2 Методы глубокой очистки и регенерации этиленгликоля

2.1 Мембранные технологии

Мембранные методы сепарации предлагают энергоэффективную альтернативу термическим процессам для разделения водно-гликолевых смесей. Наибольшее применение находят обратный осмос и нанофильтрация.

Процесс обратного осмоса осуществляется при высоких давлениях (до нескольких десятков бар) и позволяет эффективно отделять воду от молекул этиленгликоля благодаря плотным селективным мембранам. В результате получается высококачественный пермеат (очищенная вода) и концентрат гликоля.

Наночистка используется преимущественно для концентрирования растворов этиленгликоля. Мембраны НЧ обладают промежуточной селективностью между УФ и ОО, задерживая гидратированные ионы и органические молекулы средней молекулярной массы.

Согласно литературным данным, мембранные методы демонстрируют максимальную эффективность для очистки растворов с концентрацией этиленгликоля до 5 мас% [27]. При более высоких концентрациях резко возрастает осмотическое давление и усиливается явление концентрационной поляризации, что требует применения многоступенчатых схем.

2.2 Термодиффузионные методы

Термодиффузионные методы относятся к перспективным мембранно-тепловым технологиям глубокой очистки, основанным на использовании градиента температур для разделения жидких смесей. Их принцип действия базируется на комбинации процессов испарения, диффузии и конденсации, инициируемых разностью температур по разные стороны селективной мембраны.

В основе процессов лежит явление термодиффузии (эффект Соре), заключающееся в направленном перемещении компонентов смеси под действием температурного градиента [28-29]. В отличие от традиционного выпаривания, эти методы позволяют осуществлять разделение при значительно более низких температурах (часто ниже 60–80 °С), что минимизирует риски термического разложения этиленгликоля и снижает энергопотребление.

Различают несколько основных технологических разновидностей процессов термодиффузии.

Мембранная дистилляция - процесс, в котором летучий компонент (вода) испаряется с поверхности подогретого исходного раствора, проходит через поры гидрофобной мембраны (несмачиваемой жидкостью) и конденсируется на холодной стороне. Этиленгликоль и нелетучие примеси остаются в исходном потоке [30].

3 Комбинированные методы очистки сточных вод аэродромов

3.1 Мультистадийное испарение

Обработка сложных по составу сточных вод аэродромов, характеризующихся высокими и переменными концентрациями этиленгликоля, солей и других примесей, зачастую требует применения комбинированных технологических решений. Одним из таких решений являются мультистадийные испарительные установки [35].

Данная технология интегрирует процессы механического выпаривания и ректификационной дистилляции в едином аппаратном оформлении. Установка, как правило, состоит из нескольких последовательных ступеней испарения, в которых тепло конденсации паров из предыдущей ступени используется для подогрева исходной воды в последующей. Это позволяет существенно повысить энергетическую эффективность по сравнению с однокорпусными выпарными аппаратами.

Мультистадийное испарение демонстрирует высокую эффективность при обработке значительных объемов стоков (порядка 50–200 м³/сутки) и позволяет достичь степени извлечения этиленгликоля на уровне 90–95% [35, 36]. Концентрированный раствор гликоля может быть возвращен в технологический цикл после дополнительной ректификации, а дистиллят (очищенная вода) – направлен на доочистку или сброс (рис. 1).



Рис. 1.Схема очистки сточных вод с выделением этиленгликоля

3.2 Комбинация химико-физической и биологической очистки

Сточные воды аэродромов представляют собой сложную многокомпонентную систему, содержащую этиленгликоль и пропиленгликоль (основные компоненты противообледенительных жидкостей), нефтепродукты, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и взвешенные частицы.

Технологическая схема включает последовательную реализацию процессов:

Первичное отстаивание: гравитационное отделение крупнодисперсных взвешенных веществ.

Флотация: удаление эмульгированных масел, жиров и ПАВ за счет образования комплексов «пузырек-частица».

Коагуляция/флокуляция: дестабилизация коллоидных систем и образование хлопьевидных агрегатов для последующего отделения.

Биореактор (аэробный или анаэробный): биологическая деградация растворенных органических соединений специализированными микроорганизмами.

Вторичный отстойник: разделение очищенной воды и активного ила.

Снижение БПК₅ на 90–95%, эффективное удаление нефтепродуктов и масел до нормативов ПДК. Пример практической реализации – аэропорт Франкфурта, использующий комбинированную схему напорной флотации (DAF) с активным илом для очистки гликольсодержащих стоков (рис. 2) [35].

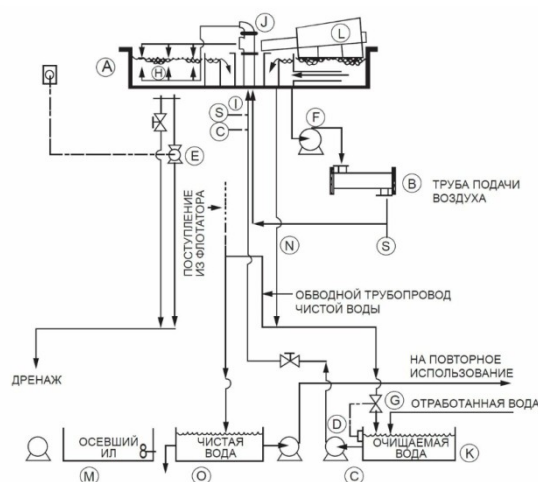


Рис. 2. Принципиальная схема напорной флотации:

- А – флотационная установка; В – труба подачи воздуха; С – подача чистой воды; D - насос подачи чистой воды;
Е - клапан; F - насос; G - сбор воды; S - подача очищаемой воды; Н - подача воды под давлением;
I - поступление очищаемой воды; J - сброс воды; K - резервуар очищаемой воды; L - сборочный механизм;
M - резервуар осевшего ила; N - выход чистой воды; O - резервуар чистой воды

3.3 Интеграция коагуляции, фильтрации и мембранных процессов

Для достижения требований к воде, сбрасываемой в рыбохозяйственные водоемы или предназначенной для рециклинга, применяются технологии глубокой доочистки.

Технологическая цепочка включает в себя:

- коагуляцию с солями железа или алюминия для дестабилизации коллоидов;
- осветление в отстойниках или осветлителях;
- напорную фильтрацию через песчаные или мультимедийные загрузки.
- ультрафильтрацию для задержания коллоидов, макромолекул и микроорганизмов;
- обратный осмос для деминерализации и удаления низкомолекулярных соединений.

Обеспечивает полное удаление взвешенных веществ, снижение концентрации гликоля > 95%, уменьшение ХПК > 90%. Технология апробирована в аэропортах Скандинавии для регенерации воды и частичного извлечения гликоля [35].

3.4 Мембранные биореакторы (MBR)

Интеграция аэробного биологического окисления с ультрафильтрационным разделением в одном аппарате, где мембранный модуль заменяет вторичный отстойник (рис. 3).

К достоинствам процесса относятся: Компактность, высокая эффективность очистки (удаление БПК₅ > 98%), стабильное качество пермеата, пригодного для повторного использования.

К недостаткам процесса относятся: Высокие капитальные затраты на мембраны, энергозатраты на аэрацию и борьбу с биофоллингом.

Используется в Аэропорты Германии и Канады внедряют MBR-системы для переработки антиобледенительных жидкостей [27, 35].

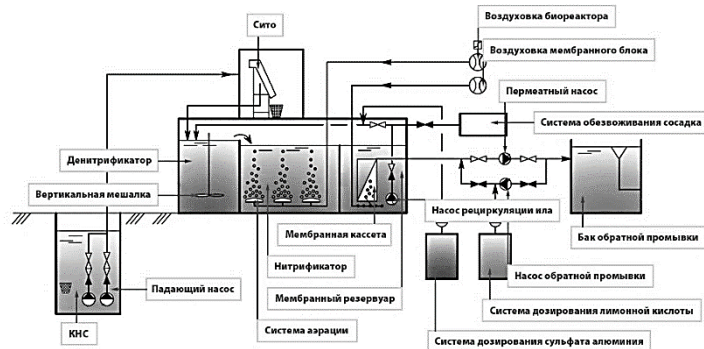


Рис. 3. Схема биореактора для очистки сточных вод

3.5 Комбинированные аэробно-анаэробные процессы

Последовательная организация анаэробного метаногенного сбраживания с последующей аэробной доочисткой (рис. 4).

Снижение энергозатрат за счет производства биогаза, высокая устойчивость к нагрузкам.

Опытные станции в аэропортах Северной Европы (Швеция, Норвегия) демонстрируют эффективность данной схемы [19, 35].

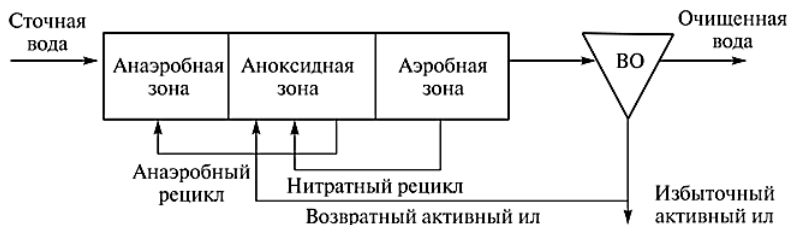


Рис. 4. Принципиальная схема А/О (анаэробно-оксидного) процесса удаления азота и фосфора

3.6 Сорбция с биологической доочисткой

Применение гранулированного активированного угля или цеолитов для удаления остаточных ПАВ, нефтепродуктов и микрополлютантов с последующей биологической доочисткой на активном иле или биофильтрах. Глубокая доочистка сточных вод до нормативов ПДК (рис. 5).

Используется в Аэропорт Хитроу (Великобритания) успешно использует данную технологию [37].

