

Ученый будущего

Материалы
научно-практической конференции молодых ученых

04 декабря 2025 г.

Минск
БНТУ
2026

УДК 082 (476-25) (06)
ББК 74.58я43
У91

Редакционная коллегия:

К. В. Якушенко, И. В. Устинович,
Е. П. Корсак, Е. И. Михасик

При поддержке Совета молодых ученых БНТУ

В сборнике рассматриваются вопросы современного состояния ресурсного обеспечения промышленного развития, вопросы дорожного строительства, автомобилестроения, приборостроения, робототехники, инженерной экономики, педагогики, архитектуры и дизайна в Республике Беларусь, анализируются современные технические, экономические, педагогические, градостроительные задачи Республики Беларусь и пути их решения. Представлены некоторые разработки в области техники и технологии новых материалов.

Требования к системе: IBM PC-совместимый ПК стандартной конфигурации, дисковод CD-ROM. Программа работает в среде Windows.

Открытие электронного издания проводится посредством запуска файла Uchenyj_budushchego.pdf. Возможен просмотр электронного издания непосредственно с компакт-диска без предварительного копирования на жесткий диск компьютера.

Дата доступа в сети: 13.03.2026. Объем издания: 8,75 Мб. Заказ 64

Белорусский национальный технический университет

Пр-т Независимости, 65/2, г. Минск, Республика Беларусь

Тел (017) 293-92-16, факс 292-71-73

ISBN 978-985-31-0256-7

© Белорусский национальный
технический университет, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ

<i>Алекперов С. Р., Гарбузов Д. В.</i> Использование MES систем в белорусских реалиях.....	12
<i>Анисимова М. В.</i> Формирование системы непрерывного профессионального развития для обеспечения конкурентоспособности кадров	14
<i>Баслык Е. П.</i> Влияние информационных и инновационных ресурсов на промышленное развитие.....	16
<i>Бильдюк Е. В.</i> Сравнительный анализ программного комплекса КРЕДО «Анализ пространственных данных» и Surfer для задач горного дела в условиях импортозамещения	18
<i>Буцкевич Т. М.</i> Логистика как инструмент обеспечения экономической безопасности промышленного предприятия	20
<i>Витушко Е. А.</i> Устойчивое ресурсное обеспечение через замыкание циклов: интеграция добычи и переработки в условиях циркулярной экономики.....	22
<i>Ганаков В. Я., Карпиков В. А.</i> Использование технологий генеративного искусственного интеллекта в научных исследованиях	24
<i>Груздова Е. Ю., Шкурская В. В.</i> Информационные ресурсы и технологии, используемые таможенными органами Республики Беларусь	26
<i>Гуринович Д. Н.</i> Влияние санкционных режимов на глобальные товарно-сырьевые рынки на примере металлургии и сельского хозяйства	28
<i>Денисов В. А., Кундир М. А.</i> Технология реверсивно-струйной гидроабразивной очистки судовых поверхностей и гребных винтов от коррозии	30
<i>Деркович В. Д.</i> Влияние глобальных цепочек поставок на устойчивость и развитие промышленного сектора на современном этапе	32
<i>Дыбаль С. А., Капустина Д. Д.</i> Совершенствование механизмов управления рисками в системе таможенного контроля	34
<i>Ермашевская В. М., Беяк К. А.</i> Особенности освоения месторождения мела «Колядичи», как ресурсной базы для развития цементной промышленности	36
<i>Жук Д. В.</i> AI-системы в кредитовании: влияние на ресурсное обеспечение экономики Беларуси	38
<i>Зенько П. А.</i> Интеграция бухгалтерского учета и инженерной экономики в системе управления затратами.....	40
<i>Иванчикова Д. И.</i> Цифровизация как фактор трансформации издержек малых и средних предприятий.....	42
<i>Калиниченко К. В.</i> Актуальное обеспечение ресурсами литейных цехов МТЗ	44
<i>Карпицкая Е. О.</i> Преимущества управления информацией на предприятии.....	46
<i>Кондратович А. С., Веремейчик А. М.</i> Информационные технологии в финансовом менеджменте	48
<i>Лавник А. Д.</i> Влияние санкций на экономику Республики Беларусь (на примере молочной промышленности).....	50

<i>Мартиневич Л. В.</i> Влияние цифровых технологий на персонал как ключевой ресурс промышленного предприятия	52
<i>Мелюк И. А.</i> Предпосылки развития микрогенерации	54
<i>Мороз К. А.</i> Экономический потенциал циркулярных подходов в металлургии: новые горизонты управления ресурсами и затратами	56
<i>Павлова М. А.</i> Экономический потенциал промышленного туризма как стратегический ресурс развития Республики Беларусь	58
<i>Романчик С. С.</i> Новые вызовы для промышленного развития Республики Беларусь в условиях глобального «зеленого» перехода	60
<i>Савчук Д. О.</i> Определение расхода тепла при химико-термической обработке штампов	62
<i>Сазанчук Э. П.</i> Повышение энергетической автономности сельскохозяйственных территорий	64
<i>Сильванович М. А.</i> Обеспеченность собственными топливно-энергетическими ресурсами с точки зрения энергетической безопасности Республики Беларусь	66
<i>Синявская А. А.</i> Цифровизация промышленного предприятия	68
<i>Старостенков Я. Н.</i> Оценка потенциала солнечной энергетики в Республике Беларусь	70
<i>Трифорова С. Т.</i> Цифровизация ресурсного обеспечения: применение больших данных и искусственного интеллекта для оптимизации цепочек поставок	72
<i>Чайковская О. А.</i> Оптимизация бизнес-процессов предприятия на основе инжиниринга	74
<i>Шеко А. Д., Никитин А. Д.</i> Осаждение железа на поверхности монофункциональных модифицированных фильтрующих материалов	76
<i>Шман Е. А., Атрощенко К. В., Зинчук С. А.</i> Воздушные ЛЭП на повышенных опорах: специфика применения и перспективы массового внедрения	78
<i>Яковлева В. Р., Ковалевская А. Д.</i> Таможенно-логистический потенциал Республики Беларусь в современных условиях изменяющейся геополитики	80
<i>Ян Шухэн</i> Цифровая логистика как фактор конкурентоспособности промышленности Республики Беларусь	82
<i>Trifonova S. T.</i> Sustainable development and biophilic design: Integrating natural elements into the contemporary urban environment	84
<i>Zhizneuskaya E. S.</i> English as a tool for working with databases of foreign scientific publications on metallurgy and mining	86

СЕКЦИЯ 2. ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

<i>Будаговский И. В.</i> Повышение эффективности работы цеха сборки автомобилей	88
<i>Бурова М. Г.</i> Адаптивная методика оценки инфраструктурных рисков на автомобильных дорогах I категории с учетом динамических параметров покрытия	90
<i>Бурова М. Г.</i> Влияние комплекса инфраструктурных факторов на безопасность высокоскоростного дорожного движения	92

<i>Волосевич А. Э., Горнак И. В.</i> О термине «Электрическая движущая часть» в контексте собственных инженерных разработок.....	94
<i>Заварзин И. В.</i> Энергетическая безопасность транспортных объектов	96
<i>Зайцева И. С., Каснакин К. В.</i> Остановочные пункты маршрутного пассажирского транспорта как ключевой элемент безопасной дорожной инфраструктуры.....	98
<i>Земба А. П.</i> Конструктивные аспекты дорожной инфраструктуры, влияющие на безопасность пассажирских перевозок	100
<i>Игнатович Н. С.</i> Канатные дороги как элемент туристической инфраструктуры Республики Беларусь.....	102
<i>Калитин М. С.</i> Трекинг автомобильного транспорта, устойчивый к отсутствию GNSS-сигналов: авторский опыт от концепции до реализации.....	104
<i>Костюкевич П. Н., Кременевский П. И.</i> Комбинированное управление нагружающим гидравлическим контуром испытательного стенда гидрокомпонентов.....	106
<i>Кулаго Ю. В., Киркиж А. П.</i> Методы строительства тоннелей в сложных геологических условиях	108
<i>Лашак Н. Г.</i> Выбор схемы регулирования приводом рабочего оборудования фронтального погрузчика посредством разработки гидрораспределительного блока управления	110
<i>Лешик М. Н.</i> Исследование цифровых инструментов для решения задач микро- и макро моделирования в дорожной отрасли.....	113
<i>Лутик А. В.</i> Система автоматической фиксации нарушений Правил дорожного движения в Республике Беларусь в контексте современных тенденций дорожного строительства	115
<i>Новицкая Е. В.</i> Инновации в дорожном строительстве: интеграция электротранспорта в транспортную систему Беларуси.....	117
<i>Пильковская М. Р.</i> Влияние модернизации дорожной сети на энергопотребление автотранспорта в Беларуси	119
<i>Сацута А. А.</i> Исследование возможностей использования технологий дополненной реальности в системах кругового обзора электробусов	121
<i>Севастьянова П. М.</i> Повышение эффективности дорожного строительства через внедрение интегрированных информационных систем управления проектами	123
<i>Томишис Д. В.</i> Управление тепловым режимом дорожного полотна: новый инструмент для обеспечения безопасности движения и устойчивого развития городов.....	125
<i>Томишис Д. В., Арцименя Д. А.</i> Анализ актуальных изменений в ДОПОГ и их влияние на безопасность перевозок	127
<i>Федоренчик А. Д.</i> Цифровое будущее пассажирских перевозок. Конструктивные решения информационных систем для маршрутных транспортных средств.....	129
<i>Шавловская О. А.</i> Оценка эффективности вертикального барьера в виде открытой траншеи с креплением стенок для снижения вибраций, распространяющихся в грунтовой среде	131

<i>Юроть А. Л., Синицкий Т. А. Дизайн мостов в современном городе.....</i>	133
<i>Явлаш Н. С. Транспортные средства для создания интегрированной маршрутной системы Минской агломерации на пути к устойчивой мобильности.....</i>	135

СЕКЦИЯ 3. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РОБОТОТЕХНИКА

<i>Вершкович Д. Ю., Пивень Н. Д. Применение алгоритмов ARL для анализа данных и диагностики робототехнических комплексов</i>	137
<i>Германович А. П., Данильчик А. А., Щеклеина В. П. Автоматическое создание постпроцессора на основе примеров кода</i>	139
<i>Горанов И. В., Назарчук К. А., Кузнецова Д. И. Материалы для защиты от воздействия низкочастотных электромагнитных полей, генерируемых оборудованием электротранспортных систем</i>	141
<i>Жизневская Е. С. Тенденции развития рынка робототехники в странах Азиатско-Тихоокеанского региона.....</i>	143
<i>Командышко Н. А. Технология формирования униполярной триодной структуры с р-п затвором.....</i>	145
<i>Кубрин Д. С. Оптимизация производственных издержек посредством автоматизации измерительных процессов на промышленных предприятиях.....</i>	147
<i>Кузнецов А. С., Максименко А. П., Чиж Р. В. Применение ультразвукового контроля в диагностике микроэлектронных устройств</i>	149
<i>Кузнецова Д. И. Автоматизация создания панелей печатных плат в САМ350.....</i>	151
<i>Кучик В. Ю., Волчанин А. Д. Математика, ее применение и развитие в дальнейшем</i>	153
<i>Лужинская А. И. Совершенствование метода альтернатив для экспертных оценок</i>	155
<i>Лукьянов В. В. Современное состояние и перспективы развития технологии молекулярно-лучевой эппитаксии</i>	157
<i>Назарчук К. А., Горанов И. В., Кузнецова Д. И. Технология изготовления миниатюрных термопар тип К электрической сварке на угольном электроде.....</i>	159
<i>Немогай Я. В. Сварка без брака начинается с правильного материала и метода</i>	161
<i>Немогай Я. В. Технология восстановления и защиты деталей от абразивно-ударного износа с использованием электрода ZELLER L61.....</i>	163
<i>Сухобоков А. А. Применение современных нейросетевых архитектур для диагностики линий электропередачи</i>	165
<i>Khaniak Y. D. The problem of excessive surveillance: ethical risks of introducing computer vision into robotics</i>	167

СЕКЦИЯ 4. ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОНОМИКА И ПЕДАГОГИКА

<i>Zhuravleva V. A. The Role of Artificial Intelligence in Reducing Production Costs.....</i>	169
<i>Kornitskiy M. The impact of the subscription economy on business and production</i>	171
<i>Liu Yue Research on the relationship between the integration of science and industry and regional economic development</i>	173

<i>Sun Ke</i> Engineering Economic Evaluation of Digital Supply Chain Management Practices in Chinese Industrial Enterprises.....	175
<i>Yusupov G. M.</i> The role of Belavia strategic marketing in developing regional travel accessibility	177
<i>Zaitsev N. V.</i> Global Debt And The New Architecture Of Financial Stability	179
<i>Азява О. А.</i> Применение технологий искусственного интеллекта при обучении русскому языку студентов инженерных специальностей	181
<i>Ананич А. Д., Савицкая Е. В.</i> Кибербезопасность в информационных системах управления бизнесом	183
<i>Андреевская В. А.</i> Подходы к построению архитектуры исследования по влиянию искусственного интеллекта на бизнес-модели малых и средних предприятий в условиях электронной экономики	185
<i>Андреевская П. Н.</i> Big Data в бухгалтерском учете: новые горизонты финансовой аналитики	187
<i>Анцыпов Н. А.</i> Большие языковые модели как инструмент формирования учебных кейсов для дисциплины «Разработка и анализ требований к ПО».....	189
<i>Атрощенко К. В., Шман Е. А., Зинчук С. А.</i> Возможность использования блокчейна для модернизации ЖКХ и энергетической отрасли Республики Беларусь.....	191
<i>Бакевич Л. О.</i> Малые инновационные предприятия как драйвер экономического роста и развития инженерии Беларуси	193
<i>Барышкова Е. А.</i> Инженерная экономика и устойчивое развитие: оценка целесообразности «зеленых» технологий	195
<i>Бичко А. Д., Никитина М. Д.</i> Трансформация методологии инженерно-экономического обоснования в цифровой экономике: переход от статичных моделей к адаптивным AI-подходам	197
<i>Браницкая В. В., Корзун А. А.</i> Компромисс между теорией и практикой в логическом проектировании баз данных	199
<i>Буславская П. Д.</i> Дизайн упаковки как фактор конкурентного преимущества на рынке	202
<i>Васильева А. В.</i> Экономика данных: оценка стоимости и модели монетизации персональной информации.....	204
<i>Ворох В. С., Муравейко А. А.</i> Электронные образовательные ресурсы в профессиональноориентированном обучении английскому языку таможенников	206
<i>Гавриленко Ю. С.</i> Риски в проектных компаниях: идентификация и оценка рисков	208
<i>Гапеева Е. И.</i> Маркетинговое партнерство как направление стратегического развития предприятия	210
<i>Гаро В. А., Лозовик К. В.</i> Системы с обратной связью: теоретические основы и практическая реализация в современных автоматизированных комплексах.....	212
<i>Говоров А. Ю., Ворошилов А. Д.</i> Сущность и значение системы ключевых показателей эффективности (KPI).....	214
<i>Гончаревич М. А.</i> Влияние искусственного интеллекта на развитие современного бизнеса	216

<i>Григорьев А. С.</i> Государственное регулирование цифровых двойников промышленных предприятий на примере Республики Беларусь и Российской Федерации	218
<i>Грицевич С. А.</i> От цепочки создания стоимости к экосистеме: участие предприятий легкой промышленности в платформенных моделях	220
<i>Дриганович Ю. А.</i> Экологизация современного образования: к вопросу о необходимости новых компетенций.....	222
<i>Дыленок В. А., Сидоренко А. В.</i> Сравнительный анализ лингвометодического наполнения учебных пособий по РКИ для студентов-инженеров	224
<i>Емельяненко Д. С.</i> Институциональные механизмы и инструменты поддержки цифрового экспорта.....	226
<i>Ечь В. С.</i> Инновационные инструменты управления финансовыми потоками в глобальной логистике	228
<i>Жуковская К. В.</i> Разработка стратегии развития промышленного предприятия.....	230
<i>Жудро М. М.</i> Развитие технологий энергетической безопасности АЭС: от саркофага к реакторам на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем.....	231
<i>Зайцев Н. В.</i> Возможности использования ИИ в обучении инженеров и экономистов.....	233
<i>Захаренко С. К.</i> Демографический кризис и старение населения: причины, последствия и пути решения (на примере Японии)	235
<i>Зинчук С. А., Атрощенко К. В., Шман Е. А.</i> Оценка инвестиционной привлекательности проектов возобновляемых источников энергии.....	237
<i>Иванова К. А., Бертош Е. В.</i> Анализ эффективности государственных программ импортозамещения в машиностроении (на примере ОАО «БЕЛАЗ»)	239
<i>Иванова К. А., Монтик О. Н.</i> Экономическое моделирование создания и функционирования эко-индустриальных парков	241
<i>Ивашкевич А. С.</i> Оптимизация логистических процессов с учетом экологических факторов	243
<i>Игнаткович И. В.</i> Зона имманентности как реализация интегративного подхода при подготовке инженерно-педагогических кадров.....	245
<i>Исаенко М. А.</i> Бизнес-процессы в динамичной среде	247
<i>Казиминова А. А.</i> Логистика как фактор ценообразования в международной торговле.....	249
<i>Калачинская К. А., Короленок К. С.</i> «Dark Patterns» в интерфейсах: этические границы дизайна и влияние на долгосрочную репутацию бренда.....	251
<i>Каляда В. Д.</i> Планирование и построение должностной карьеры сотрудников на промышленном предприятии.....	253
<i>Клименко М. С.</i> Внедрение цифровых двойников в промышленности: экономическая оценка эффективности и моделирование управленческих решений	255
<i>Ковальчук Т. С.</i> Достоинства и недостатки ключевых ESG стандартов при разработке системы социально-трудового мониторинга.....	257
<i>Король А. А.</i> Сравнительный анализ стоимости производства электроэнергии от различных источников в Республике Беларусь	259

<i>Корнилова К. И.</i> Преимущества и недостатки применения системы ключевых показателей эффективности в деятельности организаций.....	261
<i>Кучинский Н. П.</i> Целевые сегменты рынка авиаперевозок Республики Беларусь	263
<i>Лесоцкая А. В.</i> Информационные технологии в инженерной экономике	265
<i>Лысая А. В., Новикова Е. С.</i> Влияние цифровых платформ на развитие малых предприятий розничной торговли	267
<i>Лысая А. В.</i> Экономический эффект от применения генеративного искусственного интеллекта сквозь призму концепции кривая Гартнера.....	269
<i>Мацкевич Е. Д., Голубев Т. В.</i> Анализ топливно-энергетического баланса Республики Беларусь	271
<i>Мацкевич Е. Д., Голубев Т. В.</i> Сравнительный анализ механизмов поддержки ВИЭ в Республике Беларусь и странах Европейского Союза.....	273
<i>Невинский И. В.</i> Организация внешнеэкономической деятельности предприятия и ее эффективность	275
<i>Негруша О. Е.</i> Визуализация алгоритмических процессов как инструмент формирования абстрактного мышления у программистов	277
<i>Негруша О. Е.</i> Микролернинг в преподавании ООП: микроейсы как минимальные дидактические единицы	279
<i>Новикова Е. А.</i> Экономическое значение технического перевода в инженерной деятельности	281
<i>Петров Л. А.</i> Анализ реализации механизмов памяти в дискретных цепях Маркова.....	283
<i>Подупейко А. А.</i> Развитие цифрового опыта сотрудников как фактор повышения организационной эффективности и обеспечения конкурентоспособности	285
<i>Поживилко Н. А., Атрощенко В. С.</i> О разработке практико-ориентированного веб-приложения для изучения языка Python	287
<i>Прибыльская Г. В.</i> Формирование межкультурной компетенции у студентов технического университета	289
<i>Расолько А. С.</i> Инвестиционный климат в Республике Беларусь	291
<i>Салахов А. Я.</i> Оценка экономической эффективности инвестиций в цифровые активы интернет-магазина	293
<i>Салахов А. Я.</i> Прорывные технологии как инструмент повышения конкурентоспособности	295
<i>Салахов А. Я.</i> Экономические риски цифровой трансформации: методы их оценки и минимизации в инженерных проектах	297
<i>Серебрякова М. А.</i> Бухгалтерский учет цифровых активов (криптовалюты, токены, nft): отображение в балансе, оценка и налогообложение	299
<i>Симуткин Д. В.</i> Индивидуальные встречи как инструмент повышения эффективности управления персоналом	301
<i>Симуткин Д. В.</i> Оценка персонала как инструмент повышения эффективности управления организации.....	303
<i>Синько М. Д.</i> Экономическая целесообразность использования RDF-топлива в Республике Беларусь	305

<i>Скрипченко В. А.</i> Педагогическая компетентность и профессиональное развитие учителя	307
<i>Скуратова Д. А.</i> Анализ и прогнозирование работы железнодорожных узлов: сравнение аналитических и машинно-обучаемых подходов	309
<i>Сласси Мутабир С. А.</i> Междисциплинарность как основа формирования исследовательской компетентности студентов инженерно-экономических специальностей.....	311
<i>Тоболич А. С.</i> Модернизация системы «Карта Гостя» в туристической инфраструктуре Беларуси	313
<i>Трутнева А. С.</i> Последовательное тестирование как инструмент повышения эффективности в экономической сфере автоматизации	315
<i>Хохлова М. В.</i> Информационная экономика и цифровой маркетинг: тенденции и перспективы развития.....	317
<i>Цубленок У. А.</i> К вопросу интеграции экономического мышления в инженерное образование	319
<i>Чернецкая А. В.</i> Современные подходы к визуализации сложных механических процессов в лекционном курсе «Прикладная механика».....	321
<i>Чижик А. С.</i> Использование искусственного интеллекта для оптимизации логистических процессов	323
<i>Шкаровская К. Н.</i> Методы и средства адаптации концепции непрерывного совершенствования производства на предприятиях Республики Беларусь	325
<i>Юрченко Н. А.</i> Поддержка малого и среднего бизнеса в экономически нестабильных ситуациях	327
<i>Юшкевич И. С., Короленок К. С.</i> Специфика продвижения онлайн-школы английского языка через контент-маркетинг	329

СЕКЦИЯ 5. АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН

<i>Бабина Д. А.</i> Пути оптимизации настольных фризеров для мягкого мороженого	331
<i>Беляева Д. А., Воронова А. В.</i> Концепция креативного общественного пространства «Культура 383» на территории объекта культурного наследия «Красные казармы» в г. Новосибирске, РФ.....	333
<i>Бурмистрова В. М.</i> Архитектурно-дизайнерская концепция формирования системы речных вокзалов Беларуси	335
<i>Горбачева А. Н.</i> Интеграция модулей психологической реабилитации в структуру общественных зданий	337
<i>Иманова С. Р.</i> Исторический анализ детских игровых площадок	339
<i>Кивачук С. В.</i> Особенности планировочной организации зданий казарм на территории Западной Беларуси 1921–1939 гг.	341
<i>Лебедева А. С.</i> Особенности объектов промышленного дизайна в сфере транспорта, станков, мебели и гаджетов в 2025 году	343
<i>Малецкая В. А.</i> Возможности и перспективы использования искусственного интеллекта в образовательном процессе.....	345

<i>Мацюсь А. С., Михаленко А. В., Гутковский Д. И.</i> Влияние «зеленых технологий» на архитектурно-градостроительную и строительную деятельность	347
<i>Матюшенко Е. А.</i> К вопросу об адаптации производственной среды под общественную функцию на примере речного порта «Гомель»	349
<i>Мельник А. А., Можейко П. Г.</i> Переработка строительных материалов	351
<i>Мяделец-Авлас М. С.</i> Сохранение идентичности городских территорий при реорганизации промышленных комплексов.....	353
<i>Немогай Р. В.</i> Адаптивное повторное использование промышленного наследия как стратегия ресурсосбережения для Минска: инженерно-архитектурный подход.....	355
<i>Немогай Р. В., Немогай Я. В.</i> Сварочные технологии в архитектуре Беларуси: от инженерного решения к выразительной форме	357
<i>Носкова П. А.</i> Влияние промышленного дизайна форматно-раскроечного станка на производительность и конкурентоспособность предприятия	359
<i>Печникова А. Д.</i> Этика пространства: архитектура для человека.....	361
<i>Суша Д. А.</i> Технология и комфорт: ультрафиолетовые полотенцесушители в современном быту.....	363
<i>Шиян О. В.</i> Восстановление рабочих поселков Беларуси в контексте послевоенной реконструкции (1944–1950-е гг.).....	365
<i>Nikitina M. D.</i> Design as a strategic tool in modern business: new opportunities for marketing and management.....	368
<i>Pechnikova A. D.</i> The language of space: architecture as communication	370

СЕКЦИЯ 1. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ

УДК 004.75

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ MES СИСТЕМ В БЕЛОРУССКИХ РЕАЛИЯХ

Алекперов С. Р., студент,

Гарбузов Д. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Дашкевич Н. В.

Аннотация. В данной статье рассматривается определение MES-системы, ее основные преимущества при внедрении для компании. А также рассматриваются, какие MES-системы применяются в белорусских компаниях сегодня.

MES (Manufacturing Execution System) – это комплексное программное обеспечение для управления производством в режиме реального времени. MES соединяет системы планирования ресурсов (ERP) и автоматизированные системы управления (АСУТП), обеспечивая обмен данными между разными отделами [1]. В отличие от ERP, которые планируют ресурсы предприятия в целом, MES управляют процессами на уровне цеха или производственной линии. с помощью MES можно отслеживать производство, контролировать качество, управлять материалами, оборудованием и персоналом, а также обеспечивать соответствие стандартам.

Белорусские компании применяют MES-системы в следующих областях:

1. Управление заказами.
2. Детальное планирование и контроль.
3. Управление ресурсами.
4. Управление материальными потоками.
5. Управление персоналом.
6. Сбор данных.
7. Анализ производительности.
8. Управление качеством.
9. Управление информацией.
10. Управление энергией [3].

Для белорусских предприятий, занятых в международной торговле, MES дает конкурентные преимущества, позволяя эффективнее конкурировать на мировом рынке. Независимо от масштаба предприятий MES-система может также способствовать повышению общей производительности и рентабельности за счет перевода производственного процесса в информационный режим. А также сравнивать результаты и цели, чтобы выявлять сильные и слабые стороны общего производственного процесса и использовать полученные данные для повышения эффективности систем [1].

Внедрение MES-систем белорусскими организациями дает возможность более эффективно отслеживать графики работы и квалификацию работников, управлять всем производственным процессом от выпуска заказа до выпуска готовой продукции, выявляя слабые места и факторы, влияющие на качество.

MES интегрируются с оборудованием, таким как станки с ЧПУ и автоматические линии. Это позволяет получать данные о состоянии оборудования, контролировать процессы и управлять оборудованием в режиме реального времени.

В Республике Беларусь MES-системы впервые были применены в 2002 году компанией «Ситек». Она внедрила MES-систему в производстве Siemens на Белорусском автомобильном заводе (БелАЗе) [2].

Сегодня в Республике Беларусь применяются разные MES, как отечественные (например, «MES/ERP-система «Большое Дело» от «Астра-Софт»), так и зарубежные (например, 1C:MES, «Галактика АММ», «СПРУТ-ОКП», SAP ME и Siemens Simatic IT).

Рассмотрим основные плюсы внедрения MES для белорусских предприятий в международной торговле.

Во-первых, MES обеспечивают контроль качества, что позволяет выпускать продукцию, соответствующую международным стандартам (ISO 9001, HACCP и другим).

Также следует отметить, что соответствие международным торговым соглашениям позволяет избегать торговых барьеров. Это обеспечивает предприятию экономический рост, более низкие цены для потребителей, увеличение иностранных инвестиций и расширение рынков сбыта.

MES позволяют совершенствовать процессы, сократить время выполнения заказов, повысить производительность и снизить затраты. Улучшается прозрачность производства, что улучшает взаимодействие с партнерами и позволяет предоставлять информацию о ходе выполнения заказов [1].

И, наконец, MES позволяют соответствовать требованиям международных торговых соглашений в области качества, безопасности и экологии.

Таким образом, внедрение MES – это важный фактор конкурентоспособности белорусских предприятий в международной торговле. Будучи основой цифровой трансформации, MES-система обеспечивает быструю и долгосрочную выгоду. MES помогают повышать качество продукции, снижать затраты, сокращать сроки выполнения заказов, совершенствовать управление запасами, повышать прозрачность производства и обеспечивать соответствие требованиям международных торговых соглашений.

Список использованных источников

1. What is a manufacturing execution system (MES)? – URL: <https://www.ibm.com/think/topics/mes-system> (date of access: 16.11.2025).

2. MES-системы в Беларуси. – URL: <https://www.kv.by/content/mes-sistemy-v-belarusi> (дата обращения: 16.11.2025).

3. Система управления производством // MES – Smart Factory – URL: <https://www.mpdv.com/en/industry-4-0/smart-factory-glossary/manufacturing-execution-system-mes> (дата обращения: 16.11.2025).

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КАДРОВ

Анисимова М. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Жудро Н. В.

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема обеспеченности конкурентоспособными трудовыми ресурсами, а также предлагается система непрерывного профессионального развития, анализируются ее инструменты, с акцентом на использовании цифровых технологий и искусственного интеллекта.

Сегодня мир развивается с высокой скоростью из-за изменений, вызванных процессами цифровой трансформации, глобализации и технологическими прорывами. Это приводит к появлению новых профессий, и, что не менее важно, к устареванию уже существующих. В подобных условиях устойчивость как отдельного специалиста, так и организации в целом напрямую зависит от способности к постоянной адаптации и обучению. Эффективность профессиональной деятельности определяется не столько фундаментальной базой, хотя ее важность остается неизменной, сколько умением оперативно приобретать новые знания и использовать их на практике.

Таким образом, создание системы непрерывного развития превращается из вспомогательной функции в ключевую, поскольку она способна обеспечить конкурентоспособность трудовых ресурсов.

Основная часть.

Образование в Республике Беларусь является одним из главных приоритетов государственной политики, имеющих целью формирование свободной, творческой, нравственно, интеллектуально и физически развитой личности [1].

Для предприятия важно инвестировать в развитие персонала, так как это является прямым вкладом в повышение эффективности, инновационного потенциала, а также конкурентоспособности компании на рынке. Высококвалифицированные кадры способны быстрее реагировать на изменения, внедрять новые технологии и обеспечивать предприятию стратегические преимущества.

Для работников, в свою очередь, постоянное развитие – это залог его востребованности как профессионала и карьерного роста. В эпоху, когда проработать в одном месте, скорее всего, не получится, ответственность за свое будущее и обучение ложится на самого специалиста.

Можно выделить следующие этапы непрерывного образования:

1. Получение новых навыков и знаний, которые ранее не входили в арсенал специалиста, но стали востребованы в связи с изменением технологий.

2. Обновление уже имеющихся знаний. Данный этап предполагает углубление и актуализацию уже сформированных умений в соответствии с последними тенденциями в профессиональной области [2].

Система непрерывного обучения способствует развитию индивидуальных способностей на протяжении всей карьеры.

Более того, этот подход имеет решающее значение для поддержания высокого уровня вовлеченности и удержания сотрудников. Исследования показывают, что сотрудники, имеющие возможности для обучения, с большей вероятностью сохраняют связь с работодателем. Учебные инициативы создают у сотрудников чувство ценности и принадлежности, повышая удовлетворенность работой и снижая текучесть кадров.

Традиционные способы образования недостаточно гибкие, тем более в современном мире. Процесс образования, может быть, необоснованно растянут. Эти способы не учитывают индивидуальные особенности обучающихся. В то время, когда один человек легко и быстро усваивает программу, другому потребуется дополнительное время и, возможно, помощь со стороны. Из-за этого могут появиться определенные проблемы. На сегодняшний день их можно решить с помощью цифровизации и искусственного интеллекта, который способен ускорить процесс, обеспечить непрерывность образования и подобрать индивидуальный подход к нему.

ИИ-алгоритмы способны анализировать сильные и слабые стороны обучающегося, определять его знания, и на основе этих данных подбирать индивидуальную образовательную программу. Например, в сентябре 2025 года Google запустил адаптивный образовательный инструмент, который преобразует учебники в персонализированные учебные материалы [3].

Еще один вариант, как искусственный интеллект может помогать повышать квалификацию работников, это создание симуляторов, в котором будут разыгрываться ситуации, диалоги, переговоры.

Быстрое развитие рынка труда требует от работника все больше способностей выполнять различные задачи. Среди них важными становятся: способность к критическому мышлению и анализу информации, креативность, готовность к постоянному обучению, эмоциональный интеллект и умение работать в командах.

Можно сказать, что образование должно помогать ориентироваться в непрерывно меняющемся мире, а не просто давать знания.

Заключение. Формирование системы непрерывного профессионального развития для обеспечения конкурентоспособности кадров является не дополнительным мероприятием, а необходимостью для повышения эффективности предприятия. Успех этой системы зависит от совокупности таких факторов, как позиция самого работника, создание организацией необходимых условий и интеграции образовательных технологий.

Список использованных источников

1. Об образовании: Закон Республики Беларусь от 11 января 2022 г. № 154–3 // Национальный правовой Интернет–портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=Hk1100243>.
2. Карпова Е. В. Формирование системы непрерывного профессионального образования // Территория науки. – 2015. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-sistemy-nepreryvnogo-professionalnogo-obrazovaniya>.
3. Learn Your Way: образовательная платформа // Google. – URL: <https://learnyourway.withgoogle.com>.
4. Training and development impact on job satisfaction, loyalty and retention among academics / M. Mampuru, B. A. Mokoena, A. K. Isabirye // SA Journal of Human Resource Management. 2024. – Vol. 22.
5. Impact of AI on continuous learning and skill development in the workplace: A comparative study with traditional methods / S. O. Yusuf, J. E. Abubakar, R. Durodola, G. Ocran // World Journal of Advanced Research and Reviews. – 2024. – Vol. 23, Iss. 2. – P. 1129–1140.

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ И ИННОВАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ НА ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ

Баслык Е. П., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Дашкевич Н. В.

Аннотация. В работе анализируется влияние информационных и инновационных ресурсов на промышленное развитие. Рассматриваются современные подходы к управлению данными ресурсами и их трансформирующее влияние на промышленное производство.

Современная промышленность переживает период фундаментальной трансформации, обусловленной цифровизацией и переходом к экономике знаний. В этих условиях традиционные ресурсы промышленного развития – сырье, основные фонды, труд – уступают лидирующие позиции информационным и инновационным ресурсам. Данные, знания, алгоритмы и цифровые платформы становятся ключевыми факторами конкурентоспособности, определяющими эффективность и устойчивость промышленных предприятий [3, с. 45]. Целью данной работы является анализ роли и механизмов воздействия информационных и инновационных ресурсов на промышленное развитие, с фокусом на цифровые платформы, управление знаниями и технологии Индустрии 4.0.

В современной промышленности цифровые платформы выступают центральным элементом оптимизации использования всех видов ресурсов. В области управления цепями поставок платформенные решения, такие как SAP Integrated Business Planning или Oracle SCM Cloud, обеспечивают сквозную видимость и координацию всех участников цепочки создания стоимости. Это позволяет в режиме реального времени отслеживать движение сырья и материалов, прогнозировать возможные сбои и оперативно перестраивать логистические маршруты, что ведет к значительному сокращению страховых запасов и уменьшению объема оборотного капитала.

В логистике применение цифровых платформ, интегрирующих данные GPS-трекеров, телематики и информацию о дорожной обстановке, позволяет автоматизировать процесс построения маршрутов. Алгоритмы оптимизации рассчитывают варианты доставки с учетом множества параметров: пробега, расхода топлива, временных окон и тарифов, что приводит к прямому снижению операционных затрат. Кроме того, платформы для прогнозирования спроса, использующие методы машинного обучения, анализируют большие массивы данных – от истории продаж и сезонности до активности в социальных сетях и макроэкономических индикаторов. Точный прогноз позволяет предприятию избежать как потерь от дефицита товара, так и затрат, связанных с утилизацией нереализованной продукции, оптимизируя таким образом производственные мощности и складские площади [4].

Интеллектуальный капитал становится наиболее ценным активом современного промышленного предприятия, а его эффективное управление – стратегической задачей. Ключевым элементом является создание надежной системы защиты интеллектуальной собственности (ИС). Патентование изобретений, регистрация промышленных образцов и товарных знаков не только обеспечивают правовую охрану инноваций, но и позволяют монетизировать их через лицензионные соглашения, создавая новый источник доходов.

Важнейшую роль играет развитие корпоративных университетов и систем непрерывного обучения. Эти структуры формализуют процесс накопления и передачи неявных знаний, обеспечивая быстрое внедрение новых технологий и подготовку кадрового резерва. Однако основой долгосрочного инновационного развития является

формирование соответствующей организационной культуры. Среда, в которой поощряется экспериментирование, разумный риск не влечет за собой ответственности и практикуется открытый обмен идеями, превращает коллективный интеллект сотрудников в постоянный источник инноваций. Внедрение практик идеи-менеджмента и внутреннего краудсорсинга позволяет выявлять и использовать творческий потенциал каждого сотрудника, трансформируя его в конкретные улучшения продуктов и процессов [1, с. 36].

Четвертая промышленная революция, основанная на внедрении технологий Индустриального интернета вещей (IIoT), искусственного интеллекта (AI) и больших данных (Big Data), кардинально меняет саму структуру ресурсной базы промышленности.

С одной стороны, происходит снижение потребности в традиционных ресурсах. Автоматизированные роботизированные комплексы и гибкие производственные системы замещают ручной труд, сокращая потребность в операторах для монотонных операций. Аддитивные технологии (3D-печать) позволяют создавать сложные детали с минимальным количеством отходов, drastically снижая расход традиционных материалов. Системы интеллектуального энергоменеджмента оптимизируют потребление электроэнергии, исключая пиковые нагрузки и холостой ход оборудования.

С другой стороны, формируется спрос на принципиально новые виды ресурсов. Данные, собираемые с датчиков, оборудования и бизнес-систем, становятся ключевым сырьем для анализа и принятия управленческих решений. Алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения являются инструментом преобразования этих данных в полезные инсайты и автоматизированные действия. В этой новой парадигме стремительно растет ценность таких ресурсов, как вычислительные мощности (облачные и edge-серверы) и, что особенно важно, кибербезопасность. Обеспечение целостности и конфиденциальности данных и производственных процессов становится критически важным условием функционирования цифрового предприятия [2, с. 78].

Проведенное исследование позволяет заключить, что информационные и инновационные ресурсы занимают центральное место в новой модели промышленного развития. Цифровые платформы радикально повышают эффективность использования традиционных ресурсов за счет автоматизации и аналитики. Управление знаниями и интеллектуальным капиталом создает основу для долгосрочных конкурентных преимуществ, формализуя и приумножая творческий потенциал организации. Технологии Индустрии 4.0 трансформируют саму ресурсную базу, выдвигая на первый план данные, алгоритмы и цифровые компетенции. В современных условиях устойчивое развитие промышленного предприятия напрямую зависит от его способности эффективно аккумулировать, генерировать и использовать именно эти нематериальные активы.

Список использованных источников

1. Гаврилова, Т. А. Управление знаниями на промышленном предприятии: от теории к практике // Экономика и управление. – 2021. – № 5(187). – С. 34–41.
2. Новиков, Д. А. Технологии Индустрии 4.0: управление производством на основе данных и искусственного интеллекта. – М.: Ленанд, 2022. – 256 с.
3. Яковлев, А. А. Интеллектуальный капитал как ключевой ресурс конкурентоспособности промышленного предприятия // Российское предпринимательство. – 2022. – Т. 23, № 4. – С. 789–806.
4. Цифровые платформы в логистике: анализ эффективности и перспективы внедрения / А. И. Петров, Е. Л. Сидорова // Логистика и управление цепями поставок. – 2023. – № 2(115). – С. 45–56.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КРЕДО «АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ» И SURFER ДЛЯ ЗАДАЧ ГОРНОГО ДЕЛА В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Бильдюк Е. В., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент Павловский А. И.

Аннотация. В данной работе рассматривается вопрос замены иностранного программного обеспечения «Surfer» на отечественный аналог – программный комплекс «КРЕДО: Анализ пространственных данных». Проведен сравнительный анализ точности интерполяции и качеству построенных цифровых моделей рельефа.

В условиях санкционных ограничений отечественные цифровые системы становятся базовым компонентом промышленного развития. Одной из наиболее актуальных задач является импортозамещение в сфере инженерного программного обеспечения, которое должно быть стабильным, полнофункциональным и легко интегрируемым в производственные процессы. В данной статье проводится сравнительное исследование сеточных моделей рельефа, полученных с помощью отечественного программного комплекса «КРЕДО: Анализ пространственных данных» (далее – КРЕДО АПД) и зарубежного пакета Surfer.

Для исследования было использовано более 7 000 точек поверхности гранитного карьера «Микашевичи» со значительными перепадами высот, уступами и подробными формами поверхности. Для обеспечения корректности проверки использовался один и тот же метод построения сеточных моделей – Natural Neighbor (естественный сосед). На рисунке 1 показано сравнение результатов интерполяции, было установлено, что изолинии в КРЕДО АПД и Surfer идеально совпадают.

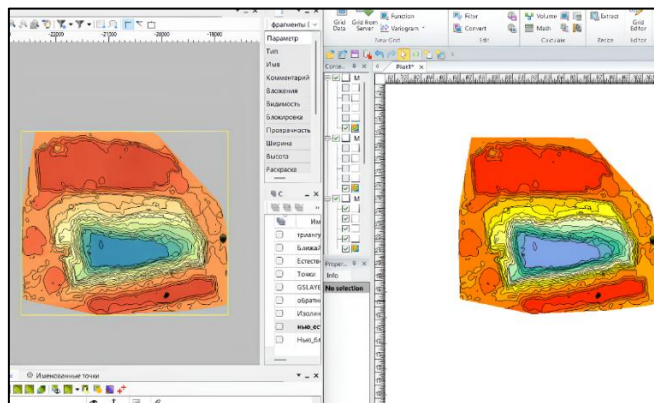


Рис. 1. Сравнение методов интерполяции Natural Neighbor с одинаковым шагом в КРЕДО АПД (слева) и Surfer (справа)

Полученные данные свидетельствуют о том, что значения КРЕДО АПД сопоставимы с показателями Surfer, а цифровые и трехмерные модели демонстрируют практически полное сходство и имеют идентичную структуру рельефа (рис. 2).

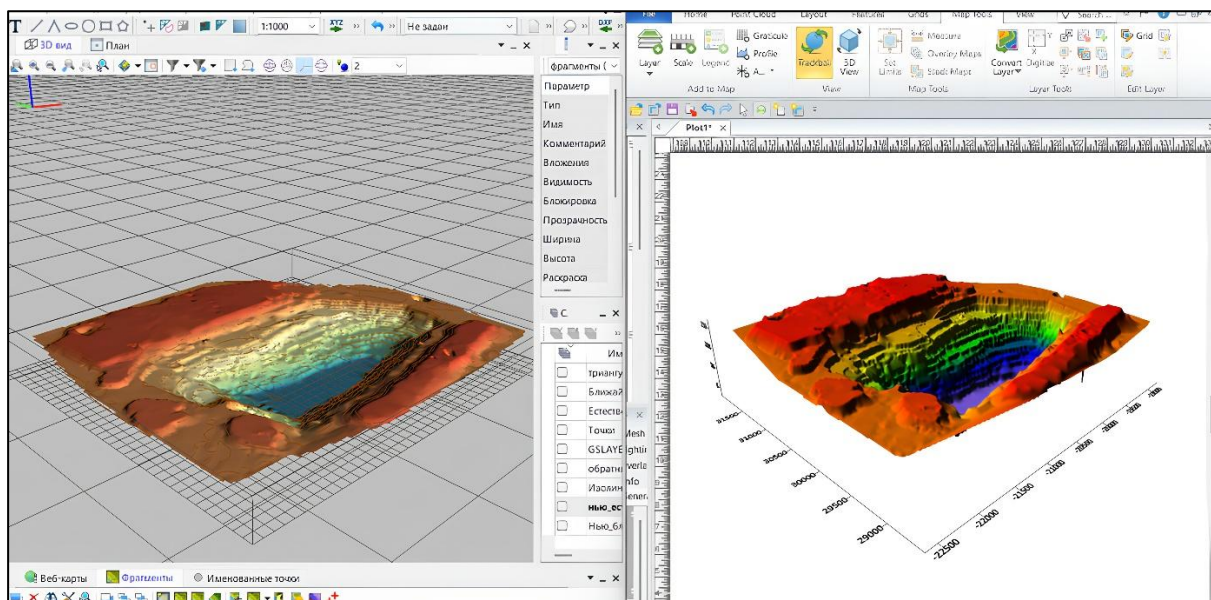


Рис. 2. Сравнение 3D-моделей методов интерполяции Natural Neighbor с одинаковым шагом в КРЕДО АПД (слева) и Surfer (справа)

Дополнительным преимуществом КРЕДО АПД является расширенный инженерный функционал. Программа поддерживает формат DXF, имеет удобные инструменты для обработки полилиний, возможности анализа формы карьеров со сложными уступами, а также интегрируется с маркшейдерскими и геологическими модулями общего пакета КРЕДО, что делает систему более адаптированной к отечественным условиям и нормативным требованиям горнодобывающей промышленности.

Точность расчета объемов важна не только для научных работ, но и для производства. Методика расчета объемов основана на определении площади каждой изолинии, умножении средней площадей соседних изолиний на расстояние между ними, то есть на их мощность, а затем последующем суммировании полученных значений по каждому уступу. Поэтому идентичность изолиний (рис. 1) гарантирует равнозначность данных для расчетов объемов.

КРЕДО АПД может считаться полноценной отечественной альтернативой Surfer при построении сеточных моделей, вычислении объемов и решении других инженерно-геологических задач. Благодаря схожим методам интерполяции, а также имея расширенный инженерный инструментарий, программный комплекс готов полностью заменить зарубежную программу в научной и производственной деятельности горного дела.

Список использованных источников

1. Golden Software. Surfer User's Guide. – Golden, CO, USA: Golden Software Inc., 2023.
2. Кредо-Диалог. Руководство пользователя комплекса «КРЕДО: Анализ пространственных данных». – Мн., 2024.

ЛОГИСТИКА КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Буцкевич Т. М., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Мотько Н. А

Аннотация. Статья анализирует трансформацию роли логистики в условиях глобальной нестабильности и санкционного давления, рассматривая ее не просто как инструмент минимизации издержек, а как критический ресурс обеспечения экономической безопасности промышленного предприятия.