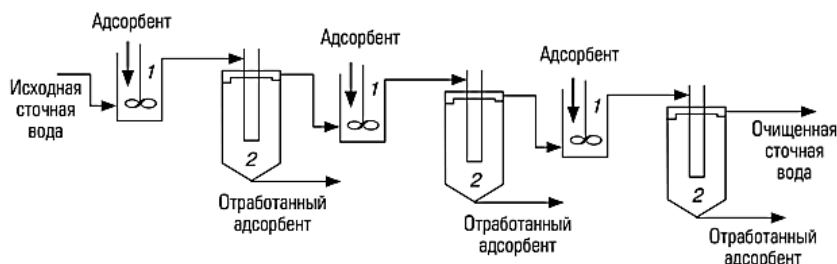


Рис. 5. Адсорбционная схема процесса

3.7 Анализ технологий очистки на примере московских авиаузлов

В 2021–2023 гг. регистрировались случаи сброса сточных вод, загрязненных гликолями, в водотоки бассейна р. Клязьма. В рамках модернизации аэропорт Шереметьево реализует программу ввода и реконструкции очистных сооружений, включая строительство локальных очистных сооружений (ЛОС) и модернизацию системы сбора ПОЖ. Для этого создаются условия для сбора этиленсодержащих сточных вод в специальные резервуары с последующей утилизацией [38]. На 2027–2030 годы планируется внедрение биохимической станции, сочетающей биореакторы с аэрацией и последующую доочистку (фильтрацию/сорбцию), что дополняет традиционную схему «отстаивание–флотация–фильтрация».

В Аэропорте Домодедово внедрены проточные биофильтры с иммобилизованными микроорганизмами-деструкторами для очистки ливневых и промышленных стоков. Технологическая цепочка включает предварительное разделение (пескоотделение / маслоуловители), биофильтрацию и сорбционную доочистку. Проводятся исследования по оптимизации работы ЛОС в период пиковых нагрузок ПОЖ [31, 39].

В Аэропорт Внуково действует сетевая схема ЛОС на различных ливневых выпусках. Для очистки поверхностного стока применяются модульные ЛОС типа ЛОС-200, реализующие механическое отделение взвесей, коалесцентную сепарацию нефтепродуктов и сорбционно-фильтрационную доочистку. Концентрированные ПОЖ собираются отдельно и направляются на специализированную утилизацию.

В Аэропорт Туношна г. Ярославль в рамках реконструкции запланировано строительство двух участков ЛОС поверхностного стока по стандартной для аэродромов схеме: песко- и маслоотделение, тонкослойное осветление, сорбционная доочистка. Для зон обработки ПОЖ предусмотрен отдельный сбор и утилизация [40].

4 Экономическая и экологическая оценка методов

Эффективность технологий очистки оценивается по комплексу экономических и экологических критериев.

Экономические показатели оцениваются по снижению эксплуатационных затрат. Так регенерация этиленгликоля позволяет сократить расходы на закупку новых реагентов на 30–50%.

Энергетическая эффективность оценивается по снижению энергопотребления на внедрение тех или иных методов очистки. Например, применение вакуумной дистилляции снижает энергопотребление на 20–25% по сравнению с традиционной ректификацией [29, 34, 35].

Экологические показатели оцениваются по экологической безопасности, т.е. использование таких технологий очистки, которые практически полностью исключают попадание этиленгликоля в водные объекты.

Содержание остаточных загрязняющих веществ после очистки должно соответствовать требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 [41].

Таким образом, комбинированные методы очистки позволяют достичь высокой степени очистки сточных вод аэродромов при обеспечении экономической целесообразности и экологической безопасности.

Анализ эффективности технологий возврата этиленгликоля и воды показал, что внедрение вакуумной испарительной дистилляции в сочетании с мембранной фильтрацией обеспечивает возврат этиленгликоля на уровне 85–90%, при этом очищенная вода соответствует нормативам по качеству для повторного использования в технологическом цикле.

Использование энергорекуперации может снизить суммарные энергозатраты на 25–30%, что положительно сказалось на экономической эффективности процесса.

5. Разработка новой технологической схемы очистки сточных вод от этиленгликоля на аэродромах Ярославской области (аэропорт Туношна)

Аэропорт Туношна, расположенный в Ярославской области, активно использует этиленгликоль в процессе антиобледенения воздушных судов. Однако сброс сточных вод, содержащих этот токсичный компонент, может нарушить экосистему водоемов региона. Поэтому возникает необходимость в разработке эффективной технологической схемы очистки сточных вод от этиленгликоля.

Для решения данной задачи предлагается технология, направленная на комплексную очистку сточных вод аэропортов с целью возврата этиленгликоля и воды в производственный цикл. Предлагаемая технологическая схема включает следующие основные этапы:

- предварительная механическая очистка для удаления крупнодисперсных частиц и масел;
- химико-физическая обработка для снижения концентрации растворённых загрязнителей и улучшения условий для последующей очистки;
- мембранная фильтрация (ультрафильтрация и обратный осмос) для разделения компонентов и подготовки раствора этиленгликоля;
- вакуумная испарительная дистилляция для концентрирования и выделения этиленгликоля с минимальными энергозатратами;
- регенерация и повторное использование очищенной воды и этиленгликоля в технологических процессах аэропорта.

Основные технические характеристики технологии представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики оборудования для рекуперации этиленгликоля

Оборудование	Производительность, м ³ /ч	Эффективность, % этиленгликоля	Примечание
Мембранная установка	5–20	90–95	Обратный осмос
Вакуумная колонна	1–5	95	Концентрирование этиленгликоля
Фильтр грубой очистки	10–50	80	Удаление механических примесей

Аппаратурное оформление технологической схемы выбрано с учетом требований к надежности, энергоэффективности и экологической безопасности. Важным элементом является вакуумная испарительная установка, позволяющая снизить температуру кипения раствора и тем самым уменьшить энергозатраты и риск термического разложения этиленгликоля.

Мембранные модули обеспечивают высокую селективность и устойчивость к загрязнению, что позволяет использовать их в условиях изменяющегося состава сточных вод.

Автоматизированная система управления контролирует параметры процесса, обеспечивая стабильное качество выделяемых компонентов.

Данные решения направлены на повышение эффективности возврата этиленгликоля и воды при одновременном снижении эксплуатационных затрат и минимизации экологического воздействия.

Достоинством предлагаемой схемы очистки сточных вод является компактность и модульность, а также возможность адаптироваться по объёмам и позволяет расширяться при необходимости. Высокая эффективность при низких температурах, благодаря анодному окислению и флотаторам, пригодным для зимних условий. Универсальность – возможно использовать как для сброса, так и для оборотного водоснабжения. Надежность – за основу взяты проверенные решения (например, в Пулково) с подтвержденными показателями очистки: этиленгликоль сбрасывается с концентрации до 510 мг/л до менее чем 0.1 мг/л.

Разработка новой технологической схемы очистки сточных вод от этиленгликоля в аэропорту Туношна позволит существенно снизить негативное воздействие на окружающую среду, а также улучшить качество сточных вод, возвращаемых в экосистему. Эффективная интеграция физико-химических и биологических методов очистки откроет новые горизонты в области экологически безопасных технологий для аэродромов и повысит устойчивость аэропорта к экологическим вызовам.

Заключение

На основе анализа литературных источников было установлено, что существует необходимость в совершенствовании технологии и оборудования для возврата этиленгликоля и воды из сточных вод аэропортов, которые должны обеспечить высокую эффективность и экономическую целесообразность по сравнению с существующими методами.

Использование комбинированного подхода – мембранной фильтрации и вакуумной испарительной дистилляции с энергорекуперацией – позволит не только достичь высокого уровня очистки и возврата компонентов, но и снизить энергозатраты, что является важным фактором для промышленного внедрения.

Сравнение с традиционными методами, такими как биологическая очистка и простая физико-химическая обработка, показывает существенные преимущества разработанной технологии по качеству выделяемых продуктов и скорости обработки сточных вод.

Однако существует ряд ограничений, связанных с необходимостью регулярного обслуживания мембранных модулей и сложностью управления вакуумной системой, что требует дополнительной автоматизации и разработки сервисных программ.

Перспективы внедрения включают масштабирование технологии для крупных аэропортов, а также адаптацию оборудования для обработки сточных вод с различным составом, что позволит расширить область применения и повысить экологическую безопасность авиационной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Интегральная оценка загрязнения почв при реконструкции аэродрома / И.С. Лазарев, Ж.Ю. Кочетова, Н.В. Маслова, В.В. Терентьев // Региональные геосистемы. – 2022. – Т. 46, № 3. – С. 448–462. – DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-3-448-462.
- 2) Суворова, Е.В. Удаление этиленгликоля из сточных вод аэропорта, в том числе его регенерация / Е.В. Суворова, Е.М. Микрюкова // Выставка инноваций - 2021 (весенняя сессия): сборник материалов XXXI Республиканской выставки-сессии студенческих инновационных проектов и XL Научно-технической конференции молодежи АО «ИЭМЗ «Купол», Ижевск, 23 марта – 22 2021 года. – Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, 2021. – С. 173-177. – EDN JZYNJL.
- 3) Мосов, А.О. Сравнительный анализ экологической безопасности применения ПОЖ в гражданской авиации / А.О. Мосов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики: в 3 томах, Красноярск, 12–16 апреля 2021 года / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова. Том 2. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2021. – С. 740-742. – EDN DIARLP.
- 4) Воздействие гликолей в составе противообледенительных жидкостей на окружающую среду / Н.Е. Кашапова, Н.Ю. Башкирцева, Ю.С. Овчинникова [и др.] // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 5. – С. 209-212. – EDN TOUBJL.
- 5) Патент № 2738123 Российская Федерация. способ обезвреживания токсичных промышленных отходов: C01B17/00, B09B3/00 / А.К. Андрианов; заявитель и патентообладатель ФГУН "Научно-исследовательский технологический институт имени А.П. Александрова" – заявл. 26.07.2011; опубл. 20.01.2013. Бюл. №19
- 6) Румянцева, А.В. Современные технологии очистки сточных вод промышленных предприятий // Система управления экологической безопасностью: сборник трудов XVI международной научно-практической конференции – Екатеринбург: УрФУ, 2022. – С. 127-130.
- 7) Пат. ЕА016271В1. Европейский патент. Способ мембранной дистилляции для очистки жидкости: B01D61/3641 / Я.В. Ассинк Я., Я. Х Ханемайер Я., А.Э. Янсен., Й. Ван Медепорт, Х. Де Йонг, Э. Ван Сонсбек, Э. Куле; заявитель и патентообладатель Недерландсеорганисати вор тугепастнатюрветенсхаппелейкондерзуктно (NL) – заявл. 31.10.2007; опубл. 30.03.2012.
- 8) Проблема обезвреживания отходов, содержащих этиленгликоль / С.А. Пруцакова, А.С. Кулакова, П.С. Мазуров, М.А. Алексеев, В.А. Ковко // Химия и химическая технология: достижения и перспективы : сборник материалов V Всероссийской конференции, Кемерово, 26–27 ноября 2020 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2020. –С. 111.1-111.5
- 9) Физико-химические основы процессов очистки воды / А.Ф. Никифоров, А.С. Кутергин, И.Н. Липунов, И.Г. Первова, В.С. Семенищев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. – 164 с.
- 10) Качалова, Г.С. Коагуляционно-сорбционная очистка сточных вод // Вода и экология: проблемы и решения. – 2019. – № 2. – С. 32–39. – DOI: 10.23968/2305-3488.2019.24.2.32-39.
- 11) Гумерова, Г.Х. Метод флотационной очистки промышленных стоков // Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18 – № 20 –С. 267-269.
- 12) Флотация и её применение для очистки сточных вод / А.В. Золотов, В.А. Лисовский, И.С. Багреева, Е.В. Слепова // SCIENCE TIME. – 2016. – № 12. – С. 266-274.
- 13) Николаева, Л.А. Адсорбционная очистка промышленных сточных вод модифицированным карбонатным шламом: монография / Л.А. Николаева. – Казань : КГЭУ, 2019. – 196 с.
- 14) Лепеш, Г.В. Современные методы очистки сточных вод промышленных предприятий / Г.В. Лепеш, А.С. Панасюк, А.С. Чурилин // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2016. – № 3 (37). – С. 14–23.
- 15) Boeriu, P. Consideration on The Sedimentation Process in a Settling Basin / P. Boeriu, J.A. Roelvink, T.D. Simanjuntak // J. Hydrol. Hydromech. – 2009. – P. 16-25.