Понятие логистики исторически связано с управлением материальными потоками. Классическая логистическая концепция ставит своей целью достижение так называемых «шести золотых правил»: обеспечение нужного продукта, в нужном количестве, должного качества, в нужное время, в нужное место, с минимальными затратами [1]. В основе этого подхода лежит системный взгляд на управление, объединяющий закупки, производство, складирование, транспортировку и сбыт в единый процесс.

Однако в условиях глобальной нестабильности, логистика становится элементом стратегического планирования. Если раньше основным критерием эффективности логистической системы была минимизация издержек, то теперь на первый план выходит устойчивость к внешним шокам. Успешная логистическая система должна не просто доставлять товар дешево и быстро, но и обладать способностью мгновенно перестраивать маршруты, искать альтернативных поставщиков в случае внешних угроз.

В 2021 году логистика Республики Беларусь столкнулась с большим блоком санкций. Современные угрозы, нарушающие работу экспортно-импортных операций, требуют не просто поиска обходных путей, а кардинальной перестройки всей системы доставки товаров и управления цепями поставок. Возникает проблема, обусловленная снижением устойчивости логистических путей под воздействием внешних системных шоков, что напрямую угрожает ресурсному обеспечению промышленного развития страны.

В этом контексте особую актуальность приобретает концепция интеграционного взаимодействия. С. Ю. Солодовников и В. Ю. Арчаков отмечают, что современная экономика столкнулась с логистическим кризисом и угрозой дефицита предложения. Они предлагают рассматривать решение проблемы в углублении интеграционных объединений [2]. Мы полностью разделяем данную позицию, что именно интеграция в новые логистические пути является ключевым ответом на внешние шоки. Для обоснования этого тезиса необходимо детально рассмотреть основные вызовы, с которыми столкнулась логистическая система Республика Беларусь.

Ключевые вызовы для логистики в санкционный период:

1. Блокировка традиционных маршрутов. Санкции Европейского союза и его союзников привели к кардинальной перестройке транспортных потоков, что критически сказалось на всех звеньях логистической цепи. Запрет на транзит через европейские страны, включая закрытие литовских и польских пунктов пропуска, привел к потере до 30 % транзитных грузоперевозок Белорусской железной дороги – важного источника дохода [3]. Введение квот ЕС на белорусские грузовики, ограничения автоперевозок и морское эмбарго (запрет захода судов в порты ЕС, дефицит контейнеров) вынудили предприятия экстренно искать альтернативные, более сложные и дорогие маршруты. В результате логистические издержки по ряду направлений возросли на 30–50 % [4].

2. Финансово-таможенные барьеры. Усложнение расчетов из-за отключения от системы SWIFT и ужесточение таможенного контроля создали дополнительные нефинансовые затраты. Переход на расчеты в национальных валютах ЕАЭС сопряжен с дополнительными комиссиями и замедлением оборота. Ужесточение таможенного контроля привело к удвоению времени простоя грузов на границе (до 2–3 недель), что резко увеличило складские затраты и риски срыва производственных графиков [4]. Кроме того, отказ крупнейших страховщиков работать с «санкционными» грузами создает дополнительные финансовые риски для экспортноориентированных предприятий.

Примером реализации адаптивной стратегии является предприятие ОАО «МТЗ». Доля импорта в себестоимости продукции составляет около 15 %, причем речь идет о критически важных узлах: корпусных деталях, валах, шестернях высоких степеней точности [5]. Проблема усугубляется тем, что производство аналогичных компонентов на территории Республики Беларусь отсутствует. Для такого крупного производителя как МТЗ, импортные поставки затрагивают высокотехнологичные ресурсы, и это означает, что остановка поставок из-за любых обстоятельств неминуемо приводит к остановке производства. Следовательно, логистическая задача предприятия трансформируется из задачи минимизации затрат и доставки в задачу обеспечения ресурсной безопасности снабжения.

В ответ на эти проблемы МТЗ активно работает над возможностью для создания совместных производств на территории Китайской Народной Республики [5]. Такое сотрудничество позволяет не только обойти транзитные и финансовые ограничения, но и интегрироваться в более устойчивые азиатские цепи поставок, что фундаментально укрепляет ресурсную и, следовательно, экономическую безопасность предприятия.

Таким образом, в условиях санкционного давления логистика становится щитом экономической безопасности промышленного предприятия. Успешное противодействие внешним шокам возможно только через реализацию интеграционной системы, направленной на формирование новых, устойчивых транспортно-логистических коридоров, в первую очередь, в рамках сотрудничества со странами ЕАЭС и Китайской Народной Республики.

Список использованных источников

1. Дроздов, П. А. Основы логистики: учебное пособие / П. А. Дроздов. – Мн., 2008. – 211 с.
2. Некоторые новые подходы к обеспечению экономической безопасности Республики Беларусь / В. Ю. Арчаков, С. Ю. Солодовников, А. Л. Баньковский, Ю. В. Мелешко // Экономическая наука сегодня: сб. науч. ст. – Мн. : БНТУ, 2022. – Вып. 16. – С. 7–23.
3. Минтранс рассказал о потерях БЖД из-за санкций Евросоюза // Sputnik Беларусь. – URL: <https://sputnik.by/20230302/mintrans-rasskazal-o-poteryakh-bzhd-iz-za-sanktsiy-evrosoyuza-1072837438.html> (дата обращения: 29.11.2025).
4. Безразрешительная система перевозок: советы для бизнеса // severny.by. – URL: <https://severny.by/sovety-dlya-biznesa/bezrazreshitelnaya-sistema-perevozok> (дата обращения: 29.11.2025).
5. МТЗ прорабатывает возможности для создания совместных производств в Китае // Трактор.бел. – URL: <https://трактор.бел/news/mtz-prorabatyvaet-vozmozhnosti-dlya-sozdaniya-sovmestnyh-proizvodstv-v-kitae/> (дата обращения: 29.11.2025).

УСТОЙЧИВОЕ РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЧЕРЕЗ ЗАМЫКАНИЕ ЦИКЛОВ: ИНТЕГРАЦИЯ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ

Витушко Е. А., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Устинович И. В.

Аннотация. В статье проводится исследование интеграции этапов добычи и переработки минеральных ресурсов в рамках концепции экономики замкнутого цикла. Подчеркивается, что объединение процессов добычи и переработки выступает важным инструментом для улучшения эффективности использования ресурсов, уменьшения негативного воздействия на окружающую среду и создания устойчивых промышленных комплексов.

Современное развитие промышленности характеризуется ростом потребления минерально-сырьевых ресурсов, усложнением структуры сырьевых потоков и повышением экологических требований. В этих условиях традиционная линейная модель экономики – «добыча → переработка → потребление → отходы» – перестает быть эффективной.

В Республике Беларусь примером применения линейной экономической модели служат калийная и нефтехимическая индустрии.

Извлечение калийных солей ведет к истощению запасов месторождений, а изготовление удобрений связано с загрязнением воздушной среды и образованием промышленных отходов. Использование удобрений в сельском хозяйстве потенциально способно вызывать загрязнение почв и водных объектов. Обширные скопления солевых отходов (галитовые терриконы) в районе города Солигорска непосредственно обусловлены функционированием линейной экономической системы. Проблема действенной переработки этих отходов до сих пор остается нерешенной.

Деятельность нефтехимической промышленности влечет за собой выбросы вредных веществ в атмосферу и водоемы, а также генерацию промышленных отходов, требующих захоронения или повторного использования.

Циклическая экономика – это перспективная стратегия, направленная на защиту окружающей среды. Она предполагает повторное использование ресурсов и уменьшение количества мусора. Для успешного внедрения этой модели необходимы крупные финансовые вложения, налаживание сотрудничества между различными участниками экономики и разработка передовых технологий. Несмотря на это, потенциал для достижения экологической устойчивости и повышения экономической выгоды очень велик.

Развитие моделей циркулярного развития во многом зависит от контроля над использованием ресурсов и возможностей переработки отходов. В основе циркулярной экономики лежат сами ресурсы, что означает стремление к повышению их доступности и снижению зависимости от импорта [1]. Для создания благоприятного экологического будущего необходимо перестроить цикл потребления материалов и энергии таким образом, чтобы ресурсы использовались максимально эффективно. Экономика замкнутого цикла трансформирует систему распределения, делая вторичные ресурсы первоочередными.

В Беларуси активно внедряют принципы циклической экономики. Реализуются пилотные проекты, направленные на переработку строительных материалов и организацию эффективного вывоза мусора. Например, в Минске и других городах строятся и модернизируются мусороперерабатывающие заводы, где отходы сортируются для дальнейшего использования. В столице планируется увеличить мощность завода до 600 тысяч тонн в год, что значительно увеличит объем перерабатываемого мусора. В Гродно

запускается производство RDF-топлива, которое является альтернативным источником энергии и помогает сократить количество отходов на свалках, а также уменьшить зависимость от невозобновляемых ресурсов. В рамках национальной стратегии, предусматривающей переработку 90 % отходов к 2035 году, планируется построить около 30 новых предприятий по переработке мусора. Эти меры способствуют развитию и улучшению ситуации в области циклической экономики в стране.

Переход к экономике замкнутого цикла создает новые рынки для вторичных ресурсов, сокращает расходы на сырьевые материалы, способствует появлению новых рабочих мест и укрепляет позиции компаний на рынке. Успешная реализация этой модели требует комплексного видения, охватывающего все этапы производства, а также активного участия государства в создании благоприятной экосистемы.

В белорусской промышленности наблюдается тесная связь между добычей и переработкой сырья, особенно в таких секторах, как строительство, нефтехимия и сельское хозяйство. Тем не менее, эта интеграция преимущественно вертикальная, внутри крупных вертикально-интегрированных структур. Для дальнейшего развития необходимо усилить горизонтальное взаимодействие и наладить сотрудничество с научно-исследовательскими учреждениями и малыми предприятиями.

Одним из наиболее показательных примеров является ОАО «Беларуськалий», где предприятие контролирует всю технологическую цепочку – от добычи сырья до выпуска готовой продукции. Это обеспечивает стабильные поставки сырья, позволяет поддерживать высокий уровень качества и увеличивает добавленную стоимость продукции.

Другим ярким примером интеграции выступает концерн «Белнефтехим», который объединяет организации, ведущие геологоразведочные работы, добычу, переработку и транспортировку нефти и нефтепродуктов, а также предприятия химической и нефтехимической промышленности. В состав концерна входят научно-исследовательские институты, проектные и конструкторские бюро, строительные и ремонтные подразделения, пусконаладочные организации, а также развитая экспортноориентированная дистрибьюторская сеть.

Процессы интеграции активно проявляются и в секторе добычи сырья для строительной индустрии. Здесь действуют компании, совмещающие добычу сырьевых материалов и производство стройматериалов, среди которых ОАО «Белорусский цементный завод», ОАО «Красносельскстройматериалы», ОАО «Кричевцементношифер», РУПП «Гранит» и ОАО «Доломит».

В рамках концепции экономики замкнутого цикла, объединение этапов добычи и переработки полезных ископаемых играет решающую роль в укреплении стабильности горнодобывающей отрасли. Создание замкнутых циклов, где ресурсы используются повторно, позволяет эффективнее использовать природные богатства, снижает негативное воздействие на окружающую среду и открывает возможности для развития рынка вторичного сырья. Для успешной реализации таких интегрированных моделей необходимы технологические инновации, внедрение цифровых инструментов управления и совершенствование законодательной базы.

Список использованных источников

1. Gusmerotti, N. M. Drivers and approaches to the circular economy in manufacturing firms / N. M. Gusmerotti // *Journal of Cleaner Production*. – 2019. – Т. 230. – Р. 314–327.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Ганаков В. Я., студент,

Карпиков В. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Костюкевич Е. К.

Аннотация. Рассматриваются возможности использования технологий генеративного искусственного интеллекта (GenAI) в качестве помощника в научных исследованиях, преимущества и недостатки данного подхода.

Современное общество входит в эпоху тесного взаимодействия с искусственным интеллектом (ИИ). После появления механизма self-attention, описанного в статье «Attention is All You Need» 2018-го года, началось активное развитие программ больших языковых моделей (LLM). В настоящее время существуют множество различных программ с моделью искусственного интеллекта, которые активно используются не только в повседневной жизни, но и в научных исследованиях. Отсутствие эмпирических данных – проблема, характерная для всех новых технологий. В связи с этим возникает необходимость в исследовании потенциальных рисков, преимуществ и проблем использования GenAI. Цель данной работы – углубить наше понимание о роли GenAI в научной среде, сравнить преимущества и недостатки данного подхода.

Согласно опросу, проведенному в крупных учебных заведениях США, было выявлено неоднозначное отношение преподавателей и студентов к GenAI, среди преподавателей процент людей использующих эту технологию людей увеличился на 13 % между весной и осенью 2023 года (9 % против 22 %). Другой опрос на сайтах ResearchGate и Academia.edu указывает на то, что некоторые исследователи используют GenAI в основном для экономии времени (автоматизация рутинных задач, анализ огромных массивов данных, математические вычисления). с другой стороны, опасения насчет соблюдения академической честности и критика со стороны коллег подавляют желание исследователей использовать GenAI в своей работе. Из результатов другого опроса от «Nature» следует, что большинство (67 %) посчитали, что ИИ не оказал существенного влияния на их повседневную работу, а 31 % людей сообщают об использовании LLM для задач кодировки, для помощи в подготовке презентаций или текста. По оценке некоторых источников, в 2023 году было опубликовано до 85 000 статей, созданных с помощью ИИ, что указывает на значительное внедрение GenAI в исследовательские процессы. В настоящий момент наблюдается четкая картина, более молодые ученые используют ИИ для гораздо большего количества целей, чем их старшие коллеги [1, 2]. В качестве примера рассмотрим статистику еженедельно активных пользователей одного из самых известных приложений LLM – ChatGPT (рис. 1) [2].

Таким образом, приведенные выше статистические данные указывают на значительное увеличение роли GenAI в исследовательской среде за последние годы. Все больше ученых, исследователей и не только прибегают к помощи GenAI в своих работах.

На основании рекомендаций, разработанных ЮНЕСКО («Руководство по использованию генеративного искусственного интеллекта в образовании и научных исследованиях»), выделены преимущества и недостатки данного подхода [2].

Положительные стороны использования:

– искусственный интеллект можно использовать как помощника для подготовки структуры научного исследования;

– экономия времени: GenAI помогает исследователям обрабатывать огромные массивы данных, быстро находить в них закономерности и идеи, а также способен проводить сложные вычисления, что значительно сокращает время;

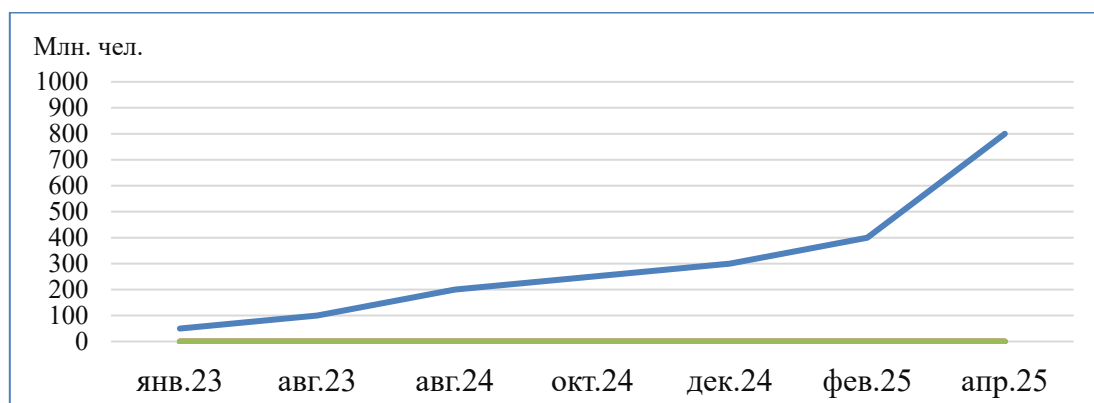


Рис 1. График количества активных пользователей ChatGPT

– создание гипотез: основываясь на обработанной информации, обработанной информации, GenAI может предлагать новые идеи или экспериментальные подходы, которые человек мог упустить.

Негативные стороны использования GenAI:

– эффект «Галлюцинации», когда модель генерирует информацию, которая выглядит правдоподобной и подкрепленной фактами, но на самом деле является полностью вымышленной или неточной;

– модели GenAI обучаются на огромных массивах данных из интернета и других источников. Если эти данные содержат предвзятость, стереотипы или ошибки, GenAI будет воспроизводить и усиливать их в своих результатах;

– чрезмерное или неконтролируемое использование GenAI может привести к снижению уровня критического мышления у исследователей и студентов. Существует риск, что ученые будут полагаться на GenAI как на истину, не подвергая сомнению его результаты и не развивая собственные аналитические способности [2].

Таким образом, можно сделать вывод, что генеративный искусственный интеллект не заменяет исследователя, а действует как мощный помощник, который повышает эффективность, точность и скорость научного процесса, позволяет при научных исследованиях экономить время и решать более сложные задачи. Важно отметить, что необходимо перепроверять полученную информацию, поскольку ответ программы больших языковых моделей зависит от массива данных, на которых она обучается.

Список использованных источников

1. ChatGPT Users Stats (November 2025): Growth & Usage Data. – URL: <https://www.demandsage.com> (дата обращения: 26.11.2025).

2. Руководство по использованию генеративного искусственного интеллекта в образовании и научных исследованиях. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389639> (дата обращения: 26.11.2025).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТАМОЖЕННЫМИ ОРГАНАМИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Груздова Е. Ю., студент,

Шкурская В. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Янович П. А.

Аннотация. Рассматриваются ключевые информационные ресурсы и технологии таможенных органов Республики Беларусь. Анализируются Единая автоматизированная информационная система, электронное декларирование и система управления рисками и перспективы внедрения технологий искусственного интеллекта и блокчейн.

Информационные ресурсы и технологии играют ключевую роль в работе таможенных органов Республики Беларусь, обеспечивая автоматизацию, контроль и эффективность таможенных процедур. Основой информационного обеспечения является единая централизованная автоматизированная система таможенных органов, которая включает в себя несколько взаимосвязанных компонентов [1].

Единая автоматизированная информационная система (ЕАИС) таможенных органов – это ядро цифровой инфраструктуры, которое объединяет все процессы и участников внешнеэкономической деятельности (ВЭД).

Основные программно-аппаратные комплексы и базы данных:

1. ИС «Таможенный декларант» выполняет прием, регистрацию и автоматизированный контроль таможенных деклараций. Система автоматически проверяет корректность заполнения, проводит расчет платежей и осуществляет риск-ориентированный анализ.

2. Автоматизированная система управления рисками (АСУР). Система анализирует все поступающие декларации по заданным профилям рисков. На основе таких параметров, как код ТН ВЭД, страна происхождения, участник ВЭД, стоимость товара и др., система присваивает каждой ДТ определенный уровень риска и рекомендует форму контроля (например, «выпуск без осмотра», «документальный контроль», «фактический осмотр»). Ресурсы: централизованные базы данных нарушителей, недобросовестных участников ВЭД, а также сведения из других государственных органов.

3. Электронные декларации и система межведомственного информационного взаимодействия (МВИ). Обеспечение электронного документооборота не только между таможней и участниками ВЭД, но и между другими госорганами. Выполняет контроль за перемещением товаров и транспортных средств через границу. Позволяет получать предварительную информацию о товарах и транспорте до их прибытия на таможенную границу Евразийского экономического союза (ЕАЭС), что ускоряет процедуры и повышает безопасность.

Технологии контроля и оснащения пунктов пропуска:

– Инспекционно-досмотровые комплексы (ИДК): техническое средство таможенного контроля, которое сканирует содержимое контейнера или фуры. Данный осмотр авто занимает не более 10 минут, в то время как обычный досмотр с полной выгрузкой проходит около 4 часов [3].

– Системы видеонаблюдения и распознавания номеров: обеспечивают автоматический контроль за перемещением транспорта по территории пунктов пропуска и фиксацию нарушений.

– Мобильные таможенные посты: Оснащены средствами связи и доступа к центральным базам данных, что позволяет проводить удаленный контроль и оформление.

– Биометрические системы и системы пассажирского контроля: используются для автоматизации пропуска физических лиц и проверки по реестру ограничений на выезд или въезд.

– Системы анализа данных и бизнес-аналитики дают возможность улучшить принятие решений на основе сведений касающихся перемещения грузов и оценки рисков, связанных с таможенными операциями [2].

Ключевые тенденции и перспективы развития:

– Полный переход на безбумажные технологии: расширение практики использования электронных документов и цифровых подписей.

– Интеграция с международными системами для получения электронных данных о грузах из-за рубежа.

– Внедрение технологий Больших Данных (Big Data) и искусственного интеллекта (ИИ).

– Совершенствование системы управления рисками за счет более глубокого анализа данных и выявления сложных, неочевидных связей.

– Использование блокчейн-технологий, которые позволяют отслеживать весь путь товара от производителя до конечного потребителя в режиме реального времени, что помогает предотвращать контрабанду и подделки.

– Электронная таможня – это комплексная информационная система, обеспечивающая автоматизацию процедур таможенного оформления: от подачи электронных деклараций и обмена необходимыми документами до взаимодействия с государственными органами и контроля за перемещением товаров. Сегодня почти 100 % деклараций на товары подается в электронном виде. А это означает, что свыше 5 тыс. участников внешнеэкономической деятельности пользуются данной системой [3].

Таким образом, таможенные органы Республики Беларусь активно используют современные информационные ресурсы и технологии, которые интегрированы как в национальную инфраструктуру, так и в системы Евразийского экономического союза, что позволяет обеспечивать эффективный таможенный контроль и способствовать развитию внешней торговли.

Список использованных источников

1. Афонин, П. Н. Информационное обеспечение в таможенных органах : учебник / П. Н. Афонин. – СПб : Интермедия, 2019. – 228 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/115593> (дата обращения: 28.11.2025).

2. Ковалькова, И. А. Анализ информационных технологий, применяемых в таможенном деле // Информационные технологии в политических, социально-экономических и технических системах: материалы научно-практической конференции, 22 апреля 2022 года / Белорусский национальный технический университет, Факультет технологий управления и гуманитаризации ; редкол.: Г. М. Бровка (пред. редкол.) [и др.]; сост. А. В. Садовская. – Мн. : БНТУ, 2022. – С. 248–251.

3. Таможенные органы Республики Беларусь. – URL: http://www.customs.gov.by/ru/sistema_riskov-ru/ (дата обращения: 28.11.2025).

ВЛИЯНИЕ САНКЦИОННЫХ РЕЖИМОВ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ ТОВАРНО-СЫРЬЕВЫЕ РЫНКИ НА ПРИМЕРЕ МЕТАЛЛУРГИИ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Гуринович Д. Н., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Пономарева Н. П.

Аннотация. Анализируется влияние санкционных режимов на глобальные товарно-сырьевые рынки металлургии и сельского хозяйства. Рассматриваются ключевые последствия, включая ценовые шоки, перестройку логистических цепочек и регионализацию торговли. Показано, как эти процессы влияют на глобальную экономику.

Современная система глобальных товарно-сырьевых рынков представляет собой сложный механизм, где устойчивые логистические цепочки и десятилетиями наложенные торговые связи являются основой стабильности. Однако в последние годы этот механизм испытывает значительные потрясения, вызванные расширением санкционных режимов. Ограничительные меры, вводимые отдельными государствами или их объединениями, перестали быть точечным инструментом внешней политики, превратившись в фактор, кардинально меняющий конфигурацию международной торговли. Особенно остро это влияние ощущается в базовых секторах, определяющих ресурсное обеспечение промышленного развития, – металлургии и сельском хозяйстве.