- 16) Илюшина, В.В. Современные методы очистки сточных вод // Современная техника и технологии. – 2017. – № 2. – URL: <https://technology.snauka.ru/2017/02/12446> (дата обращения: 03.06.2025).
- 17) Чернышев, С.Н. Фильтрационная модель скального основания напорного гидроузла / С.Н. Чернышев, Т.В. Зоммер, В.Л. Зоммер // Вестник МГСУ. – 2018. – № 10. – С. 1251–1259. – DOI: 10.22227/1997-0935.2018.10.1251-1259.
- 18) Zhu, X. Effect of filter media properties on filtration performance in wastewater treatment / X. Zhu, B.E. Logan // Water Research. – 2019. – Vol. 157. – P. 228–238.
- 19) Droste, R.L. Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment / R.L. Droste, R. L. Gehr. – 2nd ed. – Wiley, 2018. – 516 p.
- 20) Gryta, M. Application of membrane distillation process for tap water purification // Chemical Papers. – 2018. – Vol. 72, № 6. – С. 1347–1355.
- 21) Coupling of physico-chemical treatment and steel membrane filtration to enhanced organic removal in wastewater treatment / M.A. H. Johir, S. Vigneswaran, J. Kandasamy, R. Slee // Desalination and Water Treatment. – 2013. – V. 51. – P. 2695–2701. – DOI:10.1080/19443994.2012.749350
- 22) Жаров, М.А. Применение мембранных технологий в очистке производственных сточных вод / М.А. Жаров, С.Е. Алексеев // Строительство: наука и образование. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 112–122. – DOI: 10.22227/2305-5502.2024.4.112-122.
- 23) Baker, R.W., Membrane Technology and Applications. – London: John Wiley & Sons, Ltd., 2023. – 516 p.
- 24) Mathematical modeling of turbulent transport of particles in the boundary layer of a tubular membrane element / S.V. Fedosov, A.V. Markelov, A.V. Sokolov, Y.P. Osadchy // Membranes and Membrane Technologies. – 2021. – V. 3. – № 6. – P. 389–399.
- 25) Hvang, S.-T. and Kammermejer K. Membrane in Separation / S.-T. Hvang, K. Kammermejer. – Sydney, Toronto: A Wiley-Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York, London, 1981. – 464 p.
- 26) Бедрин, И.Г. Проблемы энергетической эффективности дистилляционных опреснительных установок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20. – № 6 (2) – С. 289–292.
- 27) Petrochemical wastewater treatment and reuse by MBR: A pilot study for ethylene oxide/ethylene glycol and olefin units / M. Bayat, M.R. Mehrnia, M. Hosseinzadeh, R. Sheikh-Sofla // Journal of Industrial and Engineering Chemistry. 2015. – V. 25. – P. 265–271 – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2014.11.003>
- 28) Banseok Oh, Kyunam Kim, YongSung Kwon, You-In Park, Hosik Park, Dong-Yeun Koh. Pervaporation dehydration of ethylene glycol/water mixture via hydrophilic polymer of intrinsic microporosity (PIM) derivatives // Journal of Membrane Science. 2023. – V. 680. – P. 121707. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2023.121707>
- 29) Water Treatment: Principles and Design / Judith A. Crittenden, R. Lawrence [et al]. – 3rd Edition. – John Wiley & Sons, 2012. – 1500 p.
- 30) Wastewater Engineering: Treatment and Reuse / Metcalf & Eddy, Inc. – 5th Edition. – New York: McGraw-Hill, 2014. – 1300 p.
- 31) Биотехнологическая очистка ливневых сточных вод аэродрома "Домодедово" от этиленгликоля и керосина / Г.А. Жариков, А.И. Марченко, О.А. Крайнова [и др.] // Международная научно-практическая конференция "биотехнология и качество жизни": материалы конференции, Москва, 18–20 марта 2014 года. – М.: Закрытое акционерное общество "Экспо-биохим-технологии", 2014. – С. 416–418. – EDN STCXGL.
- 32) Николайкина Н.Е. Применение высшей водной растительности для доочистки сточных вод аэропортов / Н.Е. Николайкина, Н.И. Николайкин // Научный Вестник МГТУ ГА. – 2020. – Т. 23, № 03. – С. 73–82. – DOI: 10.26467/2079-0619-2020-23-3-73-82
- 33) Wastewater Treatment: Biological and Chemical Processes / M. Henze, P. Harremoes, J.C. Jansen, E. Arvin. – Springer, 2002. – 580 p
- 34) Wastewater Treatment and Reuse: a Review of its Applications and Health Implications / K.K. Kesari, R. Soni, Q.M.S. Jamal, P. Tripathi, J.A. Lal, N.K. Jha, M.H. Siddiqui P. Kumar, V. Tripathi, J. Ruokolainen // Water, Air, & Soil Pollution,. 2021. – Vol. 232. – No. 208. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11270-021-05154-819>.
- 35) Kato S. Comprehensive review of industrial wastewater treatment techniques / S. Kato, Y. Kansha // Environ Sci Pollut Res. 2024. – Vol. 31. – P. 51064–51097. – URL: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34584-0>
- 36) Treatment of high-concentration wastewater using double-effect mechanical vapor recompression / L. Liang, D. Han, R. Ma, T. Peng // Desalination. – 2013. – Vol. 314. – P.139–146. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2013.01.016>
- 37) Treatment of Wastewater Containing Runway De-Icing Agents in Biofilters as a Part of Airport Environment Management System / J. Rodziewicz, A. Mielcarek, W. Janczukowicz, K. Bryszewski, K. Ostrowska // Sustainability. – 2020. – Vol. 12 № 9. – P. 3608. – URL: <https://doi.org/10.3390/su12093608>
- 38) Тарев, Г. Мониторинг уровня отработанной противообледенительной жидкости в аэропорту Шереметьево // Автоматизация и производство. – 2020. – № 2. – URL: https://aip.com.ru/article/monitoring_level_spent_deicing_liquid_sheremetyevo_airport?ysclid=mg91mhqddq1590746308 (дата обращения: 10.09.2025).
- 39) Лесечко А.С. Особенности технологической схемы очистки ливневых стоков в аэропортах / А.С. Лесечко, А.И. Курбатова // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2016. – № 2. – С. 104–109.
- 40) Фоменко, Г. Экологическая стратегия развития староосвоенного региона: пример Ярославской области // Материалы XXXV ежегодной сессии экономико-географической секции Международной академии регионального развития и сотрудничества (МАРС): Староосвоенные регионы: генезис, исторические судьбы, современные тренды развития. – М.: ИП Матушкина И.И. – 2019 – С. 81–92.
- 41) СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. Водопользование населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы" / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000 (с изм. от 04.02.2011, с изм. от 25.09.2014).

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАЛЫХ ПРИТОКАХ ВОЛГИ (г. ЯРОСЛАВЛЬ)

Э.М. Сафиуллин, Т.Р. Насибов

Научный руководитель – О.В. Ладыгина, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Представлены результаты мониторинга шести малых рек – притоков Волги в черте Ярославля за весенний, летний и осенний периоды 2025 г. Проведён анализ содержания аммонийного азота, нитритов, нитратов и фосфатов. Выявлены устойчивые превышения рыбохозяйственных нормативов по фосфатам (река Толгоболка) и нитритам (реки Нора, Толгоболка). На основе полученных данных построены диаграммы сезонной динамики загрязнения. Сделан вывод о необходимости регулярного контроля и адресных мер по снижению биогенной нагрузки.

Ключевые слова: эвтрофикация, малые реки, биогенные элементы, мониторинг, фосфаты, нитриты

SEASONAL DYNAMICS OF BIOGENIC ELEMENTS IN SMALL TRIBUTARIES OF THE VOLGA (YAROSLAVL)

E.M. Safiullin, T.R. Nasibov

Scientific Supervisor – O.V. Ladygina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

The results of monitoring of six small rivers – tributaries of the Volga within Yaroslavl city for spring, summer and autumn periods of 2025 are presented. The analysis of the content of ammonium nitrogen, nitrites, nitrates and phosphates was carried out. Stable exceedances of fishery standards for phosphates (Tolgobolka river) and nitrites (Nora, Tolgobolka rivers) were detected. Based on the obtained data, diagrams of seasonal dynamics of pollution were constructed. The conclusion is made about the need for regular monitoring and targeted measures to reduce the nutrient load.

Keywords: eutrophication, small rivers, nutrients, monitoring, phosphates, nitrites

Введение

Избыточное поступление биогенных элементов в водные объекты остаётся одной из главных экологических проблем урбанизированных территорий. Малые реки, принимающие диффузный сток с сельскохозяйственных угодий и частного сектора, вносят существенный вклад в эвтрофикацию крупных рек, таких как Волга [3, 4].

Цель настоящей работы – оценка современного уровня загрязнения биогенными элементами притоков Волги в черте Ярославля на основе данных мониторинга 2025 года.