Металлургическая промышленность, будучи фундаментом машиностроения, строительства и военно-промышленного комплекса (ВПК), всегда отличалась высокой зависимостью от стабильных поставок сырья и полуфабрикатов. Введение ограничений против одного из крупнейших мировых экспортеров стали, алюминия, никеля и меди привело к немедленным структурным сдвигам. Первоначальным последствием стал резкий скачок мировых цен на основные виды металлов в 2022 году. На фоне паники и неопределенности покупатели стремились создать страховые запасы, опасаясь дефицита. Это позволило другим странам-производителям, таким как Турция, Индия и Индонезия, нарастить экспорт и частично занять освободившиеся рыночные ниши. Одновременно началась глубокая перестройка логистических маршрутов. Традиционные поставки в Европу были перенаправлены в Азию, что привело к изменению фрахтовых ставок и загруженности портов. В ответ Европейский союз был вынужден ввести защищенные меры, в частности, квоты на импорт, чтобы защищать внутреннего производителя от возросшего потока металла из третьих стран. Это, в свою очередь, создало новые барьеры в международной торговле.

Долгосрочным эффектом становится регионализация металлорынков. Формируются более замкнутые ценовые зоны, где стоимость металла внутри региона начинает все сильнее отличаться от цен в Азии. Это подрывает саму идею глобального рынка с едиными ценами и повышает издержки для конечных потребителей металлопродукции по всему миру [1].

Сельское хозяйство, как отрасль, критически важна для продовольственной безопасности, оказалась особенно уязвима к санкционному давлению, даже если продовольствие формально находится под санкционными исключениями. Косвенные ограничения – отключение от международных платежных систем, запрет на поставки оборудования и запчастей, закрытие логистических коридоров – оказали сильнейшее влияние. Ключевым последствием стал глобальный продовольственный ценовой шок. Крупнейшие мировые экспортеры сельхозпродукции, оказавшиеся под действием

ограничительных мер, традиционно поставляли значительные объемы пшеницы, кукурузы, подсолнечного масла и минеральных удобрений. Срыв поставок привел к резкому росту цен на продовольствие, что сильнее всего ударило по странам Ближнего Востока и Африки, импортирующим зерно. Была нарушена работа так называемой «зерновой сделки», что наглядно продемонстрировало хрупкость международных договоренностей в условиях геополитической конфронтации. Хотя впоследствии экспорт зерна был частично восстановлен через альтернативные маршруты, доверие к стабильности поставок было подорвано. Это побудило многие страны, такие как Китай и Саудовская Аравия, активизировать политику продовольственного суверенитета, ступая сельскохозяйственные угодья за рубежом и наращивая собственные запасы [2].

Ограничения на экспорт одного из ключевых поставщиков привели к росту цен на калийные и азотные удобрения по всему миру. Это повысило себестоимость сельхозпродукции в Бразилии, США и Европе, создав дополнительное инфляционное давление в цепочке создания стоимости «от поля до прилавка».

В итоге, санкционные режимы выступают в роли мощного дестабилизирующего фактора, который разрывает установленные цепочки создания стоимости. Для мировой экономики это означает переход от глобализации к фрагментации и регионализации товарных потоков. Промышленные предприятия по всему миру сталкиваются с повышенной изменчивостью цен на сырье и комплектующие, что затрудняет долгосрочное планирование и повышает риски инвестиционных проектов. Возникает необходимость поиска новых, зачастую менее эффективных поставщиков, и диверсификации логистических маршрутов, что ведет к росту издержек. Устойчивость промышленного развития теперь в меньшей степени зависит от чистой экономической эффективности и в большей – от способности выстраивать устойчивые к политическим рискам союзы и логистические цепочки [3].

Проведенный анализ показал, что влияние санкционных режимов на глобальные товарно-сырьевые рынки является глубоким и многогранным. На примере металлургии и сельского хозяйства было выявлено, что последствия выходят далеко за рамки простого перераспределения долей рынка. Они включают в себя ценовые шоки, кардинальную перестройку десятилетиями складывавшихся логических цепочек, рост протекционизма и усиление тенденций к регионализации. Вследствие этого, ресурсное обеспечение промышленного развития становится более дорогим, менее предсказуемым и сильно зависимым от геополитической ситуации. В долгосрочной перспективе это может привести к замедлению темпов глобального экономического роста и усилению стратегической конкуренции за доступ к критически важным сырьевым ресурсам.

Список использованных источников

1. Международный валютный фонд. – URL : <https://www.imf.org/ru/home> (дата обращения: 17.10.2023).
2. Группа всемирного банка. – URL: <https://www.vsemirnyjbank.org/ext/ru/home> (дата обращения: 25.03.2024).
3. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. – URL: <https://www.fao.org/home/ru> (дата обращения: 15.10.2023).

ТЕХНОЛОГИЯ РЕВЕРСИВНО-СТРУЙНОЙ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ ОЧИСТКИ СУДОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ И ГРЕБНЫХ ВИНТОВ ОТ КОРРОЗИИ

Денисов В. А., магистрант,

Кундир М. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Качанов И. В.,

старший преподаватель Шаталов И. М.

Аннотация. В статье представлены результаты разработки и исследований отечественной инновационной технологии реверсивно-струйной гидроабразивной очистки (РСО). Показано, что технология обеспечивает не только эффективное удаление продуктов коррозии, но и формирует защитное пленочное покрытие, препятствующее повторной коррозии. Установлено, что применение специальной рабочей суспензии и реверсивного эффекта струи позволяет снизить энергозатраты процесса в 1,5 раза.

Эксплуатация судов в условиях водного транспорта сопряжена с интенсивными коррозионными процессами, приводящими к значительным экономическим потерям. Существующие методы очистки (механические, химические, традиционная гидроабразивная обработка) обладают рядом существенных недостатков: низкая производительность, высокие энергозатраты, негативное воздействие на материал и окружающую среду, отсутствие долговременной защиты от повторной коррозии [1, 2]. Целью данной работы являлась разработка и исследование ресурсосберегающей технологии, лишенной указанных недостатков.

Была разработана трехэтапная технология реверсивно-струйной гидроабразивной очистки (РСО). Ключевым отличием от известных способов является использование реверсивной струи рабочей суспензии, которая после соударения с очищаемой поверхностью разворачивается на 180° , создавая дополнительную реактивную силу. Данный принцип позволяет увеличить силовое воздействие на 40–70 % без увеличения мощности насосного оборудования [3].

Лабораторные и производственные исследования проводились на специально разработанном стенде, позволяющем создавать давление на входе в сопло до 50 МПа и скорость струи до 550 м/с. В качестве объектов исследования использовались образцы из стали СтЗпс и судовые гребные винты из материала ВСтЗсп4.

Для реализации технологии применялись три состава рабочих суспензий:

1. Первый этап (грубая очистка): техническая вода с речным песком фракции 0,1–0,63 мм ($K_{р.п.} = 8,7\text{--}10\%$) и полиакриламидом ($K_{п} = 10^{-6} - 10^{-2}\%$).
2. Второй этап (промывка): техническая вода ($K_{в} = 100\%$).
3. Третий этап (финишная обработка и защита): техническая вода ($K_{в} = 95,5\%$), кальцинированная сода ($K_{к.с.} = 0,2\text{--}1\%$) и бентонитовая глина ($K_{б} = 3,5\%$).

Качество обработанной поверхности оценивалось по параметру шероховатости Ra и микротвердости поверхностного слоя H_{μ} . Исследования проводились на профилометре-профилографе модели 252 и микротвердомере «Micromet-2». Адгезионная прочность защитного покрытия измерялась методом склерометрии.

В ходе лабораторных экспериментов были установлены оптимальные параметры процесса РСО: давление на входе в сопло $p_{вх} = 20$ МПа, расстояние от сопла до поверхности $L = 30$ мм, коэффициент обжата струи $\lambda = 0,063$. В этих условиях достигается минимальная шероховатость поверхности $Ra = 2\text{--}5$ мкм, что является оптимальным для последующих операций, таких как лазерная резка или нанесение лакокрасочных материалов.

Установлено, что процесс РСО обеспечивает повышение микротвердости поверхностного слоя на 7–16 % по сравнению с традиционной гидроабразивной очисткой с радиальным растеканием струи (ГАО с РРС). Это объясняется более интенсивным силовым воздействием и эффектом поверхностного наклепа.

Наиболее значимым результатом является формирование на третьем этапе обработки защитного пленочного покрытия (ЗПП) толщиной 5–9 мкм. Спектрометрический анализ подтвердил, что покрытие состоит из компонентов рабочей суспензии – бентонитовой глины и кальцинированной соды. Испытания показали высокую адгезионную прочность ЗПП, составившую 28 МПа, и его коррозионную стойкость. Визуальные наблюдения в течение 42 суток в цеховых условиях не выявили очагов повторной коррозии на обработанных поверхностях, в то время как на образцах, очищенных ручным механизированным инструментом, площадь поражения коррозией достигла 85 % (рис. 1).

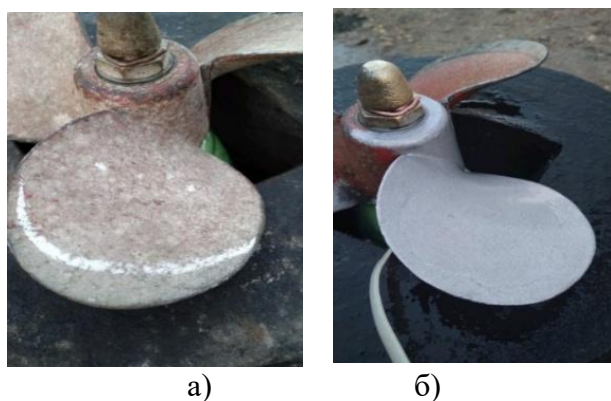


Рис. 1. Визуализация состояния лопастей гребного винта до и после обработки:
а – необработанная поверхность; б – поверхность после обработки

За счет применения реверсивного эффекта струи и специальной суспензии на основе бентонитовой глины величина минимального давления, необходимого для разрушения слоя коррозии, снизилась в 1,8–2 раза. Это позволило снизить энергозатраты на весь процесс.

Список использованных источников

1. Неверов, А. С. Коррозия и защита материалов: учеб. пособие / А. С. Неверов, Д. А. Родченко, М. И. Цырлин. – Мн. : Высшая школа, 2007. – 221 с.
2. Качанов, И. В. Гидроабразивная технология очистки металлических поверхностей гребных винтов от коррозии / И. В. Качанов, А. В. Филипчик, И. М. Шаталов [и др.] // Вестник БарГУ. Сер. Технические науки. – 2021. – Вып. 10. – С. 51–59.
3. Денисов, В. А. Теоретические и экспериментальные исследования инновационной технологии реверсивно-струйной очистки судовых поверхностей от коррозии / В. А. Денисов, И. В. Чайчиц, М. А. Капуза // Студенческая международная научно-техническая конференция. – Мн. : БНТУ, 2020.
4. Способ очистки металлических поверхностей: пат. 21512 Респ. Беларусь, МКИ в 08В 3/02, в 08В 3/04 / И. В. Качанов, А. Н. Жук, А. В. Филипчик, А. С. Исаенко; заявитель Белорус. нац. техн. ун-т. – № а 20140350; заявл. 23.06.2014; опубл. 30. 12. 2017.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК НА УСТОЙЧИВОСТЬ И РАЗВИТИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО СЕКТОРА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Деркович В. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Зеленко С. А.

Аннотация. В данном исследовании проводится осмысление того, как мировые цепочки поставок воздействуют на поступательное развитие промышленности, принимая во внимание процессы цифровой трансформации, внедрение искусственного интеллекта и возникающие геополитические затруднения. Анализируются подходы к распределению рисков, внедрению автоматизированных процессов и достижению экологической стабильности, которые могут быть реализованы как на мировой арене, так и в условиях Республики Беларусь. Формулируются предложения, нацеленные на улучшение способности логистических структур к быстрой перестройке, обеспечению прослеживаемости и долгосрочной надежности.

К 2025 году мировая система цепочек поставок переживает глубокие преобразования, вызванные перманентными глобальными флюктуациями, повсеместным внедрением цифровых технологий и изменением потребительских ожиданий. Подобные сдвиги несут в себе как новые трудности, так и потенциал для роста, что вынуждает бизнесы разрабатывать адаптивные подходы, делая упор на отказоустойчивость в большей степени, чем просто на оптимизацию затрат. Эксперты из корпорации CEL очертили ряд магистральных направлений, которые сформируют облик международных логистических структур и определяют их роль в устойчивом росте индустрии.

Век цифровых технологий и интеграция систем искусственного интеллекта занимают ключевые позиции в преобразовании логистических систем. Методы машинного обучения дают возможность достичь полной обозримости и управляемости на всех стадиях процесса, способствуют заблаговременному выявлению потенциальных проблем, рационализации складских запасов и делегированию стандартных задач роботам. Использование прогностического анализа трансформирует менеджмент, делая его упреждающим, а не просто реагирующим на события, что, в свою очередь, укрепляет жизнеспособность индустриальных комплексов. В качестве иллюстрации, компания Unilever смогла уменьшить траты на хранение товаров на 15 процентов, в то время как Amazon добилась ускорения своих доставок на тридцать три процента.

Вследствие масштабных потрясений, таких как пандемии, угрозы, связанные с климатом, и геополитическая напряженность, корпорации вынуждены укреплять устойчивость логистических цепочек. На первый план выходят такие меры, как распределение источников закупок, перенос производственных площадок и создание стратегических резервов. В качестве примера можно привести Тойоту, которая усовершенствовала свою систему «точно в срок» после сдвига земной коры в 2011 году, а также Apple, переведшую четверть выпуска своих iPhone в Индию и Вьетнам [1].

В центре внимания сейчас – устойчивое развитие: организации активно уменьшают выбросы парниковых газов, стремятся к минимизации отходов и активно интегрируют модель циркулярной экономики. Бум в сфере электронной коммерции подталкивает к развитию интегрированных логистических систем и значительным вложениям в роботизацию (например, Walmart смог сократить интервалы доставки на четверть, а Alibaba – ускорить выполнение заказов на 35 %). На фоне сохраняющейся геополитической напряженности, бизнес вынужден диверсифицировать и децентрализовать свои

производственные цепочки: Nissan, к примеру, переместила часть своих мощностей в Испанию, а торговые трения между США и КНР в области полупроводников обернулись для индустрии убытками в размере 60 миллиардов долларов.

По мере усложнения логистических систем возрастает спрос на высококвалифицированных специалистов. Инициативы Walmart привели к сокращению сбоев в логистике на одну пятую часть, в то время как Amazon смогла улучшить удержание персонала на тридцать процентов. Критически важными аспектами становятся открытость и соблюдение этических норм: технология блокчейн дает возможность контролировать происхождение товаров (например, Nestlé прослеживает 60 % своей кофейной цепи поставок, Walmart добился уменьшения числа рекламаций на 35 %) [2].

Предприятия Беларуси, являющиеся частью глобальных производственных цепочек (в сферах автокомпонентов, машиностроения, фармацевтики), ощущают на себе влияние санкционного режима и введенных ограничений. Блокировка морских путей, эмбарго на определенные виды продукции и общее удорожание ведут к необходимости выстраивать новые логистические схемы через промежуточные государства, такие как Турецкая Республика или Республика Казахстан. Подобные переориентации влекут за собой удлинение времени транспортировки и повышение расходов на перевозку. Вдобавок, арест зарубежных финансовых активов и трудности с проведением международных платежей генерируют дополнительные опасности, тормозят прогресс в затронутых секторах экономики и ограничивают получение доступа к инновационным разработкам.

В сложившейся обстановке диверсификация источников поставок выступает фундаментальным элементом обеспечения стабильности: организации налаживают связи с множеством поставщиков из различных географических областей, разрабатывают оптимальные логистические схемы и приводят в оптимальное состояние складские резервы. Одновременно с этим активно внедряются принципы устойчивого развития: сокращение выбросов парниковых газов, освоение «зеленой» энергетики и применение упаковки, безвредной для окружающей среды. Заключение стратегических альянсов и налаживание взаимодействия с приграничными государствами, в частности с КНР и странами ЕАЭС, открывает возможности для обмена наработками в сфере интеграции искусственного интеллекта и роботизации процессов [1].

Внедрение автоматизированных систем для рутинных операций в сочетании с глубоким анализом массивов данных позволяет высвободить человеческие ресурсы, нацелив их на разработку долгосрочных стратегий. Это, в свою очередь, ведет к более точному предвидению потребностей рынка и гибкому реагированию логистических сетей. Эволюция в сторону интеллектуально управляемых цепочек поставок выступает решающим фактором для построения стабильного и высокопроизводительного предприятия, готового противостоять актуальным вызовам времени.

Список использованных источников

1. Тенденции развития глобальных цепочек поставок в 2025 году: чего ожидать и как адаптироваться. – URL: <https://skladmaps.ru/aktualnoe/tendentsii-razvitiia-globalnyh-tsepochek-postavok-v-2025-godu-chego-ozhidat-i-kak-adaptirovatsia> (дата обращения: 17.11.2025).
2. Инвестиции Walmart в логистику приносят прибыль электронной коммерции. – URL: <https://lenta.profinansy.ru/news/3676742> (дата обращения: 17.11.2025).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СИСТЕМЕ ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ

Дыбаль С. А., студент,

Капустина Д. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Жевлакова А. Ю.

Аннотация. В статье исследуются насущные вопросы, касающиеся системы управления рисками в сфере проведения таможенного контроля. Проводится анализ современных инструментов, предназначенных для выявления и снижения негативных факторов. Предлагаются пути оптимизации системы риск-менеджмента, базирующиеся на внедрении цифровых технологий, автоматизации рабочих процессов и адаптации переводовых международных практик, с учетом специфики функционирования ЕАЭС.

Управление рисками выступает важнейшим элементом современной практики таможенного регулирования, способствуя достижению гармонии между результативным контролем и оптимизацией процессов международной коммерции. В контексте неуклонного расширения масштабов внешнеторговой деятельности и усложнения моделей нелегального оборота товаров через таможенные барьеры, модернизация инструментов риск-менеджмента становится задачей первостепенной важности для таможенных служб стран, входящих в Евразийский экономический союз (ЕАЭС).

В соответствии с нормами Таможенного кодекса ЕАЭС, под системой управления рисками понимается комплекс мер, реализуемых таможенными органами для идентификации, анализа, оценки рисков и внедрения способов их сведения к минимуму [1]. Главная задача СУР – это перенаправление ресурсов таможенных органов на те направления, которые несут наибольшую опасность для экономической стабильности государства, параллельно с облегчением формальностей для добросовестных субъектов внешнеэкономической деятельности.

Изучение текущей ситуации с управлением рисками в таможенной сфере Беларуси и других стран ЕАЭС обнаруживает ряд серьезных сложностей, сдерживающих оптимизацию таможенного контроля. Прежде всего, слабо развитая автоматизация процедур обнаружения и определения степени рисков вызывает значительное увеличение затрат времени и замедляет скорость реагирования на возникающие опасности. Помимо этого, урезанный объем базы данных для анализа рисков и неналаженный обмен информацией между ведомствами усложняют формирование целостного представления о рискованных операциях [2].

Одной из основных проблем является недостаточное внедрение инструментов предиктивной аналитики и искусственного интеллекта для заблаговременного выявления вероятных рисков. Применяемые в настоящее время профили рисков в основном базируются на анализе прошлых нарушений, что не дает возможности оперативно выявлять новые способы незаконной деятельности. Вдобавок, отсутствие унифицированной методики оценки результативности используемых мер по снижению рисков затрудняет объективное оценивание эффективности системы управления рисками и принятие обоснованных решений руководством.

Ключевым вектором улучшения систем управления рисками выступает расширение цифровой трансформации таможенной деятельности. Применение технологий обработки больших массивов данных и машинного обучения даст возможность значительно улучшить качество определения поставок, несущих в себе риски, благодаря анализу

многочисленных критериев, характеризующих внешнеэкономические операции. Применение алгоритмов искусственного интеллекта для автоматизированного создания и обновления риск-профилей обеспечит более быстрое приспособление к меняющейся обстановке в сфере внешней торговли [3].

Многообещающей перспективой является разработка единой информационно-аналитической системы управления рисками в масштабах Евразийского экономического союза. Она должна объединить сведения из различных источников: таможенных деклараций, результатов проверок, данных, полученных от правоохранительных органов, открытых источников и международных баз данных. В состав такой платформы необходимо включить инструменты прогнозирующей аналитики, автоматизированного формирования досье участников внешнеэкономической деятельности и интеллектуального анализа операций в режиме реального времени.

Значительные возможности для повышения результативности системы управления рисками заключаются в более широком использовании технологии блокчейн, обеспечивающей прозрачность и аутентичность сведений о продукции на всех этапах международной логистической цепочки. Применение децентрализованных реестров позволит создать безопасную систему отслеживания товаров от изготовителя до конечного покупателя, что существенно сократит риски ложного декларирования и контрабанды [3].

Ключевым аспектом улучшения системы управления рисками (СУР) является развитие института уполномоченных экономических операторов (УЭО) и применение вариативного подхода к субъектам внешнеэкономической деятельности (ВЭД) с учетом степени их надежности. Увеличение выгод для УЭО, включая сокращение таможенных проверок и оперативную обработку документов, мотивирует предприятия к повышению открытости своей деятельности и соблюдению таможенного законодательства.

Изучение и применение мирового опыта в области риск-менеджмента также представляет собой важную задачу. Знания Всемирной таможенной организации в создании нормативов и рекомендаций в сфере управления рисками, а также использование предварительного информирования и механизма «единого окна» в развитых государствах могут быть перенесены в практику таможенных органов ЕАЭС.

Таким образом, улучшение методов управления рисками в рамках таможенного надзора подразумевает всесторонний подход, который включает в себя переход на цифровые технологии в таможенных процедурах, внедрение новейших технологий анализа информации, расширение сотрудничества между ведомствами и адаптацию лучших международных практик.

Список использованных источников

1. Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза). – URL: <http://www.eaeunion.org> (дата обращения: 26.11.2025).
2. Гупанова, Ю. Е. Система управления рисками как инструмент повышения эффективности таможенного контроля / Ю. Е. Гупанова // Российский внешнеэкономический вестник. – 2023. – № 4. – С. 95–106.
3. Макрусев, В. В. Цифровизация таможенного администрирования: проблемы и перспективы / В. В. Макрусев, А. Н. Дианова // Вестник Российской таможенной академии. – 2023. – № 2. – С. 12–21.

ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕЛА «КОЛЯДИЧИ», КАК РЕСУРСНОЙ БАЗЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ермашевская В. М., студент,

Беляк К. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. геогр. наук, доцент Павловский А. И.

Аннотация. В статье рассмотрены особенности геологического строения и истории освоения месторождения мергельно-мелового сырья «Колядичи», дана оценка перспектив дальнейшего освоения на основании разведанных запасов разной категории, как ресурсной базы, для дальнейшего развития ОАО «Красносельскстройматериалы».

Месторождение Колядичи представляет собой сложно построенную гляциодислокацию мела и мергеля в Волковысском районе, Гродненской области, в 3 км к востоку от г. п. Красносельский.

В геоморфологическом отношении месторождение Колядичи находится в пределах западной части Волковысской возвышенности. Абсолютные отметки поверхности колеблются от +145 до +190 м. Рельеф территории пологоволнистый, местами мелкоувалистый, колебание отдельных превышений составляет порядка 5–15 метров.