Объекты и методы

Объекты исследования – малые притоки реки Волги в окрестностях Ярославля. Пробы отбирались в приустьевых участках в весенний (апрель-май), летний (июнь-август) и осенний (сентябрь-октябрь) периоды 2025 г. Определение концентраций аммонийного азота, нитритов, нитратов и фосфатов проводилось фотометрическими методами по стандартным методикам. Полученные данные сравнивались с нормативами ПДК для рыбохозяйственных водоёмов (приказ Росрыболовства №296) и вод хозяйственно-питьевого назначения (СанПиН 1.2.3685-21).

Результаты и обсуждение

Анализ проб показал, что по нормативам хозяйственно-питьевого водопользования качество воды во всех реках в целом удовлетворительное. Однако по рыбохозяйственным нормативам регулярно фиксируются превышения.

Наиболее неблагоприятная ситуация сложилась в реке Толгоболка, где содержание фосфатов (в пересчёте на фосфор) стабильно превышает уровень $0,2 \text{ мг/дм}^3$, что характеризует водоём как эвтрофный. В реке Нора отмечаются сравнительно высокие концентрации нитратов (до 32 мг/дм^3 весной) и нитритов (до $2,3 \text{ мг/дм}^3$). В реке Которосль, несмотря на умеренные средние значения, в осенний период зафиксирован рост нитратов (до $6,8 \text{ мг/дм}^3$), что может быть связано со смывом с водосбора.

Для наглядного представления данных построены диаграммы сезонной динамики содержания фосфатов и нитритов по наиболее проблемным рекам (рис. 1 и 2).

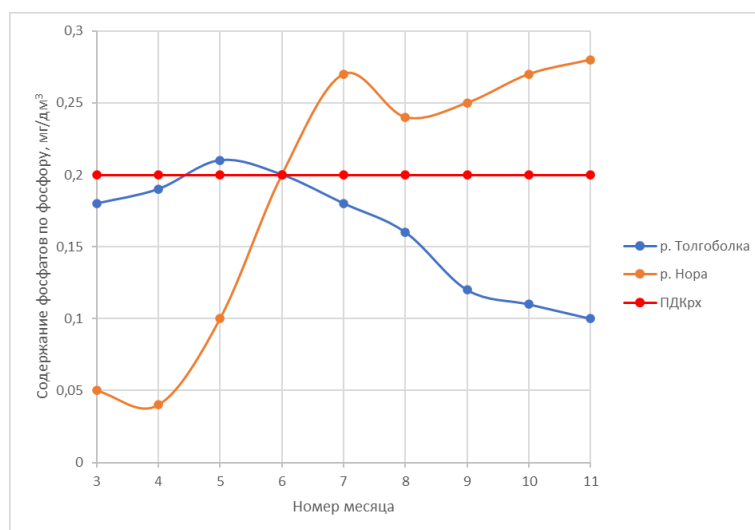


Рис. 1. Сезонная динамика содержания фосфат-ионов (по фосфору) в реках Толгоболка и Нора в 2025 г.

Как видно из рис. 1, концентрация фосфатов в Толгоболке сохраняется на уровне выше ПДКрх в весенне-летний период, достигая максимума в мае-июне. В реке Нора фосфорная нагрузка возрастает к осени, что может быть связано с накоплением загрязнений в донных отложениях и их последующей мобилизацией.

На рис. 2 представлена динамика содержания нитритов — маркеров свежего органического загрязнения.

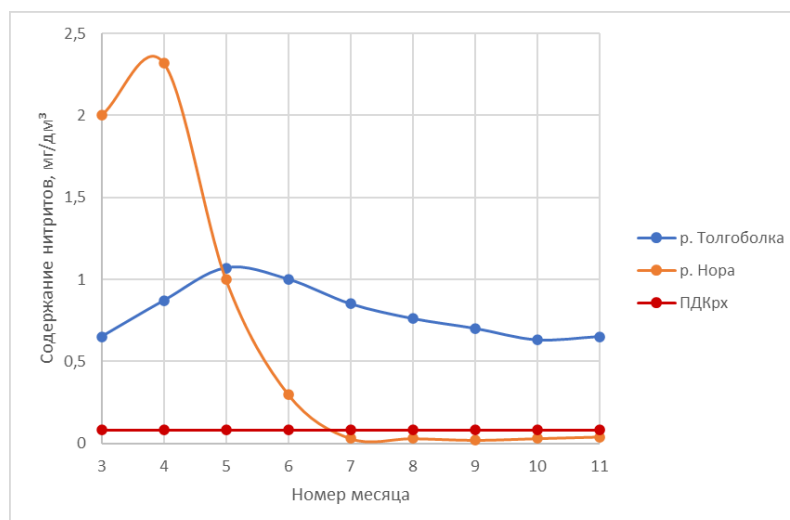


Рис. 2. Сезонная динамика содержания нитрит-ионов в реках Нора и Толгоболка в 2025 г.

В реке Нора зафиксировано экстремально высокое содержание нитритов весной ($2,32 \text{ мг/дм}^3$), что почти в 30 раз превышает ПДК для рыбохозяйственных водоёмов. В Толгоболке наибольшие значения наблюдаются также весной и летом, что совпадает с периодом активного снеготаяния и выпадения ливневых осадков, усиливающих смыв с территории СНТ.

Реки Дунайка, Урочь и Шевелюха характеризуются более низким уровнем загрязнения, однако в летний период в Урочи отмечено повышение аммонийного азота, что требует дополнительного внимания.

Сравнение с данными 2023–2024 гг. [1, 2] показывает, что ситуация с фосфатным загрязнением в Толгоболке остаётся стабильно неблагоприятной, а в реке Нора добавился новый фактор – высокие концентрации нитритов и фосфатов в летне-осенний период.

Заключение

Проведённый мониторинг подтвердил наличие устойчивых очагов биогенного загрязнения в малых притоках Волги на территории Ярославля. Критическая ситуация сохраняется в реках Толгоболка (фосфаты) и Нора (нитриты, нитраты). Полученные данные обосновывают необходимость регулярного контроля качества воды и разработки адресных водоохраных мероприятий, направленных на снижение диффузного стока с селитебных территорий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Исследование фосфатной нагрузки на бассейн реки Волги в районе города Ярославля / О.В. Ладыгина, Л.А. Насырова, Э.М. Сафиуллин, Т.Р. Насибов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2024. – Вып. 4 (150). – С. 183-196.
- 2) Исследование эвтрофикации реки Волга на основе анализа биогенных нагрузок притоков рек Ярославля с применением ГИС / Э.М. Сафиуллин, О.В. Ладыгина, Т.Р. Насибов, Л.А. Насырова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2025. – Вып. 5 (157). – С. 193-204.
- 3) Слабунова, А.В. О проблеме диффузного загрязнения водных объектов / А.В. Слабунова, А.П. Суровикина // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 2 (38). – С. 124-139.
- 4) Eutrophication of U.S. freshwaters: analysis of potential economic damages / W.K. Dodds, W.W. Bouska, J.L. Eitzmann et al. // Environmental Science & Technology. – 2009. – Vol. 43, № 1. – P. 12-19.

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

А.В. Симонов, А.А. Качков, О.П. Филиппова

Научный руководитель – **О.П. Филиппова**, д-р техн. наук, профессор

Ярославский государственный технический университет,

Нефтеперерабатывающий завод – это потенциальный источник загрязнений, таких как нефть, нефтепродукты, тяжелые металлы и вредные веществ. Изучение динамики и характера загрязнений позволяет выявлять зоны наиболее уязвимых участков, отслеживать их изменения во времени и предотвращать возможные экологические катастрофы. Полученные данные важны для разработки нормативных документов, экологических программ и стратегий мониторинга. Влияние загрязнений на здоровье персонала, жильцов и окружающую среду требует постоянного контроля и своевременного реагирования.

Ключевые слова: Почвенный покров, нефтеперерабатывающий завод, обменная и активная кислотности, pH

ASSESSMENT OF MAN-MADE CONTAMINATION OF THE SOIL COVER IN THE ZONE OF INFLUENCE OF THE OIL REFINERY

A.V. Simonov, A.A. Kachkov, O.P. Filippova

Scientific Supervisor – **O.P. Filippova**, Doctor of Technical Sciences Professor

Yaroslavl State Technical University

An oil refinery is a potential source of pollutant such as soil, petroleum products, heavy metals, and harmful substances. Studying the dynamics and nature of pollution makes it possible to identify the most vulnerable areas, monitor their changes over time and prevent possible environmental disasters. The data obtained is important for the development of regulatory documents, environmental programs and monitoring strategies. The impact of pollution on the health of staff, residents and the environment requires constant monitoring and timely response.

Keywords: Soil cover, oil refinery, exchange and active acidity, pH

Нефтеперерабатывающая промышленность является одной из ключевых в структуре мировой экономики, однако оборотной стороной технологического прогресса становится масштабная деградация природных экосистем. В зоне особого риска находится почвенный покров, выполняющий важнейшие биосферные функции. Многолетний опыт экологического мониторинга однозначно свидетельствует: нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) выступают в роли мощного техногенного фактора, приводящего к химическому загрязнению, изменению физико-химических свойств грунтов и полной утрате их плодородия.

Газовые выбросы НПЗ содержат токсичные вещества (сероводород, бензол, диоксид серы, оксиды азота), вызывая у человека хронические респираторные заболевания, аллергии, болезни сердца, онкологию и врожденные аномалии. Вред особенно высок для детей и пожилых. Оказывают пагубное влияние на почву, вызывая её химическое загрязнение и деградацию. Вредные вещества приводят к закислению, снижению плодородия, нарушению структуры почвы и гибели почвенных микроорганизмов, что делает почвы непригодными для нормального функционирования экосистемы.

На территориях с развитой нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслью на протяжении десятилетий сформировались очаги эколого-гигиенического неблагополучия. Превышающие нормативы концентрации токсикантов в окружающей среде приводят к

увеличению распространенности острых респираторных инфекций, хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, аллергических заболеваний, ишемической болезни сердца, болезней пищеварительной и эндокринной систем, гипертонической болезни, онкологической заболеваемости и врожденных аномалий развития. Загрязнению окружающей среды способствуют недостаточные темпы модернизации заводов и обновления оборудования с истекшим сроком эксплуатации. Остается недостаточно сформированной система объективного контроля выбросов и сбросов загрязняющих веществ отрасли. Одним из основных экологических факторов риска для здоровья населения территорий нефтехимии и нефтепереработки является загрязнение атмосферного воздуха. Дальнейшее развитие нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности должно проводиться с учетом социально-экономических условий проживания населения.

Ново-Ярославский нефтеперерабатывающий завод (ПАО «Славнефть-ЯНОС») был пущен в эксплуатацию в 1961 году. С 1995 года предприятие входит в состав вертикально-интегрированной нефтяной компании «Славнефть». Средний показатель объема переработки нефти в ПАО «Славнефть-ЯНОС» составляет порядка 15 млн тонн нефти в год. В настоящее время ПАО «Славнефть - ЯНОС» является одним из крупнейших предприятий России по производству продуктов нефтепереработки [1].

Одной из экологических проблем является повышение кислотности окружающей среды. Ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается около 200 млн т твердых частиц (пыль, сажа и др.), сернистого газа (SO_2), 700 млн т оксида углерода (II), 150 млн т оксидов азота, что в сумме составляет более 1 млрд т вредных веществ [2]. Расположение Ярославского НПЗ вблизи городской черты создает потенциальные риски для жилых районов.

В рамках исследования было отобрано 10 образцов почвы в 2026 году: пять в непосредственной близости от завода и пять в городской черте, в зонах, предположительно подверженных наибольшему загрязнению. Места отбора образцов указаны на рис. 1.



Рис. 1. Места отбора проб на территории, прилегающей к Ярославскому НПЗ и г. Ярославль

Под химическим анализом почв понимают не просто последовательность лабораторных операций, а стройную систему аналитических приемов, методов и процедур, объединенных общей целью – получить достоверную количественную и качественную информацию о химическом составе почвенного образца. Итогом такого анализа становится всесторонняя оценка химического состояния почвы – сложной многокомпонентной

характеристики, включающей в себя как статические показатели (содержание элементов, соединений, pH, емкость катионного обмена и др.), так и динамические параметры, отражающие протекающие в почве химические процессы [3].

Иными словами, химическое состояние почвы представляет собой совокупность всех химических свойств почвенного тела и тех реакций, превращений, миграций и трансформаций веществ, которые непрерывно происходят в почвенной толще под влиянием природных и антропогенных факторов. Химическая характеристика почв, получаемая в результате анализа, есть не что иное, как количественное (выраженное в числах, концентрациях, и/или качественное описание этого состояния.

В ходе исследования отобраны образцы почвы. Пробы подверглись химическому анализу на определение показателя pH потенциометрическим методом, а также сравнения этого показателя с предыдущим годом. Отбор проб проведен в соответствии с действующими нормативными и методическими документами.

Результаты проведенного исследования представлены в табл. 1.

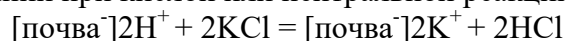
Таблица 1. Показатели pH почвы

№ пробы	pH показатель			
	2025		2026	
	KCl	H ₂ O	KCl	H ₂ O
1	7,0	14,0	13,9	12,5
2	5,2	6,9	12,2	13,1
3	6,8	8,1	11,3	11,0
4	4,8	7,6	11,9	13,3
5	4,6	7,8	13,9	13,7
6	6,0	11,2	13,0	10,9
7	7,9	8,9	4,7	6,9
8	8,2	5,6	13,4	11,0
9	4,9	5,5	6,6	7,1
10	8,8	6,8	10,8	9,9

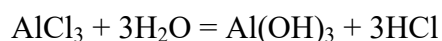
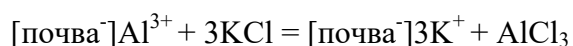
В России нормативы и классификация кислотности почвы регулируются государственными стандартами (ГОСТ) и агрохимическими методиками. Основным показателем в профессиональном анализе является pH солевой вытяжки (pH_{KCl}), так как он более стабилен.

Таким образом анализ данных показал, что pH почвы в исследуемой зоне варьируется в широком диапазоне – от 4,6 до 14,0, что соответствует как кислым, так и щелочным условиям.

Ещё одной немаловажной характеристикой является Одной из важнейших характеристик почвы является обменная и активные кислотности. Обменной кислотностью почвы называют ту часть потенциальной кислотности, которая проявляется при взаимодействии почвы с раствором нейтральных солей, при этом происходит вытеснение той части ионов водорода из внешнего слоя почвенных коллоидов, которая находится в диссоциированном состоянии при кислой или нейтральной реакции:



В том случае, если источником обменной кислотности является Al^{3+} , реакцию можно представить следующей схемой:



Обменная кислотность определялась по методу Г. Дайкухара, а также производилось определение подвижного алюминия по методу А.В. Соколова [4].

Результаты обменной кислотности и подвижного алюминия для 10 образцов представлены в табл. 2.

Таблица 2. Определение обменной кислотности и подвижного алюминия в почве

№ пробы	2025		2026	
	Обменная кислотность, ммоль/100 г	Подвижный алюминий, ммоль/ 100 г	Обменная кислотность, ммоль/100г	Подвижный алюминий, ммоль/ 100 г
1	0,042	0,070	0,035	0,099
2	0,035	0,050	0,049	0,050
3	0,084	0,050	0,070	0,060
4	0,070	0,070	0,070	0,050
5	0,126	0,040	0,140	0,040
6	0,056	0,060	0,119	0,030
7	0,070	0,220	0,112	0,140
8	0,042	0,060	0,063	0,080
9	0,049	0,180	0,063	0,090
10	0,028	0,140	0,056	0,110

По результатам проведенного анализа можно сказать, что обменная кислотность почвы в исследуемом районе варьировалась от 0,028 до 0,126 ммоль/ 100 г почвы. Содержание подвижного алюминия в пределах от 0,040 до 0,220 ммоль/ 100 г почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) О предприятии // ЯНОС-Славнефть: [сайт]. – URL:<https://www.yanos.slavneft.ru/> (дата обращения: 20.03.2026).
- 2) Шахова, Т.С. Эколого-геохимические особенности снежного покрова в районах размещения нефтеперерабатывающих заводов / Т.С. Шахова, А.В. Таловская, Е.Г. Язиков // Вопросы естествознания. – 2018. – № 4. – С.109-114.
- 3) Шахова, Т.С. Химические элементы в почвах и почвогрунтах в окрестностях нефтеперерабатывающих заводов / Т.С. Шахова, Е.Г. Язиков, А.В. Таловская // Вестник. Забайкал. гос. ун-та, 2018. – С. 65-75.
- 4) Смоленская, Л.М. Экология: лабораторный практикум / Л.М. Смоленская, С.Ю. Рыбина. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. – 73 с

АППАРАТУРНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ РЕАГЕНТНОГО КАПСУЛИРОВАНИЯ. ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА

Е.Э. Степанов, С.Д. Тимрот

Научный руководитель – С.Д. Тимрот, канд. техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

Рассматриваются основные физико-химические закономерности процесса утилизации нефтесодержащих отходов методом реагентного капсулирования. Приведены общие принципы аппаратного оформления технологического процесса утилизации. Рассматривается опыт конструирования реакторов-смесителей, представлена новая модель технологического процесса с коллоидным измельчителем. Рассматриваются основные зависимости для расчета интегральных параметров реактора-смесителя, формулируются предпосылки к разработке математической модели перемешивания отхода и реагента.

Ключевые слова: известь, нефтесодержащие отходы, реагентное капсулирование, перемешивание, производительность, реактор-смеситель

EQUIPMENT OF THE OIL-CONTAINING WASTE DISPOSAL PROCESS BY REAGENT ENCAPSULATION. CALCULATION ELEMENTS

E.E. Stepanov, S.D. Timrot

Scientific Supervisor – S.D. Timrot, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

Paper considers the main physical and chemical patterns of the oil-containing waste disposal process by reagent encapsulation. It gives the general principles of the hardware design of the technological recycling process. It presents the experience of designing mixing reactors and considers a new model of the technological process with a colloidal shredder. The proposed work results main dependencies for calculating the integral parameters of a mixing reactor. It provides prerequisites for the development of a mathematical model for mixing waste and reagent.

Keywords: lime, oil-containing waste, reagent encapsulation, mixing, productivity, mixing reactor

Утилизация нефтесодержащих отходов (НСО) – одна из ключевых задач в нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей и транспортной отраслях. Эти отходы, включающие отработанные масла, шламы, фильтры, загрязненные природные материалы (песок, грунт, щебень), представляют серьёзную экологическую угрозу. Одним из современных и эффективных методов нейтрализации НСО является реагентное капсулирование – технология, при которой опасные компоненты изолируются в нерастворимой структуре, предотвращая их миграцию в окружающую среду.

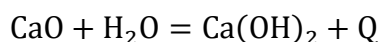
Реагентное капсулирование основано на физико-химическом связывании с помощью специальных реагентов. В результате образуются устойчивые агломераты – капсулы, заключающие внутри себя нефтепродукты. Таким образом, снижается (а чаще всего полностью исключается) негативное воздействие нефтепродуктов на окружающую среду, исключается распространение загрязнения. Этот метод относится к группе отверждения и стабилизации отходов, и широко применяется как на промышленных объектах, так и в лабораторных условиях.

В качестве реагентов широко распространены кальцийсодержащие вещества и композиции на их основе благодаря доступности и простоте применения, а также ввиду естественного присутствия соединений кальция в природной среде [1].

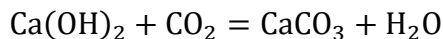
Химические реакции и зависимости, осуществляющиеся в процессе реагентного капсулирования с помощью реагента на основе кальция, довольно хорошо изучены и описаны в работах [4-6, 8, 16, 18]. Основные этапы процесса следующие:

гомогенизация смеси отхода и реагента;

гидратация с выделением тепла согласно уравнению



карбонизация



Аппаратурная схема процесса реагентного капсулирования включает несколько технологических блоков, каждый из которых выполняет определённую функцию. Особое внимание в аппаратурном оформлении уделяется узлу смешения (реактору-смесителю) подготовленного отхода и химического реагента, так как степень равномерности перемешивания напрямую влияет на эффективность капсулирования. Зачастую в одном узле совмещают процессы смешения и измельчения материалов, что также повышает эффективность процесса в целом.

В качестве реактора-смесителя широкое применение нашли роторные смесители с различными типами рабочих органов.