Геологическое строение характеризуется сложным многослойным разрезом, уникального геологического объекта, получившим в геологической литературе название Песковская гляциодислокация. Которая сформировалась в сожскую стадию припятского оледенения и представляет собой отторженцы коренных пород (мела, палеогена, неогена), смятые в складки и залегающие в толще четвертичных пород в виде линз, блоков, прослоев [1].

Моренные отложения сожского подгоризонта встречаются повсеместно, залегают практически с поверхности и перекрывают дислоцированные породы. Представлены грубыми супесями бурого, коричневого, местами серого цвета с значительным содержанием (до 25 %) гравия, валунов изверженных, метаморфических и осадочных пород, песками полевошпатово-кварцевыми, желтого, бурого, коричневатого и серого цвета мелко-тонкозернистыми глинистыми и очень редко глинами бурого цвета. В разрезах скважин в толще грубых супесей отмечаются интервалы песков различного грансостава. А в разрезах отдельных скважин отмечается чередование песков и грубых супесей различной цветовой гаммы.

Отторженцы меловых отложений (K2ott) в толще моренных отложений встречаются на глубинах 0,5–20 м. Залегают они в виде разобщенных узких линз, вытянутых с юго-запада на северо-восток параллельно друг другу. Протяженность отторженцев от 0,5 до 2–3 км при ширине от первых м до 200 м, наиболее часто встречаемых 30–100 м. На полную мощность «отторженцы» не вскрыты. Вскрытая мощность их колеблется от первых метров до 64 м.

Палеогеновые отложения залегают в «отторженном» состоянии, в основном, в скибах в пакете с мелом и отложениями неогена, редко в виде самостоятельных линз.

Представлены эти отложения зелеными, серовато-зелеными глауконитово-кварцевыми песками, алевроитами. По возрасту отложения относятся к харьковскому ярусу. Породы неогена (N1ott) также залегают в отторженном состоянии в скибах и представлены песками белыми, серыми, кварцевыми, различной сортированности, с остатками обугленной древесины с линзами и пропластками бурого угля, реже глин. Отторженцы глин

в отдельных случаях прослеживаются в виде самостоятельных залежей – линз, которые разрабатываются в качестве глинистой составляющей для производства цемента.

Со скибовыми нарушениями в пределах Песковской гляциодислокации связаны выявленные месторождения мела и глин: Россь (пять линз мела и семь глин), Колядичи (четыре линзы мела, три глин), Колядичи II (пятнадцать линз мела и девять глин), Туры (шесть линз мела и четыре глин), Ласовка (шесть линз мела и шесть глин), Погораны (три линзы мела и две глин), Карповцы и Карповцы II (по одной линзе глин) и др.

В пределах месторождения выявлены запасы полезных ископаемых категорий: C1, B+C1, C2 (мел, мергель, трепел, глина, используемые для производства цемента).

Геологоразведочные работы в пределах районов работ с целью выявления залежей мела и подготовки их к промышленному освоению в качестве сырья для получения цемента и строительной извести были начаты в 1949 г. Наличие меловых отложений в районе месторождения Колядичи было выявлено трестом «Ленгеолнеруд» при поисковых работах, выполненных в 1949–1954 гг. В 1958–1959 гг. поисково обследована площадь месторождения мела Колядичи. Была выявлена залежь мела, запасы которой оценены в 26 564,5 тыс. т по категории C2.

В 1961–1962 гг. на месторождении Колядичи выполнена детальная разведка. По результатам этих работ установлено, что промышленными являются линзы-отторженцы мела 2, 3, 4 и глин 1, 2. В 1966–1967 гг. по заданию МПСМ БССР и в соответствии с решением Госплана БССР выполнена на месторождении Колядичи оценка мела для производства строительной извести и извести для известкования кислых почв.

В 1979–1986 гг. проводились поиски, и разведка месторождений мела для расширения сырьевой базы ПО «Волковыскцементношифер». В результате этих работ на месторождении Колядичи выявлена линза мела «Участок Карповцы», расположенная севернее линзы 2 и месторождения глин Карповцы. На участке выполнена предварительная разведка. Запасы мела на участке по категории C1 – 4 714 тыс. т, C2 – 2 489 тыс. т. Работы по добыче мела на месторождении Колядичи начаты в 1973 г. В настоящее время отработаны линзы 2, 3, 4 и участок Карповцы.

В 1987–1992 гг. проведена детальная разведка линз отторженцев мела месторождения Колядичи II. По результатам детальной разведки линз 8–10, 14 в 1991–1993 гг. институт «Гипроцемент» разработал ТЭО проекта постоянных кондиций для подсчета запасов цемсырья на месторождении. Данные постоянных кондиций для подсчета запасов цемсырья на месторождении Колядичи II использовались с некоторой корректировкой для подсчета запасов мела залежи «участок Карповский» при предварительной разведке.

В 2013–2014 годах на участке была выполнена предварительная разведка партий строительных материалов филиала «Белорусская геологоразведочная экспедиция» в период октябрь – декабрь 2015 г., по результатам которой, общие запасы мела линзы-отторженца «Участок Карповский» подсчитаны на глубину до 35 м по категориям C1+C2 и составляют 9 233 тыс. т, в том числе по категории C1 – 6 771 тыс. т. [2].

В настоящее время участок «Карповский» планируется к вскрытию и разработке, а запасы мела предлагаемые на утверждение обеспечат при ежегодной потребности ОАО «Красносельскстройматериалы» в карбонатном сырье 3,4 млн т, работу предприятий по выпуску цемента, извести, гранулированного мела на 2,5–3 года.

Список использованных источников

1. Левков, Э. А. Гляциотектоника. – Мн. : Наука и техника, 1980. – 280 с.
2. Отчет о детальной разведке Карповского участка месторождения мела Колядичи Волковысского района Гродненской области с подсчетом запасов по состоянию на 06.12.2015 г. (Карповский договорной объект № 1). – Слуцк, 2016.

АІ-СИСТЕМЫ В КРЕДИТОВАНИИ: ВЛИЯНИЕ НА РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИКИ БЕЛАРУСИ

Жук Д. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Веренич Г. Д.

Аннотация. Исследуется процесс трансформации процедуры кредитования под влиянием АІ-технологий. Произведено сравнение традиционных методов оценки кредитоспособности и АІ-методов. Проанализировано внедрение искусственного интеллекта в банковский сектор на государственном уровне и его влияние на ресурсное обеспечение экономики Беларуси.

В современных условиях стремительного развития искусственного интеллекта и его широкого применения в разных секторах экономики, банковская сфера сильно изменилась. Многие процессы стали осуществляться автоматически, без участия специалистов. Банки стали использовать в своей работе АІ-технологии, которые помогают ускорить выполнение многих операций и повысить их точность. Безусловно, операция кредитования, являясь одной из важнейших функций банковской системы, также не осталась без изменений. Кредитование выступает как механизм финансирования капитальных вложений и научно-технического прогресса. Системы искусственного интеллекта, в свою очередь, способствуют более рациональному использованию финансовых ресурсов, которые выступают важным элементом ресурсного обеспечения промышленного развития.

Процедура кредитования всегда сопровождается оценкой кредитоспособности клиента. Потребность банка в такой оценке возникает из необходимости управлять кредитными рисками и принимать обоснованные решения о выдаче кредитов. Оценка кредитоспособности позволяет банку определить финансовую устойчивость клиента, его способность возвращать кредит вместе с процентами, а также уменьшить риски невозврата средств. До внедрения инструментов искусственного интеллекта кредитоспособность клиентов банки оценивали традиционными методами, которые базировались на финансовом, организационном и сравнительном анализе. Процедура оценки кредитоспособности включала такие операции как, изучение бухгалтерской отчетности, анализ деловой репутации, кредитной истории, сопоставление финансовых и нефинансовых показателей заемщика с нормативными значениями и внутренними стандартами банка. Кроме того, применялись различные скоринговые модели – балльные системы, которые представляли собой экспертные системы с заданными алгоритмами для объективизации оценки [1].

Традиционные методы оценки и сейчас продолжают использоваться многими банками и остаются базой для многих текущих гибридных моделей оценки кредитоспособности, однако, именно наличие у них многочисленных ограничений спровоцировало рост внедрения АІ-технологий для оценки кредитоспособности. Во-первых, традиционные методы полагаются на заранее определенные статистические модели и структурированные финансовые показатели, что затрудняет выявление сложных закономерностей и взаимосвязей, особенно в больших и разнообразных данных. Во-вторых, эти методы требуют существенного участия специалистов, которые вручную собирают большой объем документов, что существенно замедляет принятие кредитных решений и повышает операционные издержки. Также следует отметить, что традиционные методы неспособны работать с неструктурированными и альтернативными данными, такими как тесты, изображения, онлайн-поведение клиентов, что ограничивает полноту оценки рисков [2].

Появление AI-систем решило многие проблемы, характерные для традиционных методов оценки кредитоспособности, предоставив более глубокий, точный и автоматизированный анализ. Так, кредитный скоринг благодаря алгоритмам машинного обучения трансформировался в полностью автоматизированный процесс. Скорость обработки кредитных заявок сократилась с нескольких дней до нескольких минут, тем самым уменьшая в целом скорость принятия решения о выдаче кредита. За счет продвинутых алгоритмов машинного обучения, которые выявляют сложные закономерности в данных и прогнозируют более выверенный риск дефолта, повысилась точность оценки кредитоспособности. AI-инструментам подвластен большой объем данных из различных источников, включая альтернативные – данные о платежах по коммунальным услугам, поведение клиента в социальных сетях, совершенные им онлайн-транзакции, биометрические данные и так далее. В конце оценки AI-системы автоматически проверяют все использованные данные на мошенничество и аномалии, что повышает безопасность кредитного процесса.

На государственном уровне внедрение AI-систем в кредитование в Беларуси принесло также значительные изменения, выходящие далеко за рамки улучшения индивидуального клиентского опыта. Внедрение автоматизации в кредитование открыло малому и среднему бизнесу, выступающему главной движущей силой промышленности и инноваций, более быстрый и простой путь к финансированию. Это положительно сказалось не только на скорости принятия решений: за счет более глубокого анализа рисков банки повысили свою устойчивость, а доля проблемных займов сократилась, что в целом усилило стабильность экономики. Высвободившиеся за счет автоматизации кадровые и финансовые ресурсы теперь перенаправляются на ключевые промышленные и экономические проекты, улучшая ресурсный потенциал страны. В итоге у государственных институтов появилась более четкая основа для прогнозирования и стратегического планирования инвестиций, регионального и отраслевого развития, что служит залогом долгосрочного экономического роста.

Потенциал развития дальнейшего внедрения искусственного интеллекта в банковский сектор и другие сферы, связанные с ресурсным обеспечением в Беларуси, очень велик. Летом 2025 года был создан Центр искусственного интеллекта по инициативе Национального банка, что стало важным стратегическим шагом в формировании суверенной платформы ИИ. Это событие открыло новые возможности для широкого внедрения современных AI-технологий в экономику страны, а также способствовало формированию единого подхода к управлению кредитными рисками. Внедрение ИИ способствует цифровой трансформации финансовой сферы, повышению эффективности кредитных процессов, снижению рисков и увеличению доступности финансовых ресурсов для различных отраслей, включая промышленность, сельское хозяйство, транспорт и энергетический сектор.

Список использованных источников

1. Афонасьев, А. В. Оценка кредитоспособности предприятия–заемщика / А. В. Афонасьев, Е. В. Евдокимов, Д. В. Марьянов. – Молодой ученый. – 2020. – № 3. – 483 с.
2. Боричевская, Я. А. Развитие методики оценки качественных показателей кредитоспособности корпоративных заемщиков // Студенческий вестник. – 2022. – № 16-8(208). – С. 53– 56.

ИНТЕГРАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОНОМИКИ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ

Зенько П. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Веренич Г. Д.

Аннотация. В работе рассматривается интеграция бухгалтерского учета и инженерной экономики как основа современной системы управления затратами. Подчеркивается влияние цифровой трансформации на методы анализа и контроля издержек. Обосновывается необходимость комплексного подхода к управлению затратами для повышения эффективности деятельности предприятия.

Современные предприятия функционируют в условиях высокой конкуренции, технологической сложности и постоянных изменений внешней среды. Это требует применения интегрированных подходов к управлению затратами, сочетающих бухгалтерский учет и инженерную экономику. Бухгалтерский учет обеспечивает формирование достоверной информации о фактических затратах, тогда как инженерная экономика ориентирована на анализ технологических решений, эффективности использования ресурсов и оптимизацию производственных процессов. Их сочетание усиливается процессами цифровизации [1].

Управление затратами представляет собой систему методов и инструментов анализа, контроля и оптимизации производственных издержек. В этой системе инженерная экономика обеспечивает количественную оценку технологических параметров и их влияния на себестоимость, позволяя выбирать наиболее экономически целесообразные производственные решения. Бухгалтерский и управленческий учет предоставляют данные, необходимые для анализа затрат в разрезе процессов, изделий и центров ответственности. Современный управленческий учет должен обеспечивать внутреннюю информационную поддержку процессов принятия решений, особенно в части формирования и анализа производственных затрат.

Интеграция инженерно-экономических расчетов и бухгалтерского учета обеспечивает повышение точности расчета себестоимости, улучшение контроля за ресурсами и формирование целостной информационной базы для принятия управленческих решений [3].

Цифровизация является ключевым драйвером интеграции бухгалтерских и инженерно-экономических подходов. Исследования показывают, что внедрение цифровых платформ и интеллектуальных систем создает условия для перехода к прогнозному, а не только ретроспективному управлению затратами [1]. Отмечается также, что цифровая трансформация бухгалтерского учета приводит к созданию единой среды данных, объединяющей производственную и финансовую информацию предприятия [2]. Дополнительно цифровизация улучшает качество аналитической информации за счет автоматизации процессов сбора данных, что позволяет повысить оперативность контроля затрат и точность анализа.

Таким образом, развитие цифровых технологий способствует формированию интегрированных систем управления затратами, в которых бухгалтерские данные дополняются инженерно-техническими параметрами производственных процессов.

Современные исследования в области управления затратами подчеркивают, что переход к устойчивой модели развития требует учета не только финансовых, но и ресурсных, экологических и технологических характеристик деятельности предприятия [4].

Инженерная экономика предоставляет инструменты оценки ресурсной эффективности, тогда как бухгалтерский учет фиксирует результаты их применения.

Современная система управления затратами включает в себя следующие ключевые элементы интеграции:

1. Единые цифровые регистры производственных и финансовых данных.
2. Технические и экономические нормативы, используемые совместно.
3. Модели анализа отклонений, связывающие технологические и бухгалтерские показатели.
4. Прогнозирование себестоимости с учетом инженерно-технических характеристик.

На эффективность управления затратами существенное влияние оказывают технологические факторы и уровень автоматизации процессов [3]. Инженерная экономика позволяет оценивать производственные параметры, тогда как бухгалтерский учет обеспечивает корректное распределение и классификацию затрат. Интегрированная система позволяет формировать более точные и обоснованные решения в части оптимизации технологических процессов, распределения ресурсов и снижения себестоимости продукции.

Интеграция бухгалтерского учета и инженерной экономики является важнейшим фактором повышения эффективности управления затратами. Она обеспечивает целостный подход к анализу затрат, позволяя объединить финансовую и техническую информацию. Цифровизация усиливает эту интеграцию, создавая платформы для обмена данными, автоматизации учетных процедур и аналитики. Комплексное использование методов бухгалтерского учета и инженерной экономики позволяет предприятиям повысить конкурентоспособность и устойчивость в современных экономических условиях.

Кроме того, такая интеграция имеет стратегическое значение не только для предприятий, но и для системы профессиональной подготовки. Включение междисциплинарных подходов в образовательные программы позволяет будущим специалистам формировать комплексное понимание производственных процессов, улучшает их способность анализировать затраты в техническом и экономическом разрезах и способствует подготовке конкурентоспособных кадров для цифровой экономики.

Список использованных источников

1. Лабынцев, Н. Т. Развитие управленческого учета в условиях цифровой экономики // КиберЛенинка, 2023. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-upravlencheskogo-ucheta-v-usloviyah-tsifrovoy-ekonomiki> (дата обращения: 24.11.2025).
2. Сативалдиева, Д. Цифровая трансформация бухгалтерского учета // InLibrary, 2022. – URL: https://inlibrary.uz/index.php/development_economy/article/view/16451 (дата обращения: 24.11.2025).
3. Кулак, Д. И. Факторы, влияющие на управление затратами на предприятии // КиберЛенинка. – 2021. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-vliayuschie-na-upravlenie-zatratami-na-predpriyatii> (дата обращения: 24.11.2025).
4. Макарова, Л. М. Подходы к управлению затратами в контексте концепции устойчивого развития организации / Л. М. Макарова, Е. Е. Родина // Science-education.ru. – URL: <https://science-education.ru/article/view?id=16249> (дата обращения: 24.11.2025).

ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК ФАКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ ИЗДЕРЖЕК МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Иванчикова Д. И., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Мотько Н. А.

Аннотация. Цифровизация трансформирует издержки малых и средних предприятий: снижает традиционные (автоматизация, облака, рынки) и порождает новые (кибербезопасность, обучение). Комплексное управление этими затратами, обеспечивающее чистую экономию, является ключевым фактором их долгосрочной конкурентоспособности.

Малые и средние предприятия (МСП) служат основой экономики большинства стран, однако их развитие часто сталкивается с препятствиями, такими как высокие операционные и капитальные издержки и ограниченный доступ к рынкам. Цифровизация, под которой понимается внедрение цифровых технологий в бизнес-процессы, является ключевым инструментом для преодоления этих барьеров [1].

Цель работы – проанализировать, каким образом цифровизация трансформирует структуру издержек МСП, учитывая как снижение традиционных затрат, так и возникновение новых. Для достижения данной цели поставлены следующие задачи:

- проанализировать изменения в операционных издержках за счет использования цифровых платформ, электронного документооборота, автоматизации и цифрового маркетинга;
- оценить влияние цифровизации на оптимизацию логистических процессов и связанное с этим снижение затрат;
- выявить и охарактеризовать новые виды издержек, возникающих в процессе цифровизации.

Объект исследования – малые и средние предприятия.

Предмет исследования – трансформация издержек МСП под влиянием цифровизации.

Цифровизация вносит значительные коррективы в классическое разделение издержек на капитальные и операционные. Например, МСП больше не обязаны делать крупные первоначальные вложения в серверы, дорогое ПО и создание собственной ИТ-инфраструктуры. Вместо этого расходы смещаются в сторону операционных и принимают форму регулярных подписок (модель SaaS). Это позволяет компаниям платить только за реально используемые ресурсы, что особенно важно для бизнеса с непостоянным денежным потоком [2].

Существенно снижаются и операционные затраты. Цифровые платформы и электронный документооборот упрощают процессы поиска информации, ведения переговоров и контроля за сделками. Использование маркетплейсов и онлайн-логистики открывает доступ к новым рынкам без необходимости вкладываться в физические представительства и дорогих посредников. Значительный эффект от цифровизации замечен в текущих расходах. Внедрение современных цифровых систем помогает автоматизировать рутинные операции. Например, автоматическое формирование отчетов, интеграция с банками и электронное выставление счетов сокращают потребность в большом бухгалтерском штате и уменьшают количество ошибок. В маркетинге дорогие и плохо измеримые традиционные каналы (вроде ТВ-рекламы) уступают место более точным и дешевым цифровым инструментам. Таргетированная реклама и аналитика данных позволяют снизить стоимость привлечения клиента, а чат-боты берут на себя до 80 % стандартных обращений, экономя на содержании колл-центра.

Кроме того, цифровизация способствует оптимизации логистики. Системы управления запасами и логистические платформы дают прозрачность всей цепочки поставок. Точное прогнозирование спроса помогает минимизировать складские издержки, а умное планирование маршрутов и консолидация грузов ведут к сокращению транспортных расходов [3].

Однако цифровая трансформация порождает и риски, и новые обязательные расходы (в частности, Forbes указывают, что 70 % инициатив по цифровой трансформации оборачиваются не удачей). Во-первых, с переходом в онлайн критически важной становится кибербезопасность. Затраты на защиту данных, антивирусные программы и регулярный аудит становятся необходимостью, а их игнорирование грозит серьезными финансовыми потерями. Во-вторых, появляются издержки на обучение. Для эффективной работы с новыми системами сотрудникам необходимо проходить переквалификацию. Инвестиции в цифровую грамотность персонала становятся важным условием для получения отдачи от внедренных технологий. Также компания может столкнуться с зависимостью от конкретного поставщика платформы и ростом его тарифов [4].

Таким образом, цифровизация действительно служит мощным фактором изменения структуры издержек МСП. Она обеспечивает значительное снижение операционных и транзакционных расходов, а также делает капитальные затраты более гибкими и предсказуемыми. Основная экономия достигается через автоматизацию, оптимизацию логистики и упрощение выхода на рынки. Тем не менее, для успеха МСП необходимо комплексно подходить к управлению затратами, учитывая новые обязательные инвестиции в кибербезопасность, обучение сотрудников и контроль за подписочными расходами. В долгосрочной перспективе рост эффективности и снижение издержек, достигнутые за счет цифровизации, способствуют укреплению конкурентоспособности предприятия.

Список использованных источников

1. Хвощевская Л. Д. Цифровизация образования: тренды и перспективы / Л. Д. Хвощевская, Т. П. Кутыркина, А. М. Ковальчук // Цифровая трансформация экономики: материалы международной научно-практической конференции, Минск, 2021 г. – Мн. : БГУ, 2021. – С. 490. – URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/326089> (дата обращения: 28.11.2025).
2. Плешакова, А. А. Цифровые технологии в производственной сфере / А. А. Плешакова, И. Ю. Куликова // Цифровая трансформация – шаг в будущее: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, посвящ. 100-летию Белорус. гос. ун-та, Минск, 2021 г. – Мн.: БГУ, 2021. – С. 235–240. – URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/275640> (дата обращения: 28.11.2025).
3. Темников, А. О. Цифровая трансформация промышленности: выгоды, затраты и риски / А. О. Темников, М. В. Подшивалова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер.: Экономика и менеджмент. – 2022. – Т. 16, № 2. – С. 122–131. – URL: <https://doi.org/10.14529/em220212> (дата обращения: 30.11.2025).
4. Ключевые эффекты цифровизации и возможные потери / В. Ф. Укопов, В. Я. Афанасьев, В. В. Черкасов // Вестник университета. – 2019. – С. 55–58. – URL: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2019-8-55-58> (дата обращения: 30.11.2025).

Калиниченко К. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Голубцова Е. С.

Аннотация. Функционирование любого производства, литейного цеха, в частности, обусловлено использованием большого количества материалов, как отечественного, так и зарубежного производства. Как результат работа рассматривает актуальные аспекты, связанные с импортозамещением на примере литейного цеха.

Шихтой называют совокупность исходных материалов, из которых путем сплавления и последующей рафинирующей обработки расплава получают жидкую сталь. В качестве шихтовых материалов используют различные металлические и неметаллические материалы [1].

Ключевым компонентом металлургической шихты для производства стали является металлический лом (допускается также использование жидкого чугуна). При выплавке стали в дуговых электрических печах доля лома составляет свыше 90 %. Более трети этого объема в литейных цехах формируется за счет собственных отходов производства, таких как бракованные отливки и другие возвратные материалы. Дополнительно в шихту вводятся обрезь от проката и слитков, металлическая стружка и подобные материалы. Для выплавки специальных марок сталей может применяться преднамеренно изготовленная заготовка – мягкое железо, губчатое железо или металлизированные окатыши.

Металлический лом классифицируется на нелегированный (категория А) и легированный (категория Б). В стальных ломе и отходах элемент признается легирующим при достижении следующей минимальной массовой доли, %: хром – 1,0 (в комбинации с другими элементами – 0,4); никель – 0,3; медь – 0,4; кремний – 2,0; марганец – 3,0; вольфрам – 0,3; молибден – 0,15; ванадий – 0,3; алюминий – 0,10; титан – 0,2; ниобий – 0,1; бор – 0,005; азот – 0,05; фосфор – 0,040. Для чугунов лом и отходы пороговые значения массовых долей легирующих элементов установлены на уровне, %: кремний – 3,0; марганец – 1,0; фосфор (для фосфористых чугунов) – 1,5 [1].

Категория А стального лома включает 18 видов, маркируемых как 1А–16А, 29А, 34А. Качество лома определяется его химическим составом, степенью чистоты, габаритными размерами и массой. Отходы группы Б, применяемые для выплавки легированных сталей, требуют тщательной сортировки по маркам, сгруппированным по схожести химического состава. Категория Б стального лома состоит из двенадцати видов: 2Б–8Б, 11Б, 13Б–16Б, которые по химическому составу распределены по группам от Б1 до Б64 [1].

Для формирования и корректировки состава шлака применяются шлакообразующие материалы (флюсы). В их качестве обычно используют известняк (негашеную известь), бокситы, плакированный шпат, шамотный бой и другие материалы [2]. При этом, если по части лома Беларусь может покрывать свои потребности на 100 %, то по легирующим элементам ферросплавам ее доля не велика. Данный аспект связан с отсутствием многих типов руд, что ставит страну в зависимое положение от других государств.

Кроме того, производство отливок связано с заливкой расплавленного металла в формы, состоящие из песка, смолы (при обычном процессе) или их смеси (в случае 3D печати).

При этом, на настоящий момент на производстве активно используются пески и смолы различных производителей. Основу свежего формовочного песка составляет

белорусский песок «Гомельского горно-обогатительного комбината» ОАО «Гомельстекло», доля которого составляет уже более 70 %. Ранее, до 20 % общего объема составлял песок украинского производства, однако от его закупки было отказано в связи с событиями, происходящими в мире, в связи с чем, специалистами Гомеля была получена белорусская марка высококачественного песка, соответствующая украинскому аналогу. Подобное решение позволяет увеличить эффективность ресурсного обеспечения, при этом обеспечив защиту своего внутреннего рынка. Помимо белорусских песков, применяются российские пески, необходимые для обслуживания российских линий 3D печати, которые установлены в литейном цеху (ЛЦ) № 3, марки «ЛАНИТ», и работают исключительно на песке российского производства, закупаемых в количестве до 30 %. Однако специалисты «Гомельского горно-обогатительного комбината» работают и над этими вопросами, для повышения доли снабжения литейного цеха песками отечественной марки.

Вместе с тем, процесс соединения песка в литейную форму требует применения специальных терморезистивных формовочных смол. В настоящее время структура их поставок выглядит следующим образом: 70 % закупается в Российской Федерации, 25 % – в странах Европы (Австрия и Италия), и 5 % – в Китае, причем доля последнего демонстрирует тенденцию к стремительному росту.

Подобная зависимость от внешних источников свидетельствует о том, что разрыв любой из торговых цепочек способен спровоцировать серьезные сбои в производстве литейных изделий для Минского тракторного завода (МТЗ).

В качестве решения данной проблемы Министерством промышленности инициирована программа по организации собственного производства связующих смол. Координация данной работы возложена на Белорусский государственный технологический университет. Целью программы является достижение максимальной степени импортозамещения, аналогично тому, как это было реализовано в отношении песка.

Все футуровочные Материалы не изготавливаются на территории Республики Беларусь. Как результат, сохранение всего производственного цикла зависит от стран-партнеров или, что более оптимально, от создания Белорусской научно-производственной базы, которая сможет обеспечить хотя бы частичную независимость по замене основных материалов.

Подытоживая данную информацию, необходимо отметить, что в последнее время в Республике сделаны весомые шаги в ресурсном обеспечении, замене импортных составляющих на отечественные. Однако, до сих пор остро стоит вопрос о закрытии своими ресурсами технологических цепочек производства, связанных с материалами или технологиями, не существующими в нашей стране. Как результат, этот аспект требует детального рассмотрения для обеспечения промышленной безопасности нашей страны.

Список использованных источников

1. Довнар, Г. В. Расчет шихты для плавки стали : пособие для студентов специальности 1–42 01 01 «Металлургическое производство и материалобработка (по направлениям)» / Г. В. Довнар, Б. М. Немененок, Г. А. Румянцева. – Мн. : БНТУ, 2022. – 44 с.
2. Производство стальных отливок : учебник для вузов / Л. Я. Козлов [и др.] ; под ред. Л. Я. Козлова. – М. : МИСИС, 2003. – 352 с.

Карпицкая Е. О., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: магистр техн. наук, старший преподаватель Петровская Т. А.

Аннотация. Рассматриваются преимущества управления информацией на предприятии в различных секторах экономики в Республике Беларусь. Эффекты от проведенных мероприятий.

Информация – важный ресурс, необходимый любому предприятию. Вместе с пониманием значимости информационного обеспечения на предприятиях любого сектора экономики, возникает необходимость качественного управления информацией.

Основные преимущества управления информацией:

1. Повышение рентабельности инвестиций организации в технологии:
 - приведет к снижению затрат на обработку информации, т. е. экономии денег;
 - способствует более целенаправленному инвестированию в ИТ, т. е. повышает окупаемость инвестиций в информацию;
 - более эффективное хранение информации, обмен и повторное использование знаний и информации, что экономит время и деньги;
 - сокращает время и усилия, затрачиваемые на поиск и управление информацией; в сочетании с улучшенными возможностями поиска данных, что снижает нагрузку на время/ресурсы [1].
2. Повышение рентабельности инвестиций в сторонние информационные продукты в рамках всей организации:
 - отлаженные информационные потоки повышают эффективность процессов и ускоряют реагирование;
 - качество доказательной базы (интеллектуального и структурного капитала) улучшается, она становится доступной и пригодной для использования;
 - организация и персонал достигают большего за счет свободного доступа к знаниям и информации, что обеспечивает более быстрое реагирование и расширение возможностей.
3. Повышение эффективности деятельности организации, за счет получения нужной информации в нужное время:
 - улучшение обслуживания;
 - обеспечение более быстрого и эффективного принятия решений внутри и вне организаций за счет возможности использования существующих знаний и информации;
 - экономия времени и денег за счет повторного использования информации и копирования передового опыта;
 - уменьшение дублирования усилий, избегая повторной разработки существующей стратегии поведения;
 - уменьшение отходов и улучшение соотношения цены и качества, что позволяет делать больше за те же деньги;
 - способствует профессиональному подходу к бизнес-процессам и расширению возможностей (использование информационного капитала для эффективного планирования и выполнения задач);
 - обеспечение более точной аналитики клиентов, что повышает скорость реагирования на запросы клиентов и улучшает восприятие и репутацию перед клиентами;

- достижение лучших результатов благодаря использованию соответствующей информации и улучшению информационных потоков;
- повышение производительности за счет обмена информацией и сотрудничества между персоналом, командами и заинтересованными сторонами [2].

4. Устойчивая отзывчивость и конкурентоспособность предприятия:

- упрощенный доступ к информации и улучшенные способы работы с ней позволяют быстрее, гибче и активнее реагировать на внешние факторы;
- обеспечивает правильный контекст для деятельности по улучшению бизнеса.

5. Повышение креативности и инноваций на предприятии:

- инновации в продуктах и услугах стимулируются за счет доступа к информации и осознанного сотрудничества;
- информация стимулирует творчество и инновации, необходимые экономике и обществу для прогресса;
- информацию легко исследовать для получения новых идей, используя информационные активы.

6. Гарантированное соответствие правовым и нормативным требованиям. Это будет способствовать открытости информации на предприятии и обеспечит:

- гарантию качества информации, которая защищена и передана надлежащим образом;
- усиление подотчетности;
- защиту корпоративной памяти;
- эффективное управление и снижение информационных рисков;
- минимизацию репутационных рисков.

Таким образом, управление информацией необходимо, т. к. оно охватывает все общие концепции управления, включая планирование, организацию, структурирование, обработку, контроль, оценку и отчетность информационной деятельности, все из которых необходимы для удовлетворения потребностей тех, кто выполняет организационные роли или функции, зависящие от информации.

Список использованных источников

1. Информационные технологии в экономике и управлении : учебник / под ред. В. В. Трофимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: «Юрайт», 2016. – 482 с.

2. Голенищев, Э. П. Информационное обеспечение систем управления : учебное пособие для вузов / Э. Л. Голенищев, И. В. Клименко. – Ростов н/Д. : «Феникс», 2010. – 315 с.

Кондратович А. С., студент,

Веремейчик А. М., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Дашкевич Н. В.

Аннотация. В данной статье рассмотрим, что собой представляют информационные технологии в финансовой сфере, почему они важны для предприятий и какие технологии бывают. А также проанализируем основные тенденции их развития.

Информационные технологии (ИТ) в финансовой сфере представляют собой комплекс взаимосвязанных аппаратных, программных, телекоммуникационных средств и организационных мер, предназначенных для сбора, обработки, хранения, передачи и использования информации в целях повышения эффективности управления финансами [1].

Информационные технологии в финансовой сфере занимают важное значение. Например, ИТ позволяют:

1. Автоматизировать такие рутинные операции, как ввод данных, формирование отчетности, расчет налогов и т. д. Это позволяет сократить время на выполнение этих операций и минимизировать вероятность ошибок [1].

2. Отслеживать все финансовые операции в режиме реального времени, выявлять отклонения от плановых показателей и принимать своевременные управленческие решения.

3. Формировать финансовую отчетность в соответствии с международными стандартами и требованиями законодательства, что повышает прозрачность и доверие к компании.

4. Анализировать большие объемы данных и предоставлять информацию для принятия управленческих решений в режиме реального времени. Это позволяет оперативно реагировать на изменения рынка и принимать своевременные меры [1].

В более широком смысле, ИТ в финансовом менеджменте охватывают все технологии, используемые для автоматизации и оптимизации финансовых процессов. Рассмотрим некоторые системы, используемые в финансовой сфере.

– Системы управления предприятием (ERP-системы) – интегрированные программные комплексы, объединяющие различные функциональные области предприятия, включая финансы, бухгалтерский учет, управление персоналом, логистику и производство. Примеры ERP-систем: SAP ERP, Oracle E-Business Suite, Microsoft Dynamics 365, 1С:Предприятие.

– Системы управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системы) – программные системы, предназначенные для управления взаимодействием с клиентами, включая сбор и анализ информации о клиентах, управление продажами и маркетингом. Примеры популярных CRM-систем включают российские Битрикс24 и amoCRM, а также международные решения, такие как Salesforce и HubSpot CRM [2].

– Системы управления цепочками поставок (SCM-системы) – программные системы, предназначенные для управления потоком товаров, информации и финансов по всей цепочке поставок, от поставщиков сырья до конечных потребителей. Примеры SCM-систем включают Walgreens, AXELOT SCM и Visary SCM [3].

– Системы электронного документооборота (СЭД) – программные системы, предназначенные для автоматизации процессов создания, обработки, хранения и передачи электронных документов. Примеры российских систем электронного документооборота

(СЭД) включают: 1С:Документооборот, DIRECTUM, ELMA365, Docsvision, ТЕЗИС, ДЕЛО, TESSA и Контур.Диалок.

– Специализированное финансовое программное обеспечение – программы для автоматизации бухгалтерского учета, налогового учета, бюджетирования, финансового анализа, управления инвестициями и другими финансовыми функциями. Примеры специализированного финансового программного обеспечения включают системы для ведения личных финансов (например, Money Lover, Дзен-мани), программы для управленческого учета бизнеса (такие как ПланФакт, Аспро.Финансы, Финолог) и крупные бухгалтерские платформы (например, 1С).

Говоря об информационных технологиях в финансовом менеджменте следует отметить основные тенденции их развития.

1. Предприятия будут стремиться к переходу к электронному документообороту, использованию облачных технологий, Big Data и искусственного интеллекта.

2. Использование блокчейн для создания криптовалют, систем электронного голосования, систем управления цепочками поставок и других приложений.

3. С ростом количества киберугроз финансовые организации будут уделять все больше внимания вопросам кибербезопасности, внедряя новые технологии защиты информации, такие как многофакторная аутентификация, системы обнаружения вторжений и системы защиты от DDoS-атак.

В заключение следует отметить, что информационные технологии являются неотъемлемой частью современного финансового менеджмента, обеспечивая автоматизацию, оптимизацию и повышение эффективности финансовых процессов, что позволяет компаниям принимать более обоснованные управленческие решения и повышать свою конкурентоспособность.

Список использованных источников

1. The role of technology in modern-day financial management. – URL: <https://24hrbookkeeper.com/the-role-of-technology-in-modern-day-financial-management/> (date of access: 13.11.2025).

2. Что такое CRM-система и для чего она нужна бизнесу. – URL: https://www.bitrix24.by/journal/chto-takoe-crm-sistema-i-dlya-chego-ona-nuzhna-biznesu/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=22348428445&utm_term=&gad_source=1&gad_campaignid=22348431304&gbraid=0AAAAADbd3BOsusGhsx7rkUfICn11bWKO&gclid=Cj0KCQiA0KrJBhCOARIsAGIy9wBGSHo1RxVg3WhRz2KNz6HjnIYXoQTbX0kBP7vAsYVmjBe5NorfZwaAjpWEALw_wcB (дата обращения: 13.11.2025).

3. Что такое SCM (Supply chain management). – URL: <https://www.enterchain.ru/experience/upravlenie-tsepyami-postavok-scm/chto-takoe-scm/> (дата обращения: 13.11.2025).

ВЛИЯНИЕ САНКЦИЙ НА ЭКОНОМИКУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ (НА ПРИМЕРЕ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)

Лавник А. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Пономарева Н. П.

Аннотация. Санкции, введенные против Беларуси (в том числе косвенно через ограничения при торговле с ЕС и другими странами, а также из-за геополитической напряженности), накладывают значительный отпечаток на разные сектора экономики. Молочная промышленность – один из важных секторов агропромышленного комплекса (АПК) в Беларуси – особенно чувствительна к внешним ограничениям, изменению географии поставок, валютным флуктуациям, росту издержек и требованиям к стандартам экспорта.

К основным последствиям влияния санкций на молочную промышленность Республики Беларусь относятся:

1. Снижение доходности и прибыльности переработчиков. В 2023 году чистая прибыль молочной индустрии Беларуси упала примерно на 85 %, до 144 миллионов белорусских рублей (примерно на 27,2 млн USD).

Крупные предприятия ощутили значительный удар: например, Savushkin Product снизил прибыль с ~393,8 млн BYN в 2022 г. до 187,5 млн BYN в 2023-м; сыродельный комбинат в Слуцке перешел от прибыли к убытку. Девять молочных заводов из двух десятков зарегистрировали убытки в 2023 году.

Причины: рост издержек (сырье, упаковка, логистика), валютные и транспортные ограничения, ослабление рубля и нестабильность курса, снижение рентабельности экспорта из-за курсовой разницы.

2. Рост производства молока и объемов экспорта. Несмотря на сложные внешние условия, Беларусь демонстрирует рост в некоторых показателях производства и экспорта. Это адаптивная реакция экономики на санкционное давление, чем прямое последствие санкций. Санкции стали стимулом для внутреннего укрепления агропромышленного комплекса и активного поиска новых внешних рынков.

Производство молока выросло в 2023 году примерно на 6,2 %, до 8,14 млн тонн.

В 2024 году экспорт молока и молочной продукции составил 6 миллионов тонн в 69 стран – рост в объеме на 11,5 %, в стоимостном выражении – на 17,8 % по сравнению с предыдущим годом.

Доля молочных продуктов в общем экспорте продовольствия – около 40,3 % в 2024 г. В 2022 году доходы от экспорта молочных продуктов составили 3,45 млрд USD, при этом продукция поступала в порядка 50 стран.

То есть рост объемов и географической диверсификации экспорта частично компенсирует негативные эффекты санкций.

3. Изменение структуры рынков сбыта. Беларусь сильно зависит от российского рынка. Так, в 2024 году на Беларусь приходилось 94 % всех импортных поставок молочной продукции в Россию.

При этом ведомости Беларуси Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (Минсельхозпрод) указывают, что экспорт в страны Западной Европы (например, в Польшу и др.) вырос примерно в 1,5 раза по некоторым видам молочной продукции, несмотря на санкции.

Продукция с высокой добавленной ценностью (сыры, специализированные молочные продукты) все чаще экспортируется за пределы традиционных рынков.

Позитивные адаптивные меры и возможности (являются инструментами адаптации национальной экономики и агропромышленного комплекса к внешним ограничениям):

- Диверсификация экспортных направлений: Беларусь уже работает на рынках Азии, Ближнего Востока, СНГ.

- Повышение качества продукции и стандартизации: международные сертификаты, более конкурентоспособные продукты.

- Увеличение доли экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью.

- Укрепление внутреннего производства, импортозамещение и снижение зависимости от импорта оборудования / материалов.

Влияние санкций на молочную промышленность Беларуси является двойственным.

Негативные эффекты: резкое снижение прибыльности, рост издержек, давление на внутренний рынок, необходимость адаптации и пересмотра бизнес-моделей.

Позитивные последствия: рост производства, расширение экспортных рынков, улучшение качества, диверсификация продукции и снижение зависимости от старых торговых маршрутов.

Чтобы минимизировать ущерб и использовать новые возможности, Беларуси важно:

- 1) продолжать диверсификацию экспортной стратегии;
- 2) укреплять стандарты качества и соответствие международным требованиям;
- 3) поддерживать переработчиков и производителей посредством целевой государственной политики (субсидии, кредиты, налоговые льготы);
- 4) инвестировать в логистику и инфраструктуру, чтобы снизить транзакционные и транспортные издержки.

Заключение.

Беларусь смогла значительно расширить географию экспорта молочной продукции – в 2024 году поставки осуществлялись в 69 стран мира. Это предоставляет стране стратегическое преимущество в условиях санкционных ограничений и сокращения традиционных торговых маршрутов, позволяя компенсировать потери от закрытых западных рынков и укреплять позиции на альтернативных направлениях сбыта.

Несмотря на внешние ограничения, производство растет, растет продуктивность на отдельных фермах, инвестиции в современные комплексы.

Список использованных источников

1. Бондарь, А. В. Влияние экономических санкций на агропромышленный комплекс Республики Беларусь // Экономика и управление. – 2023. – № 4. – С. 45–52.

2. Кузьмич, Н. Н. Особенности адаптации белорусских предприятий АПК в условиях санкций // Белорусский экономический журнал. – 2024. – № 2. – С. 33–40.

3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Итоги социально-экономического развития Республики Беларусь за 2023 год // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2024. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 08.10.2025).

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ПЕРСОНАЛ КАК КЛЮЧЕВОЙ РЕСУРС ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Мартинovich Л. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Грицевич С. А.

Аннотация. Рассматривается эффект от внедрения цифровых технологий для работы персонала на промышленных предприятиях. Описывается существующая ситуация в Республике Беларусь, а также важность дальнейшего развития цифровых навыков сотрудников.

Персонал играет ключевую роль в любой организации: от производительности сотрудников зависит эффективность деятельности всей организации в целом [1].

Информационно-коммуникационные технологии стали неотъемлемой частью личной и профессиональной жизни; отдельные люди, предприятия и правительства становятся все более взаимосвязанными.

Цифровые технологии меняют наши рабочие места: если несколько десятилетий назад оцифровка затронула лишь несколько профессий, то сейчас во многих странах большинство работников используют интернет как часть своей работы, и широко распространено мнение, что цифровая грамотность станет критически важной для подавляющего большинства работников.

Виды цифровых навыков, необходимых предприятиям, зависят от их промышленного сектора, положения на рынке и бизнес-стратегий. Правительство Республики Беларусь уделяет большое внимание необходимости цифровых навыков, утверждая, что для того, чтобы наша страна занимала устойчивое положение в мире и инклюзивной цифровой экономике, каждому нужны цифровые навыки, которые позволят ему полноценно участвовать в жизни общества.

Сегодня ведется работа по совершенствованию базовых цифровых навыков взрослых в соответствии с новыми национальными стандартами базовых цифровых навыков и квалификаций, а также обучение базовым цифровым навыкам. Согласно статистике в РБ, четыре пятых (79 %) взрослого населения обладают «полным набором» базовых цифровых навыков, а 8 % не имеют их вовсе. У каждого десятого работающего человека полностью отсутствуют базовые навыки работы с цифровыми технологиями. Однако работа является важной мотивацией для людей улучшить свои цифровые навыки: треть из тех, кто улучшил свои цифровые навыки в течение прошедшего года, сделали это, чтобы повысить эффективность своей работы [2].

Цифровые навыки, как известно, трудно поддаются определению. Новые устройства, приложения и жанры технологий часто требуют новых, а иногда и дополнительных навыков и компетенций. Возникает ряд аспектов, нуждающихся в изучении:

- общие цифровые навыки для рабочей силы;
- цифровые навыки, необходимые работникам для достижения успеха на рабочем месте сейчас и в ближайшие десять лет, учитывая влияние цифровизации на рынок труда;
- определение цифровых навыков, присущих работникам с низким, средним и высоким уровнем квалификации; а также навыков, необходимых работникам различных профессий и отраслей в настоящее время и в будущем;
- наличие связи между успехом работников на рынке труда (выходом на рынок и продвижением по службе) и их общими цифровыми навыками.
- пробелы в общедоступных данных о цифровых навыках.

Владение цифровыми технологиями – способность использовать цифровые платформы для решения задач, творчества, совместной работы и общения [3].

Учитывая стремительные технологические изменения и растущий спрос на цифровые навыки, призыв к действию для предприятий очевиден: крайне важно ускорить развитие навыков посредством программ повышения квалификации и переподготовки.

Чтобы способствовать развитию цифровых возможностей персонала промышленного предприятия, успешными могут оказаться следующие стратегии:

1. Точное определение потребностей (опросы, интервью, инструменты оценки компетенций).

2. Индивидуальные планы тренировок (микрообучения).

3. Расширенное цифровое наставничество: интеграция ИИ с цифровыми наставниками.

4. Интеграция обучения в рабочий процесс.

5. Автоматизация процессов (анализ текущих бизнес-процессов и выявление возможностей для автоматизации с помощью программного обеспечения или робототехники; внедрение системы управления производственными процессами (MES) для повышения эффективности).

6. Развитие практики анализа данных (обучение сотрудников основам анализа данных и использованию бизнес-аналитики для принятия решений; разработка дашбордов и отчетов для визуализации ключевых показателей производительности).

7. Обеспечение поддержки от руководства организации.

8. Организация удаленного формата работы.

9. Оценка результатов и обратная связь (дополнительная мотивация, поощрения).

Данные стратегии приведут к созданию более активной и вовлеченной команды, которая будет готова к внедрению цифровых технологий в повседневную работу.

Эффект от проведения мероприятий по повышению цифровой активности персонала на промышленном предприятии многообразный и охватывает различные аспекты работы компании (повышение производительности, улучшение качества продукции, снижение затрат, увеличение вовлеченности сотрудников, улучшение коммуникации, быстрота принятия решений, адаптивность к изменениям, снижение рисков, развитие корпоративной культуры).