Сотрудниками ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет» разработана и запатентована [12] установка для обезвреживания нефтезагрязненных почв, грунтов и нефтешламов (рис. 1).

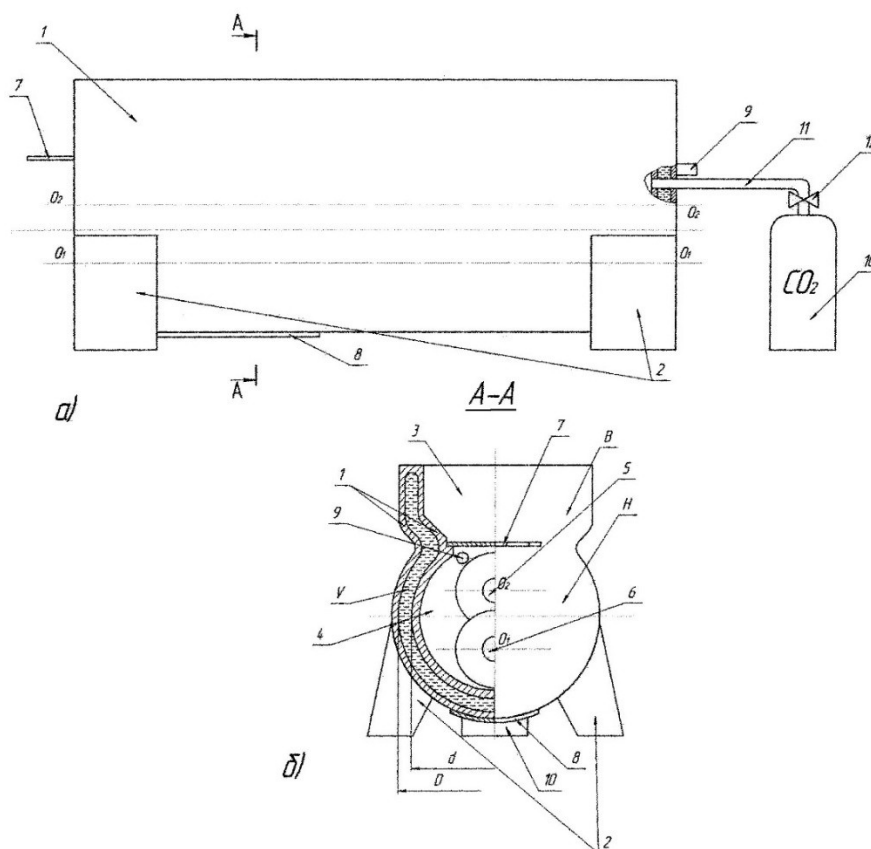


Рис. 1. Схема установки Омского государственного университета:

а – общий вид; *б* – поперечный разрез А-А

Основными узлами установки являются цельнометаллический корпус 1 и вращающиеся внутри шнековые валы 5 и 6 с параллельными осями. Верхний вал 5 – ведомый, нижний шнековый вал 6 – ведущий. Корпус 1 имеет приемный бункер 3, смесительную камеру 4 и окно 8 для выгрузки капсулированного продукта. Стенки смесительной камеры 4 выполнены таким образом, что между внутренней поверхностью и наружной поверхностью корпуса 1 образована замкнутая полость, через которую движется охлаждающая жидкость. Между приемным бункером 3 и смесительной полостью 4 расположен загрузочный люк 7, выполненный в виде шиберной задвижки. В нижней части смесителя выполнен разгрузочный люк 8. Дополнительно установка снабжена устройством для подачи воды 9 (непосредственно в смесительную камеру 4) и устройством принудительной подачи углекислого газа (CO_2) в виде баллона 10, наполненного жидкой

углекислотой (CO_2), трубки 11, соединяющей баллон 10 и смесительную камеру 4, и вентиля 12, которым регулируется подача углекислого газа.

Более ранние модификации данной установки защищены патентами [10-11].

Установка реализует ранее описанную технологическую схему с оксидом кальция и работает следующим образом.

Нефтезагрязненный материал и реагент - негашеная известь (CaO) в компонентном соотношении из бункера 3 через загрузочный люк 7 поступает в смесительную камеру 4 и захватывается лопастями верхнего шнекового вала 5. Таким образом НСО и реагент заполняют всю смесительную камеру 4 и перемешиваются шнековыми валами 5 и 6. Во время перемешивания в смесительную камеру подается также вода, которая запускает реакцию гидратации оксида кальция (гашения). Выделенное в процессе перемешивания тепло расходуется на разогрев следующей партии НСО в бункере 3. Для повышения интенсивности процесса формирования микрокапсул и обезвреживания нефтезагрязненного материала осуществляется принудительная подача углекислого газа в смеситель при продолжении работы перемешивающего устройства в течение некоторого времени через вентиль 12, из баллона 10 по трубке 11. В результате взаимодействия углекислого газа с гидроксидом кальция происходит формирование оболочки из карбоната кальция на поверхности нефтезагрязненного материала. Затем процесс поглощения углекислого газа со временем затухает, а, следовательно, скорость карбонизации достигает постоянных значений.

Подача углекислого газа непосредственно в смесительную камеру 4 во время продолжающейся гомогенизации смеси обеспечивает ускоренное образование биологически нейтральных капсул с достаточной прочностью стенки непосредственно после окончания процесса.

Описание режимов работы, способы их совершенствования и результаты работы данной установки опубликованы в [4-6, 8, 18]. Получены диаграммы зависимости необходимого количества вносимого реагента от степени загрязнённости грунта, определены оптимальные соотношения (нефтешлам: негашеная известь CaO 1,0-0,8:1,1-1,4).

Установка с подобным технологическим процессом описана в [13], схема которой изображена на рис. 2. Основным узлом установки является роторный смеситель 1, в котором происходит процесс капсулирования нефтяного шлама. Реагентом также является оксид кальция. Теплота, образующаяся в результате экзотермической реакции гидратации оксида кальция, отводится от смесителя 1 и расходуется на подогрев новой порции нефтешлама.

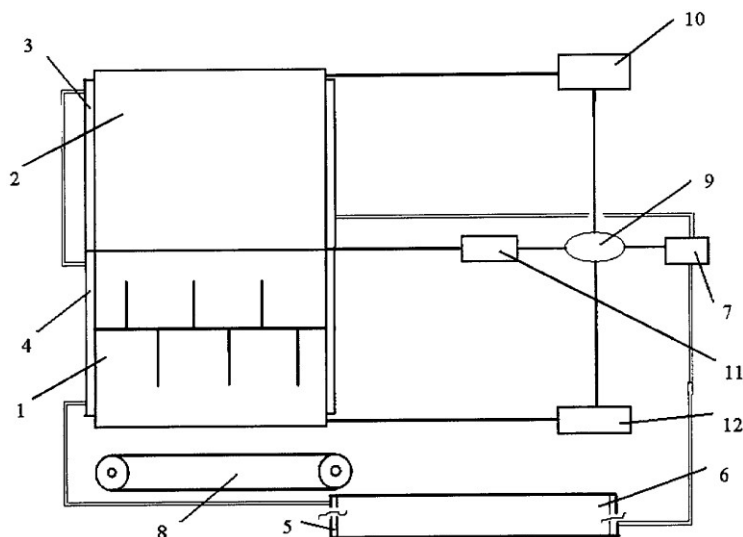


Рис. 2. Схема установка для обезвреживания нефтяного шлама:

- 1 – роторный смеситель; 2 – устройство предварительного нагрева нефтешлама; 3 – рубашка; 4 – кожух; 5 – дополнительная оболочка; 6 – рекуператор; 7 – циркуляционный насос; 8 – ленточный транспортер; 9 – электродвигатель; 10 – механизм управления крышкой устройства предварительного нагрева; 11 – механизм управления выгрузочного затвора устройства предварительного нагрева нефтешлама; 12 – механизм управления выгрузочного затвора смесителя

При проектировании технологического процесса утилизации НСО методом реагентного капсулирования выбор типа реактора-смесителя безусловно определяется физико-химическими свойствами перемешиваемых веществ. Также следует использовать практику применения тех или иных видов перемешивающих устройств в химико-технологических процессах нефтехимического, горнообогатительного и пищевого производств [2, 7, 15, 17].

В подавляющем большинстве НСО находятся в пастообразном состоянии, содержат также воду и минеральную составляющую. Капсулирующий реагент представляет собой сухую сыпучую смесь различных компонентов. По характеру агрегатного состояния смешиваемых компонентов процессом-аналогом может служить процесс внесения присадок в пластические смазочные материалы, для осуществления которого используются коллоидные мельницы с частотой вращения ротора 3000-4000 об/мин [2].

Компанией ОАО «РЖД» получен патент [14] на полезную модель установки по утилизации НСО, в составе которой в качестве узла смешения отхода и реагента предложено применение коллоидной мельницы. Схема установки представлена на рис. 3.