Список использованных источников

1. Мартинович, Л. В. Ошибки при проведении оценки персонала / Л. В. Мартинович; науч. рук. А. А. Подупейко // 81-ая студенческая научно-практическая конференция, май 2025 г. / ФММП, БНТУ. – Мн.: БНТУ, 2025.

2. Зубрицкая, И. А. Цифровая трансформация промышленных предприятий Республики Беларусь: экономическое содержание, виды и цели / И. А. Зубрицкая // Журнал «Цифровая трансформация». – 2018. – URL: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/48887> (дата обращения: 18.11.2025).

3. Бланк, И. А. Словарь-справочник финансового менеджера / И. А. Бланк. – Киев: Ника-Центр, 1998. – 480 с.

ПРЕДПОСЫЛКИ РАЗВИТИЯ МИКРОГЕНЕРАЦИИ**Мелюк И. А., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Костюкевич Е. К.

Аннотация. На основе отечественного и мирового опыта рассмотрены преимущества, недостатки микрогенерации и ее влияние на энергетическую безопасность страны. Представлены перспективы для использования микрогенерации в Республике Беларусь.

Микрогенерацией называется производство электроэнергии на месте или вблизи места потребления. Наиболее востребована микрогенерация в районах с перебойным потоком электроэнергии и в местах куда транспортировка энергии невыгода из-за больших потерь электроэнергии при транспортировке (плохая изоляция, нагревание) или требует больших вложений. В основном для локального производства электроэнергии используют возобновляемые источники энергии (ВИЭ). К ним относятся: солнечные панели, малые ветровые турбины, мини-ГЭС, когенерационные установки и биогазовые системы. На данный момент в Беларуси микрогенерация не нашла широкого применения из-за ряда причин: высокие первоначальные затраты и низкая окупаемость, климатические и географические особенности. В Беларуси наблюдается средняя солнечная активность и небольшой ветровой потенциал, что влияет на эффективность микрогенерационных технологий.

Одним из примеров успешного развития и поддержки со стороны государства локальных, частных производств наблюдается в России. Там действуют ряд законодательных актов, которые регламентируют правовое регулирование в отношении объектов микрогенерации. В соответствии с ними, любое лицо, имеющее мощности генерации до 15 кВт, имеет возможность продать излишки энергии в сеть. Такой доход не облагается налогом на доход физических лиц до конца 2028 года и не требует регистрации как индивидуального предпринимателя или юридического лица. Очевидно, что данная государственная инициатива способствует снижению срока окупаемости и повышению интереса среди граждан к зеленой энергетике. Это стимулирует появление большого числа локальных станций производства энергии.

В Беларуси БелАЭС покрывает примерно 40 % внутренних потребностей страны, а остальные 60 % приходится в основном на ТЭС (тепловые электростанции), которые работают на природном газе импортируемым из союзного государства. Энергопотребление в стране растет за счет цифровизации и новых энергопотребляющих объектов. к таким объектам относятся электротехника и электрифицированное жилье и т. д.

Следует отметить, что выработка электрической энергии на месте потребления с помощью ВИЭ позволяет конечному потребителю уменьшить расходы, снизить потери в сетях и повысить надежность энергоснабжения и качество электрической энергии для наиболее ответственных нагрузок. Поэтому актуальным является развитие микрогенерации, благодаря ей можно очень быстро нарастить объемы производства электроэнергии и в скором времени получить полную энергетическую независимость и сократить выбросы загрязняющих веществ.

В настоящее время, благодаря появлению все большего количества электромобилей, наблюдается проблема с их зарядкой (рис. 1). Для ее решения можно использовать гибридные зарядные станции с технологией микрогенерации в отдалении от населенных пунктов. Так же стоит учитывать, что, как и электромобилей растет количество

электрических тягачей. Примером является отечественный тягач МАЗ-Х (энерговооруженность – 400 кВт, емкость батареи – 42 кВт/ч).

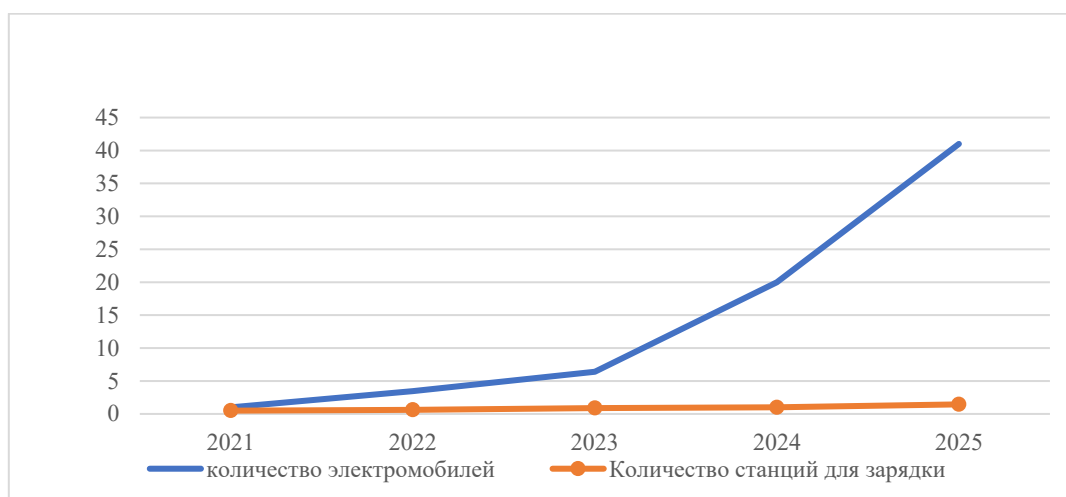


Рис. 1. Соотношение электромобилей и зарядных станций (тыс.) в Республике Беларусь в период 2021–2025 гг.

По данным Министерства энергетики Республики Беларусь потребление электроэнергии зарядными станциями для электротранспорта в 2024 году составило 39,6 млн кВт·ч и выросло вдвое по сравнению с 2023 г. [2]. Очевидно, что благодаря микрогенерации и гибридным зарядным станциям можно значительно экономить электрическую энергию и разгрузить городские сети. Так же снизится стоимость зарядки, тем самым станет еще выгодней приобретать электротранспорт. В городах можно устанавливать солнечные батареи на крышах. Это позволит сохранить функционирование важных объектов (насосы, аппараты жизнеобеспечения и др.), например при авариях в магистральной сети.

Так, к примеру, в Польше, близкой нам по климатическим условиям, в 2024 году на все системы возобновляемой энергетики приходилось 27 % от общего объема производства электроэнергии, количество зарегистрированных систем микрогенерации превысило 1,5 миллиона, тогда как в 2019 году их было чуть более 155 000. Потребителями являются физические лица, фермеры, жилищные хозяйства и др. Точно сказать о снижении количества выбросов сложно, из-за отсутствия доступа к данным. Но тенденции повышения спроса на микрогенерацию, свидетельствует о том, что она является экономически выгодной для граждан и государства в целом.

Проведенный анализ потенциала развития микрогенерации указывает также на то, что данный сектор может стать одним из направлений снижения выбросов загрязняющих веществ. Кроме того, развитие рынка микрогенерации на основе ВИЭ, может позволить существенно ускорить декарбонизацию и обеспечить экономический рост национальной экономики.

Список использованных источников

1. Министерство энергетики Республики Беларусь. – URL: <https://minenergo.gov.by/> (дата обращения: 26.11.2025).

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЦИРКУЛЯРНЫХ ПОДХОДОВ В МЕТАЛЛУРГИИ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ И ЗАТРАТАМИ

Мороз К. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. Современная металлургия находится под растущим давлением на себестоимость: рост цен на руду, тарифов на энергию и усиление экологических требований создают новый ландшафт для управленческих решений. В этом контексте циркулярная экономика перестает быть чисто экологической идеей и превращается в инструмент стратегической оптимизации.

Металлургическая отрасль претерпевает значительную трансформацию, где ключевым фактором конкурентоспособности становится эффективность управления ресурсными потоками и минимизация образующихся отходов. В условиях постоянного роста цен на железную руду и энергию, а также ужесточения экологических требований, предприятия все чаще сталкиваются с необходимостью искать альтернативные пути снижения себестоимости [1].

Концепция циркулярной экономики предполагает радикальный пересмотр отношения к материалам: они перестают быть одноразовыми, а становятся активами, способными многократно участвовать в производственном цикле. Для металлургии, где на долю сырья и энергозатрат приходится до 60–70 % себестоимости продукции, этот подход открывает ощутимый экономический потенциал. Цель исследования – показать, как повторное использование металла и переработка побочных продуктов влияют на эффективность предприятий и какие ограничения сдерживают внедрение этих моделей [2].

Вторичный металл как стратегический ресурс. Использование металлолома в металлургии давно перестало быть чисто «зеленой» практикой. Сталь можно переплавлять практически бесконечно без потери качества, что делает лом полноценным сырьем, способным частично заменять руду [1].

В мировом масштабе доля вторичного металла в шихте за последние пять лет выросла на 15–18 %, а в ряде стран – на 20–25 %. Основной драйвер этого роста – экономия на энергозатратах: производство тонны стали из руды требует около 19–20 ГДж энергии, тогда как переработка лома – всего 7–9 ГДж. Это дает предприятиям снижение производственных расходов на 20–28 %, что в высокозатратной отрасли может стать решающим фактором между прибылью и убытком.

Феноменальная экономическая выгода в ряде случаев наблюдается на предприятиях с высоким уровнем технологической зрелости. Как показывают исследования, на предприятиях, где доля вторичного металла превышает 35 %, наблюдается устойчивое снижение зависимости от колебаний мировых цен на руду [3].

Кроме того, развитие циркулярных технологий облегчает создание новых бизнес-моделей в металлургических компаниях. Компании начинают рассматривать отходы не только как затраты, которые необходимо оплачивать, но и как источник добавленной стоимости, требующий стратегического управления. Это увеличивает спрос на цифровые системы отслеживания, которые позволяют точно контролировать вторичные материалы. Применение такой технологии делает производственные процессы прозрачными и сокращает количество отходов на каждом этапе деятельности. В будущем это изменение сделает компании более устойчивыми к глобальным изменениям.

Побочные продукты как источники дохода. Долгое время металлургические отходы считались лишь нагрузкой на бюджет и экологию. Сегодня они превращаются в актив, который можно монетизировать. На практике это проявляется в двух ключевых кейсах. Магнитогорский металлургический комбинат (ММК).

ММК внедрил комплексное использование доменных и конвертерных газов для выработки собственной энергии через турбогенераторы. В результате до 30–35 % внутреннего энергопотребления компенсируется собственными газами, что снижает закупки электроэнергии и улучшает углеродный профиль продукции, открывая дополнительные возможности для экспорта [3].

Новолипецкий металлургический комбинат (НЛМК). На НЛМК более 90 % шлаков перерабатываются в строительные материалы: щебень, цементные добавки, компоненты для дорожного строительства. Это позволяет компании практически отказаться от затрат на утилизацию, получать дополнительный доход и демонстрировать экологическую ответственность, что важно для «зеленого» финансирования и корпоративного имиджа [3].

Отсутствие единых стандартов качества. Разные по составу партии лома или шлаков усложняют технологический процесс и требуют разработки отраслевых регламентов.

Регуляторные и инфраструктурные барьеры. Отсутствие стимулирующего законодательства и развитой инфраструктуры для сбора и сортировки лома также сдерживают развитие циркулярных моделей.

Циркулярная экономика демонстрирует реальную способность снижать себестоимость металлургических предприятий на 20–28 %, а повторное использование металла и побочных продуктов становится не вспомогательной, а стратегической практикой. Российские кейсы – ММК и НЛМК – показывают, что отходы можно превращать в энергию и доход, снижать нагрузку на инфраструктуру и укреплять устойчивость бизнеса.

Проблемы внедрения – капитальные затраты, нестабильность вторичного сырья, отсутствие стандартов – значительны, но долгосрочная выгода от снижения рисков, устойчивости к рыночным колебаниям и возможности привлечения «зеленого» капитала делает циркулярные подходы все более привлекательными. Металл, который вчера считался отходом, завтра может стать ключевым конкурентным ресурсом.

Список использованных источников

1. Circular Economy: Steel at the core of a circular economy / Worldsteel Association. – 2023. – URL: <https://worldsteel.org/steel-by-topic/sustainability/circular-economy/> (date of access: 29.11.2025).
2. Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate / Ellen MacArthur Foundation. – 2022. – URL: <https://ellenmacarthurfoundation.org/completing-the-picture> (date of access: 29.11.2025).
3. Годовой отчет за 2022 год / ПАО «ММК». – 2023. – URL: <https://www.mmk.ru/investors/reports-and-presentations/annual-reports/> (дата обращения: 29.11.2025).

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОМЫШЛЕННОГО ТУРИЗМА КАК СТРАТЕГИЧЕСКИЙ РЕСУРС РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Павлова М. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. Рассматривается промышленный туризм как способ повышения конкурентоспособности страны. Рассматривается туризм как стратегический ресурс для инновационного промышленного развития. Показаны проблемы, сдерживающие развитие туризма в стране.

Экономический потенциал туризма в Республике Беларусь, стимулируя рост в смежных отраслях (сельское хозяйство, строительство, транспорт и производство товаров), может стать стратегическим ресурсом для инновационного промышленного развития. Благодаря чему появляются рабочие места и привлекаются инвестиции. Туризм способен развивать инновационную деятельность в сфере услуг, экологии, информационных технологий (например, ИИ). Существует много видов туризма, от агроэкотуризма до медицинского и промышленного, их развитие характеризуется повышением конкурентоспособности страны.

Промышленный туризм – туристическое путешествие, целью является участие в производственных экскурсиях. Можно познакомиться с историей предприятий, продукцией и даже производством. Проводятся выставочные и экскурсионные мероприятия для потенциальных и активных деловых партнеров на передовые действующие производства [1].

Примерами данного вида туризма являются ОАО «Минский тракторный завод», ОАО «Пивоваренная компания «Аливария», ООО «Ювелирный завод ZORKA», ОАО «БЕЛАЗ», ОАО «Савушкин продукт», ОАО Кондитерская фабрика «Коммунарка» и другие.

В Республике Беларусь более 130 предприятий, которые продвигают промышленный туризм и уже имеют утвержденные маршруты. В 2023 году лидерами в данной сфере стали: БЕЛАЗ – 51,5 тыс. туристов, МТЗ – 19,2 тыс. туристов [2].

Промышленный туризм очень важен для Республики Беларусь, так как данный вид туризма показывает возможности и достижения страны.

За счет доходов, формируемых за счет привлечения туристов из других стран и организации внутренних путешествий, возможно финансирование других отраслей белорусской экономики. Иностранные туристы, выбирая Беларусь, приносят в страну иностранную валюту, которая положительно влияет на платежную экономику государства и делает ее более интересной для инвесторов.

Развитие туризма дает импульс другим сферам экономики. Поток туристов требует развития транспортной инфраструктуры (аэропортов, дорог, вокзалов) и рост количества транспортных компаний (авиакомпаний, железных дорог, автобусных парков). Из-за этого появляются рабочие места и растет заработная плата в данной области, а также вызывает потребность в услугах пассажироперевозок, такси и аренды автотранспорта, способствуя росту всей соответствующей индустрии.

Развитие туризма побуждает к улучшению мобильной связи и интернета в регионах, поскольку туристам необходимо оставаться на связи. Это также создает спрос на телекоммуникационные услуги и оборудование.

Рост туризма требует строительства новых отелей, ресторанов, развлекательных центров, что напрямую стимулирует строительный сектор. Увеличение туристического потока приводит к инвестициям в строительство жилых и коммерческих объектов.

Туризм стимулирует производство товаров, популярных среди туристов, таких как сувениры, местная продукция и ремесленные изделия. Это создает новые рабочие места в производстве и торговле и повышает общий уровень экономического развития.

Может способствовать инновационному промышленному развитию через внедрение инноваций, развитие инфраструктуры.

Немалое влияние на развитие туризма оказывает визовый режим. После его упрощения пребывание иностранных граждан стало проще и комфортнее, что положительно сказывается на показателях въездного туризма.

Ключевой экономической целью содействия развитию туризма в Беларуси выступает расширение экспортного потенциала туристических предложений. Согласно стратегии по развитию туризма, которая рассчитана до 2035 года, планируется рост показателей по экспорту туристических услуг, а именно: «500 млн дол. США в 2025 г. и 1000 млн дол. США в 2035 г.» [3].

Несмотря на принятие ряда мер, направленных на развитие туризма, вклад данной сферы в экономику страны остается незначительным. Основные проблемы, сдерживающие развитие туризма в стране:

Ограниченность финансирования не позволяет обеспечивать реализацию современной маркетинговой программы и постоянную широкую рекламно-информационную кампанию по продвижению туристических возможностей республики за границей.

Внутренний туризм растет гораздо медленнее, уступая по объему международному выездному туризму. Это отчасти обусловлено ограниченным объемом государственной помощи как внутреннему, так и въездному туризму, что приводит к тому, что турфирмы предпочитают фокусироваться на более прибыльном выездном направлении. Кроме того, сдерживающим фактором служит неразвитая туристическая инфраструктура, проявляющаяся в дефиците гостиниц, торговых точек и транспорта. Сохраняется низкий объем привлеченных в сферу туризма иностранных инвестиций, так как их основной поток направляется в производственную сферу [3].

Список использованных источников

1. Постановление Министерства спорта и туризма Республики Беларусь от 7 августа 2023 г. № 36 «О введении Единой классификации видов туризма в Республике Беларусь» // pravo.by. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22340307> (дата обращения: 24.11.2025).

2. Промышленный туризм в Беларуси как бренд и стратегия // socio.bisr.by. – URL: <https://socio.bisr.by/promyshlennyj-turizm-v-belarusi-kak-brend-i-strategija/> (дата обращения: 24.11.2025).

3. Национальная стратегия развития туризма в Республике Беларусь до 2035 года // belarustourism.by. – URL: <https://belarustourism.by/news/%d0%9d%d0%90%d0%a6%d0%98%d0%9e%d0%9d%d0%90%d0%9b%d0%ac%d0%9d%d0%90%d0%af%20%d0%a1%d0%a2%d0%a0%d0%90%d0%a2%d0%95%d0%93%d0%98%d0%af.pdf> (дата обращения: 24.11.2025).

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОГО РАЗВИТИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО «ЗЕЛЕНОГО» ПЕРЕХОДА

Романчик С. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Пономарева Н. П.

Аннотация. Анализируется влияние глобальной тенденции перехода к устойчивой и экологической модели развития Республики Беларусь. Рассматривается смещение международной конкуренции в сторону критических полезных ископаемых и связанные с этим риски новой ресурсной зависимости. Анализируются конкретные вызовы, с которыми сталкивается белорусская промышленность.

«Зеленый» переход – это переход к устойчивой и экологически чистой экономике. Преимущества от такой модели развития промышленности заключаются в создании новых «зеленых» рабочих мест, снижении зависимости от ископаемого топлива, развитии новых отраслей и повышении конкурентоспособности. Глобальный «зеленый» переход кардинально меняет ландшафт мировой экономики, трансформируя традиционную конкуренцию за углеводороды в борьбу за критические полезные ископаемые.

Для Республики Беларусь, промышленный комплекс которой исторически зависит от импорта энергоресурсов, эти изменения создают комплекс уникальных вызовов и возможностей. с одной стороны, снижение зависимости от нефти и газа выглядит привлекательным, с другой – возникает риск новой технологической и ресурсной зависимости.

Мировой энергетический переход смещает фокус конкуренции на литий, кобальт, никель и редкоземельные металлы, без которых невозможно производство ключевых технологий «зеленой» экономики. Однако для Беларуси, эта гонка за критическими минералами имеет двойные последствия: с одной стороны, страна вынуждена искать надежные каналы импорта для создания собственной высокотехнологичной продукции, такой как электробусы и системы накопления энергии; с другой – дефицит собственных запасов этих ресурсов делает стратегически важным максимальное использование имеющихся традиционных энергетических возможностей.

Именно этим объясняется активное развитие сектора местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) как противовес новой ресурсной зависимости. Согласно данным Министерства энергетики Республики Беларусь, доля местных ТЭР в валовом потреблении достигла 17,5 % в 2023 году [1]. Рост показателя демонстрирует сознательную политику по укреплению энергетической безопасности через развитие биоэнергетики и других возобновляемых источников, что позволяет снижать уязвимость от внешних ценовых шоков как на рынке углеводородов, так и на рынке критических минералов.

Парадокс заключается в том, что белорусские промышленные предприятия, такие как ОАО «БелАЗ» и ОАО «МАЗ», одновременно сталкиваются с двумя вызовами: необходимостью обеспечения стабильных поставок критических минералов для новых продуктовых линеек и задачей снижения энергоемкости традиционного производства через использование местных ТЭР. Эта двойная зависимость формирует комплексный подход к ресурсному обеспечению промышленного развития в новых условиях.

В таких условиях конкретные вызовы для белорусской промышленности будут заключаться в следующем:

1. Технологическая трансформация традиционных отраслей. Основой промышленности Беларуси остаются машиностроение и химическая промышленность, требующие значительных энергозатрат. Глобальный спрос на «зеленую» продукцию заставляет

модернизировать производства в соответствии с новыми стандартами углеродного следа. Как отмечено в Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь до 2035 года, ключевой задачей является «повышение эффективности использования энергии и развитие ВИЭ» [2]. Это требует масштабных инвестиций в новое оборудование и технологии.

2. Уязвимость цепочек поставок. Отсутствие собственной сырьевой базы для «зеленых» технологий делает белорусскую промышленность зависимой от колебаний мировых цен и геополитической конъюнктуры. Например, зависимость от импортных аккумуляторных ячеек из стран Азии для электробусов «Белкоммунмаш» ставит под удар планы по распространению на европейский рынок, где действуют строгие правила по локализации и углеродному следу.

3. Инвестиционная конкуренция. В условиях, когда все страны наращивают мощности по производству компонентов для «зеленой» энергетики, Беларусь сталкивается с острой конкуренцией за иностранные инвестиции и технологии. Для привлечения капитала необходимы не только льготные условия, но и развитая научно-исследовательская база. В этом контексте важную роль играет реализация государственных программ, таких как Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы, направленная на создание благоприятных условий для внедрения современных решений [3].

Таким образом, для промышленности Беларуси «зеленый» переход – это не только риски, но и шанс на глубокую структурную перестройку и занятие новых рыночных ниш. Успех будет определяться способностью создать гибкую модель промышленного развития, сочетающую модернизацию традиционных отраслей с опорой на существующий потенциал в машиностроении и активным формированием новых компетенций в сфере энергоэффективности, переработки вторичных ресурсов и цифрового управления энергетикой. Ключевым фактором станет не стеснение о недостатке критических минералов, а эффективное использование человеческого капитала, научного потенциала и способность к быстрой технологической адаптации в условиях новой глобальной ресурсной гонки. На смену борьбе за углеводороды приходит борьба за критически важные полезные ископаемые, доступ к передовым технологиям их переработки и квалифицированные кадры. Это позволяет утверждать, что промышленное развитие в XXI веке будет определяться способностью стран обеспечить устойчивость и безопасность своих цепочек поставок критических ресурсов и находить баланс между экономическими, экологическими и геополитическими императивами.