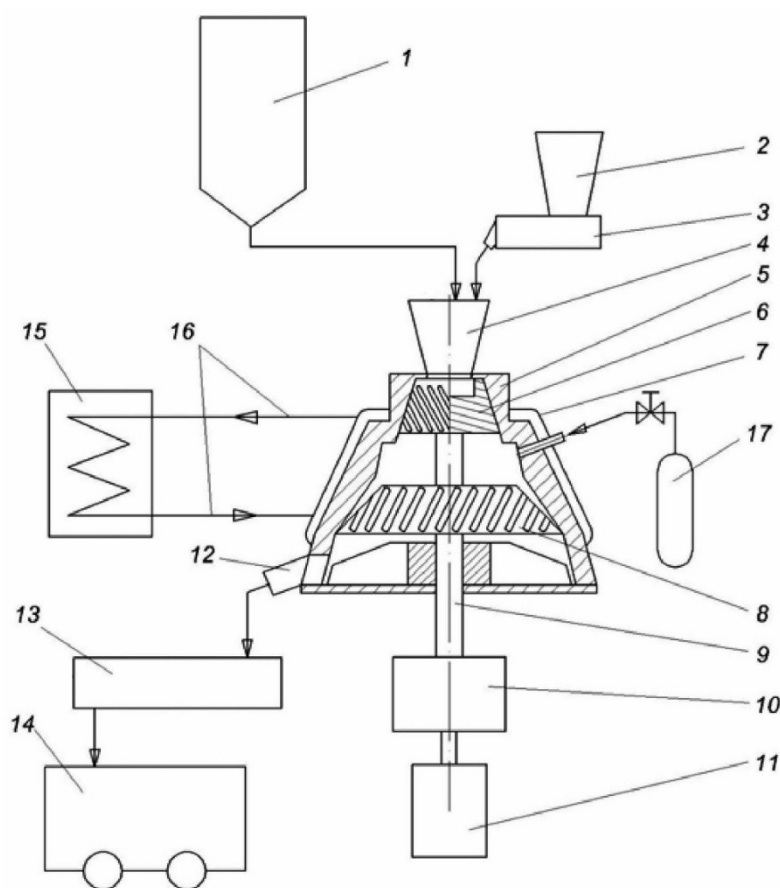


Рис. 3. Схема установка по утилизации НСО:

- 1 – бункер утилизируемого материала; 2 – бункер с реагентом; 3 – вибрационный питатель;
 4 – приемная воронка; 5 – коллоидная мельница; 6 – коническое колесо первой ступени; 7 – рубашка охлаждения корпуса; 8 – коническое колесо второй ступени; 9 – вал; 10 – редуктор;
 11 – электродвигатель; 12 – канал вывода материала; 13 – узел разделения капсулированного отхода;
 14 – бункер готовой продукции; 15 – узел рекуперации тепла; 16 – контур циркуляции теплоносителя;
 17 – узел подачи углекислого газа

Реагент из бункера 2 и нефтесодержащий отход из ёмкости 1 подаются через вибрационный питатель 3 и приёмную воронку смесителя 4 в двухступенчатую коллоидную мельницу 5. В первой ступени (колесо 6) происходит первичное разрушение агломераций НСО и внедрение частиц реагента. Во второй ступени (колесо 8) происходит более тонкое измельчение и перемешивание (гомогенизация) НСО и реагента. Конические колёса 6 и 8

приводятся в движение электродвигателем 11 через редуктор 10. В большинстве случаев, учитывая необходимую скорость вращения колес, редуктор может быть заменен на муфту. Для запуска процесса карбонизации смеси предусмотрена подача углекислого газа из узла 17 непосредственно в корпус мельницы. Выделяемое в процессе гидратации оксида кальция тепло поглощается рубашкой охлаждения 7 и через контур циркуляции теплоносителя 16 передаётся в узел рекуперации тепла 15. Готовый продукт выводится через канал 12, направляется в узел разделения 13 для отделения от непрореагировавших компонентов и поступает в бункер готовой продукции 14. При этом непрореагировавшие компоненты могут быть возвращены в процесс через связь узла разделения 13 с приёмной воронкой смесителя 4.

Применение коллоидной мельницы решает вопрос налипания смеси НСО и реагента на рабочих органах роторных смесителей благодаря высоким значениям градиента скоростей в зазоре и, соответственно, значительным напряжениям сдвига в перемешиваемом материале.

Частицы смеси в зазоре между колесом и статором совершают сложное движение по конической винтовой траектории, которое можно рассматривать как совокупность вращения по текущей окружности конуса и прямолинейного движения вдоль направляющей конуса. Вращение по окружности обусловлено вращением конической поверхности ротора, выступающие кромки которой увлекают частицы материала. Прямолинейное движение материала вдоль направляющей (подача) обусловлено одной из составляющих центробежной силы и силой Кориолиса.

Скорость подачи будет определять производительность мельницы, однако, не оказывает значительного влияния на качество процесса измельчения и перемешивания.

Для расчета основных параметров коллоидной мельницы могут быть использованы следующие зависимости.

Среднее приведенное давление на стенку статора

$$p_y = \frac{\omega^2 r_p \rho \varphi (r_c^2 - r_p^2)}{2 r_c}, \quad (1)$$

где ω – угловая скорость ротора, рад/с; ρ – плотность материала, кг/м³; r_c и r_p – средние радиусы статора и ротора соответственно, м; φ – коэффициент заполнения рабочей зоны мельницы (равен 0,4-0,8).

Площадь кольцевого зазора (между поверхностями статора и ротора)

$$F = \pi (r_c^2 - r_p^2) \sin \alpha, \quad (2)$$

где α – угол наклона направляющей конуса, град.

Скорость подачи

$$v = \frac{\omega r_p}{\xi}, \quad (3)$$

где ξ – коэффициент сопротивления продвижению частиц за счет многократного прохождения материала через выступы и впадины на колесе и статоре (при минимальном сопротивлении стремится к 1, верхний предел теоретически не ограничен, для мясных продуктов равен около 10).

Производительность мельницы

$$Q = F v \rho \varphi. \quad (4)$$

Мощность электродвигателя

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta}, \quad (5)$$

где η – КПД передаточного механизма; N_1 – мощность, затрачиваемая на измельчение, кВт; N_2 – мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения, кВт.

Мощность, затрачиваемая на измельчение

$$N_1 = \xi \tau_p F v_p \varphi, \quad (6)$$

где τ_p – сопротивление разрушению при сдвиге, кПа;

v_p – окружная скорость по среднему радиусу, м/с.

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения

$$N_2 = p_y \pi D_c L f v, \quad (7)$$

где D_c – средний диаметр статора, м;

L – длина рабочей зоны мельницы, м;

f – коэффициент трения материала о поверхности рабочих органов мельницы.

По формулам (1)-(7), задаваясь основными конструктивными параметрами мельницы, можно определить интегральные параметры ее работы, а именно производительность и потребляемую мощность. Вместе с этим ряд эмпирических коэффициентов в указанных зависимостях делают их довольно приближенными и требуют наличия эксплуатационных данных по работе подобных машин.

Реальные процессы измельчения и перемешивания материалов, протекающие в реакторе-смесителе, характеризуются сложностью физических процессов и требуют учета множества параметров. Материал проходит через узкий зазор между быстро вращающимся ротором и неподвижным статором, подвергаясь интенсивному механическому сдвигу, ударным нагрузкам, влиянию турбулентности и кавитации. Необходимость учета различных явлений обуславливает сложность математической модели всего процесса.

На эффективность измельчения и перемешивания влияют такие факторы, как скорость вращения ротора, величина зазора между статором и ротором, давление и температура процесса, тип и размер частиц исходного материала, свойства материалов (вязкость, плотность, теплотехнические характеристики), материал ротора и статора, наличие текстурированных поверхностей.

В реальной работе мельницы в связи с нарушением сплошности потока вещества под действием пульсирующих ударных нагрузок частицы могут находиться в рабочей зоне разное время, что влияет на степень их измельчения. Имеется вероятностный характер процессов измельчения (и ассоциации частиц реагента и отхода).

Таким образом при разработке математической модели процесса измельчения и перемешивания в рамках реагентного капсулирования отходов можно наметить два подхода:

1. Гидромеханическая модель потока материала в кольцевом зазоре между ротором и статором переменного сечения, использующая фундаментальные уравнения гидродинамики и термодинамики (уравнение неразрывности, уравнение количества движения и уравнение энергии). Граничными условиями при таком подходе будут геометрические параметры канала и скорости на поверхности ротора.

2. Для учета распределения вероятности дробления и перемешивания предлагается рассматривать непрерывный процесс смешения сыпучего материала (реагента) и высоковязкой жидкости (нефте содержащего отхода) в мельнице можно рассматривать как случайный марковский процесс, непрерывный во времени и дискретный в рабочем пространстве машины [3].

Таким образом, математическое моделирование становится ключевым инструментом для понимания, оптимизации и управления процессами в коллоидных мельницах.

Выводы:

1. Представлена новая модель технологического процесса утилизации нефте содержащих отходов методом реагентного капсулирования с применением коллоидной мельницы.

2. Приведены зависимости для расчета основных параметров представленного реактора-смесителя.

3. Сформулированы предпосылки для математического моделирования процессов измельчения и перемешивания в реакторе-смесителе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 15-2021 «Утилизация и обезвреживание отходов (кроме обезвреживания термическим способом (сжигание отходов))».
- 2) Капустин, В.М. Технология переработки нефти. В 4-х частях. Часть третья. Производство нефтяных смазочных материалов / Капустин В.М., Тонконогов Б.П., Фукс И.Г. – М.: Химия, 2014. – 328 с.
- 3) Кафаров, В.В. Системный анализ процессов химической технологии Процессы измельчения и смешения сыпучих материалов / В.В. Кафаров, И.Н. Дорохов, С.Ю. Арутюнов; Отв. ред. Н.М. Жаворонков. – М.: Наука, 1985. – 440 с.
- 4) Ларионов, К.С. Уточнение рецептуры обезвреживания нефтесодержащих отходов методом реагентного капсулирования / К.С. Ларионов, В.В. Меркулов, Е.Г. Холкин // Омский научный вестник. – 2015. – № 2 (144). – С. 269–273. – DOI: 10.25206/1813-8225-2015-144-269-273.
- 5) Ларионов, К.С. Ликвидация последствий аварийных разливов нефтепродуктов в Арктической зоне России с использованием технологии реагентного капсулирования / К.С. Ларионов, Е.Г. Холкин, Л.О. Штриплинг // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 1 (25). – С. 120-129.
- 6) Меркулов В.В. Изменение технологии и оборудования для упрощения реализации обезвреживания нефтезагрязненного грунта методом реагентного капсулирования в зимних условиях / В.В. Меркулов, Ю.В. Калинин, Л.О. Штриплинг // Омский научный вестник. – 2021. – № 3 (177). – С. 54–58. – DOI: 10.25206/1813-8225-2021-177-54-58.
- 7) Механическое оборудование предприятий общественного питания: учебник для технол. фак. торг. Вузов / В.Д. Елхина, А.А. Журин, Л.П. Проничкина, М.К. Богачев. – М.: Экономика, 1981. – 320 с.
- 8) Мухтаров, Я.С. Исследование процесса обезвреживания нефтезагрязненных грунтов методом реагентного капсулирования / Я.С. Мухтаров, Р.Ш. Суфиянов // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 17. – С. 224-226.
- 9) Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: учебник. В 2-х кн. Кн. 2./ В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов и др.; под ред. В.Г. Айнштейна. – М.: Логос; Высшая школа, 2003. – 872 с.
- 10) Патент № 142925 Российская Федерация. МПК В 03 С 1/06. Установка для обезвреживания нефтезагрязненных почв, грунтов и нефтешламов. Иконенко А.А., Краус Ю.А. Ларионов К.С., Токарев В.В., Холкин Е.Г., Штриплинг Л.О. Чг 2014111381 13, ап 25.0314: опубл. 10.07.14. Бюл. № 19.2(1).
- 11) Патент № 148704 Российская Федерация. МПК В 03 С 1/06. Установка для обезвреживания нефтезагрязненных почв, грунтов и нефтешламов. Иконенко А.А., Холкин Е.Г., Штриплинг Л.О. № 2014135134/13; заявл. 27.08.14: опубл. 10.12.14. Бюл. № 34. 2 с.
- 12) Патент № 157884 Российская Федерация. МПК В 09 С 1/08. Установка для обезвреживания нефтезагрязненных почв, грунтов и нефтешламов. Ларионов КС., Холкин Е.Г., Штриплинг Л.О. № 2015130193/13; заявл. 21.07.15: опубл. 20.12.15, Бюл. № 35. 2 с.
- 13) Патент № 100186 Российская Федерация. МПК F23G 7/00. Установка для обезвреживания нефтяного шлама. Суфиянов Р.Ш. № 2009148645/03; заявл. 29.12.2009; опубл. 20.10.2010, Бюл. № 35. 3 с.
- 14) Патент на полезную модель № 239825 U1 Российская Федерация, МПК F23G 7/05, C10C 3/00. Установка для утилизации нефтесодержащих отходов: заявл. 17.06.2025; опубл. 16.12.2025 / Степанов Е.Э.; заявитель Открытое акционерное общество "Российские железные дороги". – EDN SKOYLK.
- 15) Стренк, Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками: пер. с польск. / под ред. И.А. Щупляка. – Ленинград: Химия. Ленингр. отд-ние, 1975. – 384 с.
- 16) Применение метода капсулирования при переработке нефтесодержащих отходов и кислых гудронов / С.Д. Тимрот, Е.Э. Степанов, С.З. Калаева, И.Р. Фасхутдинов, Л.А. Насырова // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2025. – Вып. 3 (155). – С. 183-193. – URL: <http://doi.10.17122/ntj-oil-2025-3-183-193>. EDN: VIFYOD.
- 17) Штербачек, З. Перемешивание в химической промышленности: пер. с чешского / З. Штербачек, П. Тауск; под ред. И.С. Павлушенко. – Ленинград: Госхимиздат. Ленингр. отд-ние, 1963. – 416 с.
- 18) Анализ температурных характеристик процесса обезвреживания нефтезагрязненной почвы в установке с использованием технологии реагентного капсулирования / Л.О. Штриплинг, Е.Г. Холкин, А.Е. Гаглоева С.В. Белькова // Динамика систем, механизмов и машин. – 2018. – Т. 6, № 3. – С.173-178. – DOI: 10.25206/2310-9793-2018-6-3-173-178

МЕТОДЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ДОСТУПНОСТИ СИНЕ-ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ: ПОДХОДЫ, ИНДИКАТОРЫ И ПРИМЕНЕНИЕ В ГОРОДСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ

А.А. Фатеева (Ладыгина)

Научный руководитель – **С.З. Калаева**, д-р техн. наук, доцент

Ярославский государственный технический университет

В данной статье разработана методика для комплексной оценки потенциала элементов городской сине-зеленой инфраструктуры (СЗИ) для обеспечения климаторегулирующих и социальных функций, то есть потенциала многофункциональности.

Ключевые слова: сине-зеленая инфраструктура, потенциал многофункциональности, геоинформационные технологии, урбанистика

METHODS OF COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE ACCESSIBILITY OF BLUE-GREEN INFRASTRUCTURE: APPROACHES, INDICATORS AND APPLICATION IN URBAN PLANNING

A.A. Fateeva (Ladygina)

Scientific Supervisor – **S.Z. Kalaeva**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

Yaroslavl State Technical University

This article presents methods for a comprehensive assessment of the potential of urban blue-green infrastructure elements to provide climate-regulating and social functions, that is, the potential for multifunctionality.

Keywords: blue-green infrastructure, the potential of multifunctionality, geoinformation technologies, urbanism

В современном мире большое внимание уделяется последствиям климатических изменений и связанным с ними рискам. В докладе Всемирного экономического форума о глобальных рисках за 2024 год в качестве основных рисков, стоящих перед человечеством, названы три ключевые климатические проблемы: экстремальные погодные явления, критические изменения в системах Земли, а также утрата биоразнообразия и разрушение экосистем [1].

В эпоху изменения климата, быстрой урбанизации и уплотнения застройки существует потребность в многофункциональных пространствах, способных справляться с экстремальными погодными явлениями, такими как волны жары и сильные осадки, и одновременно привлекательных для городских жителей.

Загрязненные сточные воды наносят колоссальный вред и связанный с ним экономический ущерб объектам экономики, окружающей среде, жизнедеятельности населения. Поэтому для минимизации угроз и рисков сверхнормативного загрязнения водных объектов биогенными элементами необходима разработка современных, адаптированных к реальным условиям, эффективных методов оценки потенциального загрязнения [2].

Сине-зеленая инфраструктура (СЗИ) – это основанное на природе средство повышения адаптационных возможностей к изменению климата и обеспечения социальных и рекреационных преимуществ в городских районах [3].

СЗИ представляет собой взаимосвязанную сеть природных и спроектированных ландшафтных компонентов, включая водоемы, зеленые и открытые пространства различного масштаба (например, парки, уличные аллеи, дождевые сады, пруды, зеленые крыши).

Большинство элементов СЗИ имеют относительно низкий потенциал многофункциональности с точки зрения управления городскими ливневыми стоками, снижения теплового стресса и рекреации. Наибольший многофункциональный потенциал наблюдается в больших парковых зонах. Наиболее благоприятным элементом, то есть обладающим высоким потенциалом являются городские леса.

Однако потенциал выполнения различных функций различается для разных элементов биоинженерных конструкций. Например, деревья обладают более высоким потенциалом снижения теплового стресса, чем зеленые крыши, поскольку деревья обеспечивают тень, в то время как зеленые крыши этого не делают.

Кроме того, некоторые элементы биоинженерных конструкций могут обладать большим потенциалом для выполнения одной функции, но меньшим потенциалом для выполнения другой, например, водно-болотные угодья могут потенциально демонстрировать высокую способность удерживать ливневые воды, но низкую способность снижения островов тепла.

Важным элементом планирования устойчивой городской среды является управление водными ресурсами. Создание заболоченных территорий в пределах города помогает эффективно управлять осадками. Растительность влажных мест фильтрует примеси из дождевой воды перед попаданием в реки или озера, повышая её качество [4].

Особенности внедрения различных элементов биоинженерных конструкций зависят от контекста и пространства. Например, некоторые участки могут быть уязвимы для наводнений, но не иметь достаточно места для размещения крупномасштабных решений в области биотехнологий.

Для комплексной оценки доступности сине-зеленой инфраструктуры предлагается методика:

1. Выбор функций
 2. Оценка климатических характеристик
 3. Оценка потенциала элементов СЗИ (Оказание экосистемных услуг)
 4. Оценка эффективности по функциям
 5. Оценка затрат на строительство и техническое обслуживание элементов СЗИ
- По методике была произведена оценка решений СЗИ, представлено в табл. 1.

Таблица 1. Оценка решений СЗИ

РЕШЕНИЕ	ФУНКЦ	КЛИМ	ЭУ	ЭФФ	ЗАТР	СУМ
Проницаемые дорожные покрытия	1	1	0	1	3	6
Дождевые сады	2	1	3	3	2	11
Инфильтрационные траншеи	2	1	1	2	2	8
Пруды водно-болотных угодий	3	1	3	3	3	13
Зеленые крыши	1	1	3	2	2	9

В первом столбце указывается количество функций, которые способен выполнять объект. Например, пруды водно-болотных угодий могут выполнять сразу 3 функции: накапливать излишки воды и очищать ее, служить местом рекреации и поддерживать биоразнообразие.

В оценке климатических характеристик учитываются такие показатели как: температура воздуха, очистка воздуха, очистка воды, разнообразие видов растений (биоразнообразие), сокращение поверхностного стока, удержание поверхностного стока.

В оценке потенциала СЗИ учитывается количество экосистемных услуг (включая категории: продовольствие, сырье, вода, климат, экстремальные явления, очистка сточных

вод, опыление, биологический контроль, среда обитания для видов, отдых, туризм, эстетические ценности, духовные переживания и т. д.).

В оценке эффективности по функциям рассматривается само решение и его способность эффективно выполнять свою функцию.

В оценку затрат на строительство и техническое обслуживание элементов СЗИ входят такие показатели как: затраты на внедрение, затраты на поддержание в надлежащем состоянии, затраты на техническое обслуживания.

Исходя из оценки по предложенной методике наиболее эффективные и многофункциональные решения: дождевые сады и водно-болотные угодья, несмотря на высокие показатели затрат.

В последние годы СЗИ приобрел популярность, и применяется в проектировании и управлении городскими ливневыми сточными. В целом растет потребность во внедрении экологически чистых решений и восстановлении естественных механизмов поглощения и удержания ливневых вод ближе к месту их образования.

Решения СЗИ все чаще рассматриваются как эффективный способ управления риском наводнений и улучшения общественного пространства в городах. Приведенная в статье методика комплексной оценки поможет эффективно подбирать решения для той или иной местности, учитывая множество факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Minimizing climatic flood risks of the curonian spit (Baltic coast) / A. Ladygina, A. Mikhailova, O. Ladygina, E. Goge // *Reliability: Theory and Applications*. – 2024. – Vol. 19, № S6. – P. 648–653.
2. Мониторинг и моделирование неорганизованного поверхностного стока в целях предупреждения угроз экологической опасности / А.А. Фатеева (Ладыгина), С.З. Калаева, А.В. Маслобоев, Э. С. Цховребов // *Надежность и качество сложных систем*. – 2025. – № 4. – С. 173–179.
3. Hansen, R. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas / R. Hansen, S. Pauleit // *Ambio*. – 2014. – May;43(4). P. 516-29. – DOI: 10.1007/s13280-014-0510-2. PMID: 24740622; PMCID: PMC3989511.
4. Ладыгина, А.А. Внедрение природосовместимых решений для адаптации к изменению климата / А.А. Ладыгина, Г.А. Фоменко // 77-я Всерос. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов с международным участием (г. Ярославль, 17–18 апреля 2024 г.): сб. материалов конф. В 3 ч. Ч. 1.. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2024. С. 496–500.