Список использованных источников

1. Министерство энергетики Республики Беларусь. – URL: <https://minenergo.gov.by> (дата обращения: 15.10.2023).
2. Государственная программа «Энергосбережение» на 2021–2025 годы: утв. Постановлением Совета Министров Респ. Беларусь от 27.01.2021.
3. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 15.10.2023).

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ТЕПЛА ПРИ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКЕ ШТАМПОВ****Савчук Д. О., магистрант**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Босяков М. Н.

Аннотация. При проектировании конструкции вакуумной камеры для химико-термической обработки крупногабаритной штамповой оснастки часто возникают вопросы, связанные с подбором и проведением расчетов системы нагрева. При решении данных вопросов необходимо учитывать достаточно много параметров, таких как сила тока, рабочая температура, тип электрической сети и т. д. В данной статье приводятся находения энергетических затрат при проведении технологического процесса.

Химико-термическая обработка является одним из наиболее эффективных и широко применяемых методов упрочнения поверхности, приводящих к повышению долговечности многих ответственных деталей, которая воздействует на поверхностные слои металла, т. е. на те слои, в которых концентрируются максимальные напряжения, возникают трещины, развиваются процессы износа и коррозии. Данный вид обработки металлов и сплавов заключается в нагреве и выдержке их при определенной температуре в активных газовых, жидких или твердых средах, в результате чего изменяются химический состав, структура и свойства поверхностных слоев металлов и сплавов. При выборе материала нагревателя для вакуумных камер необходимо учитывать ряд факторов, чтобы обеспечить оптимальную производительность и долговечность [1]. Самыми распространенными материалами в производстве нагревателей являются прецизионные сплавы с высоким электрическим сопротивлением. Примерами таких сплавов являются сплавы на основе хрома и никеля (хромоникелевые), железа, хрома и алюминия (железохромоалюминиевые). Данные сплавы являются жаропрочными и жаростойкими, благодаря чему они могут работать при высоких температурах. Наличие хрома способствует образованию на поверхности материала защитной пленки, которая и обеспечивает хорошую жаростойкость. В качестве примера рассмотрим вакуумную камеру установки ионного азотирования со следующими габаритами: диаметр – 3 200 мм, длина – 5 000 мм. Вакуумные камеры с данными габаритами могут обрабатывать изделия общей массой до 20 т. Предположим, что изделия изготовлены из чугуна, например штампы, а обработка будет происходить при температуре $T = 600^\circ\text{C}$. Так как масса деталей и габариты камеры достаточно велики, то и масса оснастки может составлять порядка 3 т. Также исходя из технологического процесса, предположим, что вакуумная камера оснащена теплозащитными экранами ($m_{\text{экp}} = 500\text{ кг}$). Экранирование в вакуумной камере применяется для защиты от возможного взаимодействия нагревательных элементов с обрабатываемыми материалами, обеспечения равномерного нагрева и улучшения качества процесса.

На первом этапе рассчитывается полезная энергия на нагрев по формуле (1) [2, с. 18]:

$$Q_{\text{пол}} = m \cdot c_p \cdot \Delta T = 23,5 \cdot 10^3 \cdot 540 \cdot (823,15 - 293,15) = 6,7257 \cdot 10^9 \text{ (Дж)}, \quad (1)$$

где m – масса деталей, оснастки, теплозащитных экранов, кг;

c_p – удельная теплоемкость материала деталей, Дж/кг·К (для чугуна 540 Дж/кг·К);

ΔT – разница температур, К.

Продолжительность технологического процесса представлен на рисунке 1, откуда видно, что на нагрев можем затратить порядка 13 ч.



Рис. 1. Процесс ионно-плазменного азотирования крупногабаритных штампов

Тогда при переводе энергии в Ватты разделим полученную энергию на время (13 ч), за которое массу садки, оснастки и т. п. нужно нагреть до заданной температуры:

$$P = \frac{6,7257 \cdot 10^9}{46800} \approx 143,712 \text{ (кВт)}.$$

Следующим этапом найдем потери тепла через стенки камеры по формуле (2):

$$Q_{\text{пот}} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot (T^4 - T_0^4), \quad (2)$$

где σ – постоянная Стефана-Больцмана ($5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$);

ε – степень черноты (коэффициент излучения), безразмерная величина от 0 до 1, которая учитывает суммарный эффект всех теплозащитных экранов и их отражающую способность (примем следующие значения: $\varepsilon = 0,2$ – высокоэффективные экраны, $\varepsilon = 0,4$ – стандартные экраны, $\varepsilon = 0,6$ – минимальное экранирование);

A – площадь поверхности, участвующей в излучении ($A = 22,5 \text{ м}^2$).

В конструкциях вакуумных камер также имеются устройства, соединяющие рабочее пространство камеры с окружающим воздухом (нагреватели, трубы, муфелы и т. д.). Потери тепла через эти устройства называют потерями на тепловое короткое замыкание (можно принимать до 70 % от потерь тепла теплопроводностью). Примем «среднюю» поправку 30 %.

Потери на тепловые короткие замыкания (кВт) найдем по формуле (3):

$$Q_{\text{к.т.з.}} = 0,3 \cdot Q_{\text{пот}}. \quad (3)$$

Данные расчетов по вышеуказанным формулам сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Значения потерь тепла

Значение ε	Потери тепла ($Q_{\text{пот}}$), кВт	Потери на тепловые короткие замыкания ($Q_{\text{к.т.з.}}$), кВт	Общий расход тепла за цикл ($Q_{\text{общ}}$), кВт
0,2	115,257	34,58	293,549
0,4	230,515	69,15	443,377
0,6	345,772	103,73	593,214

Список использованных источников

1. Выбор нагревательных элементов для вакуумных печей : [сайт]. – Kintek Solution, 2002–2024. – URL: <https://ru.kindle-tech.com/articles/selecting-heating-elements-for-vacuum-furnaces> (дата обращения: 26.11.2025).

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АВТОНОМНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Сазанчук Э. П., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Ремез Н. И.

Аннотация. В статье рассматриваются перспективы повышения энергетической автономности сельскохозяйственных регионов за счет внедрения возобновляемых источников энергии и инновационных технологий. Особое внимание уделено применению пьезоэлектрических элементов. Интеграция автономных систем электроснабжения способствует сокращению затрат, повышению устойчивости сельского хозяйства и улучшению качества жизни в сельских территориях.

Система автономного электроснабжения (САЭ) обеспечивает электропитанием потенциальных потребителей отдельно от основной стационарной сети электроснабжения [1]. Энергетическая автономность означает способность территориального региона или субъекта хозяйствования самостоятельно генерировать, накапливать и управлять своими энергетическими потребностями без зависимости от внешних сетей или импорта ископаемого топлива. Для субъектов, занятых ведением сельскохозяйственных работ, энергия критически важна для работы техники, переработки продукции и транспортировки. Это все приводит к высоким затратам и значительному экологическому следу. Повышение энергетической автономности может существенно улучшить экологический аспект ведения сельскохозяйственных работ, сокращая выбросы углерода, и укрепить экономическую стабильность.

Сельскохозяйственные операции являются энергоемкими, потребляя электричество и топливо для таких задач, как подача воды, работа техники и другое. Например, в Беларуси сельскохозяйственные организации на конец 2024 года имели энергетические мощности в 18,2 млн л. с., при этом нагрузка на технику остается высокой – один трактор обрабатывает в среднем 143 га пашни [2]. Высокие затраты и волатильность цен представляют серьезную проблему, особенно в условиях колебаний цен на топливо и роста тарифов на электроэнергию. Зависимость от ископаемого топлива также способствует выбросам парниковых газов, усугубляя изменение климата, которое уже влияет на сельское хозяйство через экстремальные погодные условия. Кроме того, многие сельские территории сталкиваются с проблемами надежности энергоснабжения, что может приостановить работы. Эти проблемы подчеркивают острую необходимость во внедрении возобновляемых энергетических систем, адаптированных к потребностям аграрного сектора.

Для повышения энергетической автономности сельскохозяйственные регионы могут применять комплексные подходы, сочетающие технологии, политику и вовлечение сообществ. Одна из ключевых стратегий включает использование возобновляемых источников энергии, таких как пьезоэлементы, которые можно устанавливать в дорожное покрытие для снижения потребности во внешних источниках электроэнергии. Например, интеграция пьезоэлементов с сельскохозяйственной техникой может сократить затраты на энергию. Пьезоэлектрические элементы способны преобразовывать механическую энергию от движения транспорта в электрическую, предлагая экологичный и эффективный способ энергоснабжения [3].

В контексте обеспечения энергетической устойчивости и экологической безопасности агропромышленного комплекса, перспективным направлением является использование возобновляемых источников энергии, интегрированных в существующую

инфраструктуру. Важным фактором в данном случае выступает значительная пространственная сопряженность земель сельскохозяйственного назначения с сетью автомобильных дорог республиканского и местного значения.

Сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства могут объединять ресурсы через кооперативы для создания общей энергетической инфраструктуры. Программы перехода на альтернативные источники энергии, направленные на внедрение пьезоэлектрических технологий в дорожное полотно и методов энергосбережения, могут расширить возможности фермеров. В Беларуси, где численность работников, занятых в сельском хозяйстве, в 2024 году составила 236,7 тыс. человек [2], такие обучающие программы могли бы повысить квалификацию и способствовать внедрению инноваций.

Достижение энергетической самодостаточности приносит многосторонние выгоды. Экономически это снижает операционные затраты и создает новые источники дохода от продажи излишков энергии. Например, автономные системы могут сократить энергетические расходы ферм на 40–60 %. Экологически, сокращение использования ископаемого топлива снижает выбросы, а использование биогаза из отходов животноводства способствует утилизации метана. Социально, автономность обеспечивает защиту от перебоев в подаче электроэнергии и нехватки топлива, улучшая продовольственную безопасность и позволяя вести сельское хозяйство круглый год в удаленных районах, что повышает уровень жизни населения в отдельных регионах. Более того, эти решения малого масштаба могут быть масштабированы на более крупные операции, стимулируя инновации в агротехнике и позиционируя сельское хозяйство как высокотехнологичную отрасль.

Интеграция пьезоэлектрических технологий в сельскохозяйственную инфраструктуру представляет собой инновационный подход к повышению энергетической автономии. Получение электроэнергии с применением пьезоэлементов в сочетании с другими возобновляемыми источниками энергии может создать комплексное решение для энергетических потребностей современного сельского хозяйства. Повышение энергетической автономности в сельскохозяйственных регионах не только осуществимо, но и необходимо для устойчивого развития. Используя возобновляемые источники, накопление энергии и поддерживающую политику, сельские регионы могут преодолеть зависимость от ископаемых видов топлива, снизить затраты и улучшить экологическую стабильность.

Список использованных источников

1. Система автономного электроснабжения. – URL: <https://www.elektro-expo.ru/ru/articles/sistema-avtonomnogo-ehlektrosnabzheniya/> (дата обращения: 15.03.2025).
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический буклет / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Мн., 2025.
3. Сазанчук, Э. П. Пьезоэлектрические элементы в инфраструктуре транспортных объектов Республики Беларусь / Э. П. Сазанчук ; науч. рук. Н. И. Шишко // Цифровое будущее в строительстве транспортных сооружений : материалы 81-й студенческой научно-технической конференции, май 2025 / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: Е. А. Мойсейчик (пред.), А. А. Яковлев, Е. Н. Савина [и др.] ; сост. Ю. В. Кулаго. – Мн. : БНТУ, 2025. – С. 176–179.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СОБСТВЕННЫМИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Сильванович М. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. В статье анализируется обеспеченность Республики Беларусь собственными топливно-энергетическими ресурсами и ее влияние на энергетическую безопасность. Рассматриваются зависимость от импорта, ключевые уязвимости и возможности укрепления устойчивости энергосистемы. Отмечены перспективы развития внутренних источников энергии и сокращения внешней зависимости.

Топливо-энергетические ресурсы (ТЭР) представляют собой совокупность энергетических носителей, используемых для обеспечения экономического развития страны: нефть, природный газ, уголь, торф, атомная энергия, а также возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Для Республики Беларусь, которая не обладает значительными запасами традиционных углеводородов, вопрос формирования устойчивого топливно-энергетического баланса имеет особое значение. Энергетическая система страны развивается преимущественно за счет импортируемых ресурсов, в первую очередь нефти и природного газа, а также за счет растущего вклада ВИЭ и атомной генерации.

Одним из ключевых факторов энергетической безопасности является повышение уровня обеспеченности внутренних потребностей за счет собственных энергоресурсов. Повышение энергетической самостоятельности предполагает максимальное вовлечение в топливно-энергетический баланс местных источников энергии – торфа, биомассы, биогаза, ветровой и солнечной энергии, а также эффективное использование тепловых вторичных ресурсов.

Для того чтобы представить структуру обеспеченности топливно-энергетическими ресурсами Республики Беларусь, рассмотрим основные показатели их добычи, импорта и потребления. Сводные данные, приведенные на рисунке, позволяют оценить текущий уровень в зависимости от страны от внешних источников энергии и определить вклад природных ресурсов в запасы топлива.

**Показатели топливно-энергетического
баланса Республики Беларусь**

Показатель	Значение, тыс. т у.т.
Производство (добыча), всего	6 341
Торф топливный	529
Нефть	2 445
Газ природный попутный	361
Возобновляемые энергетические ресурсы	2 881
Невозобновляемые отходы	13
Атомная энергия	112
Импорт, всего	46 496
Нефть	22 840
Газ горючий природный	21 581
Валовое потребление ТЭР	37 059

Рис. 1. Показатели топливно-энергетического баланса Республики Беларусь

Однако внутренняя обеспеченность остается ограниченной: при валовом потреблении ТЭР в объеме 37 059 тыс. т у.т. импорт достигает 46 496 тыс. т у.т., что многократно превышает собственную добычу. Импортная структура представлена преимущественно нефтью (22 840 тыс. т у.т.) и природным газом (21 581 тыс. т у.т.). Таким образом, топливно-энергетическая система страны сохраняет высокую зависимость от внешних поставок, что объективно снижает уровень энергетической безопасности.

В этих условиях особое значение приобретает повышение энергоэффективности и экономия ТЭР. По данным отчетности объем фактически достигнутой экономии составил 449,6 тыс. т у.т., что свидетельствует о высокой степени выполнения заданий.

В настоящее время успешно реализуется шестая госпрограмма «Энергосбережение» на 2021–2025 годы. «По итогам работы за четвертый период комплексные энергосберегающие мероприятия позволят обеспечить экономию ТЭР в объеме 2,6 млн. т условного топлива при задании на указанный период 2,2 млн т. Кроме того, за первое полугодие 2025 года уже сэкономлено 0,26 млн т при годовом задании 0,43 млн условного топлива.

Достигнутый объем экономии ТЭР достигнут благодаря реализации заказчиками госпрограммы в основном на стороне энергосбережения. Среди них: внедрение энергоэффективных современных технологий, процессов, оборудования и материалов на производстве (экономию 154,2 тыс. т у.т.), оптимизация схем теплоснабжения (29,2 тыс. т у.т.), автоматизация систем управления энергоэффективными осветительными устройствами (17,7 тыс. т у.т.), термореновация ограждающих конструкций и замена оконных блоков с установкой стеклопакетов (10,9 тыс. т у.т.), утилизация тепловых вторичных ресурсов (6,5 тыс. т у.т.), повышение эффективности работы котельных и оборудования (3,8 тыс. т у.т.) и увеличение эффективности использования электрической энергии (1,5 тыс. т у.т.).

Анализ данных показывает, что Беларусь в целом имеет ограниченную обеспеченность собственными топливно-энергетическими возможностями. Собственная добыча покрывает лишь малую часть потребности страны, поэтому доля энергоресурсов продолжает постепенно увеличивать объем импорта, прежде всего нефти и природного газа. При этом в данном случае внутренние ресурсы заметно увеличивают роль возобновляемых источников энергии, что является причиной тенденции. Несмотря на ограниченность традиционных энергоресурсов, Беларусь постепенно увеличивает использование местных ТЭР и повышает эффективность их использования.

Энергетическая ситуация в стране остается чувствительной к внешним факторам, поскольку Беларусь зависит от импортируемых углеводородов. В то же время активная работа в сфере энергосбережения, увеличения доли местных ресурсов и развития возобновляемой силы укрепляет устойчивость национальных энергосистем. Уже достигнутые результаты – почти полное выполнение годового задания по экономии ТЭР и превышение плана по доле местных ресурсов – подтверждают позитивную динамику.

В целом можно сделать вывод, что, несмотря на сохранение устойчивости со стороны импорта, Беларусь уверенно движется в сторону повышения своей энергетической безопасности самостоятельно и повышения уровня энергетической безопасности.

Список использованных источников

1. Департамент по энергоэффективности [сайт]. – Минск, 1993–2025. – URL: https://energoeffect.gov.by/news/quality_year/20241220_news3-2 (дата обращения: 28.11.2025).
2. БЕЛТА: [сайт]. – Минск, 1999–2025. – URL : <https://belta.by/economics/view/v-belarusi-za-chetyre-goda-sekonomleno-26-mln-tonn-uslovnogo-topliva-731216-2025/> (дата обращения: 28.11.2025).

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**Синявская А. А., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. Рассматриваются внедрение автоматизированных систем управления для повышения эффективности предприятия. Описаны преимущества внедрения ERP, CRM и технологий Big Data для роста эффективности.

Современная промышленность развивается в условиях высокой глобальной конкуренции и постоянных технологических и технических изменений. Это создает новые требования к организации производственных процессов, управлению ресурсами и построению бизнес-моделей. Одним из ключевых инструментов повышения эффективности является цифровизация – комплексная трансформация производственной, управленческой и логистической деятельности на основе цифровых технологий.

Процесс цифровизации производственного сектора предполагает комплексное внедрение автоматизированных систем контроля, технологий обработки значительных массивов информации, облачных решений и методов компьютерного имитационного моделирования. Ключевой целью создания единого информационного пространства является оптимизация корпоративных процессов и повышение эффективности распределения ресурсной базы.

Среди наиболее значимых инструментов цифровой трансформации следует выделить CRM- и ERP-системы. CRM ориентирована на совершенствование клиентского сервиса через систематизацию данных о взаимодействиях с потребителями. В свою очередь, ERP-система интегрирует сведения о производственных операциях, материально-техническом обеспечении, финансовых потоках и кадровом составе, способствуя снижению операционных затрат и росту производительности труда. Важно отметить, что внедрение цифровых решений осуществляется поэтапно, а автоматизация рутинных операций позволяет минимизировать операционные риски и сократить количество ошибок.

Большие данные (Big Data) играют ключевую роль в цифровизации, обеспечивая прогнозное моделирование. Это дает бизнесу инструменты для заблаговременного выявления поломок оборудования, оптимизации графика ТО и прогнозирования ресурсов. Дополнительный бонус – облачные платформы, которые позволяют гибко масштабировать ИТ-мощности без значительных капиталовложений.

Однако, на пути цифровизации существуют и препятствия. Основные из них:

1. Высокие затраты на приобретение оборудования и лицензий в первое время.
2. Дефицит квалифицированных ИТ-специалистов.
3. Нежелание персонала принимать изменения в организации.
4. Риски, связанные с кибербезопасностью.

Комплексная реорганизация бизнес-процессов – это основная сложность. Цифровые технологии сами по себе не гарантируют повышения эффективности без организационных изменений. Поэтому требуется стратегия и системное управление процессом изменений.

В рамках цифровой трансформации ключевым направлением становится предугадывание поломок оборудования (Predictive Maintenance). Этот метод опирается на глубокий анализ огромных объемов информации о том, как функционирует техника. Системы собирают и обрабатывают данные о температуре, давлении, энергопотреблении и прочих показателях, чтобы создать модели, способные предсказывать возможные сбои.

Благодаря этому, отклонения от нормального режима работы обнаруживаются на самых ранних этапах. Такой подход значительно уменьшает количество внезапных остановок производства, улучшает доступность техники для работы и снижает расходы на ремонт. Внедрение этой аналитики позволяет компаниям перейти от реагирования на проблемы к их предотвращению в управлении производственными активами.

Значительным компонентом цифровой трансформации выступает технология цифровых двойников (Digital Twins). Данная концепция подразумевает создание динамической виртуальной реплики физического актива – от единицы оборудования до целого производственного комплекса, – синхронизированной с ним в реальном времени. Такие модели позволяют проводить симуляционное тестирование, анализировать сценарии модернизации и оценивать эффективность управленческих стратегий, минимизируя операционные риски и исключая вмешательство в работу реальных объектов.

Формирование интегрированного информационного пространства представляет собой фундаментальный принцип цифровой трансформации современных предприятий. Реализация данного принципа обеспечивает сквозную конвергенцию данных между структурными подразделениями, что приводит к элиминации информационных асимметрий на стыке производственных, логистических, сбытовых и финансовых операционных областей. Следствием подобной интеграции является повышение уровня транспарентности бизнес-процессов, что приобретает особую значимость для организаций с диверсифицированной и распределенной производственной архитектурой.

В контексте цифровизации методы искусственного интеллекта (ИИ) занимают позицию ключевого технологического драйвера. Их применение позволяет осуществлять автоматизацию когнитивных процессов, связанных с поддержкой принятия управленческих решений, на основе проведения предиктивного анализа больших данных (Big Data). Внедрение ИИ-решений детерминирует создание адаптивных киберфизических систем в производственном секторе, обладающих свойством автономной реконфигурации технологических параметров в условиях изменяющихся экзогенных и эндогенных факторов.

Необходимо отметить, что успешная цифровизация требует формирования новой модели корпоративного управления, ориентированной на данные (Data-driven management). В рамках такой модели управленческие решения принимаются на основе аналитических выводов, а не интуитивных предположений. Важным элементом становится развитие культуры работы с данными, включающей ответственность за их качество и повышение компетенций сотрудников. Формирование такой культуры обеспечивает устойчивость процессов и позволяет максимально эффективно использовать потенциал цифровых технологий.

Цифровизация промышленного предприятия является стратегическим направлением развития в условиях современного технологического уклада. Внедрение CRM и ERP-систем и технологий больших данных формирует основу для повышения производительности, снижения затрат и повышения качества управления. А внедрение таких систем, как концепция цифровых двойников и искусственный интеллект, способствуют автоматизации принятия решений на основе больших данных.

Список использованных источников

1. Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология. – URL: <https://nasb.gov.by/rus/activity/nauchno-metodicheskoe-obespechenie-razvitiya-informatizatsii/books.pdf> (дата обращения: 25.11.2025).

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Старостенков Я. Н., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: магистр техн. наук, старший преподаватель Петровская Т. А.

Аннотация. Рассматривается потенциал солнечной энергетики в Беларуси и ее роль в энергетической системе. Анализируется распределение солнечной радиации и размещение солнечных электростанций по регионам. Дается оценка перспектив развития и влияния на энергетическую безопасность страны.

Солнечная энергетика является одним из перспективных направлений в развитии альтернативных источников электроэнергии. Она представляет собой начальную стадию энергетической революции, которая подразумевает переход от индустриальной энергетики к постиндустриальной, основанной на энергии возобновляемых источников. Положительными чертами постиндустриальной энергетики являются отсутствие выбросов вредных веществ в атмосферу и эффективное использование сравнительно небольших потоков энергии.

Солнечная энергетика основана на преобразовании солнечного излучения в электрическую энергию без выбросов вредных отходов для окружающей среды. Вследствие вращения Земли вокруг Солнца солнечная радиация распределяется по планете неравномерно [1]. Факторами различия показателей суммарной солнечной радиации по странам являются различные показатели рассеивания солнечного излучения и угол падения солнечных лучей [2].

Вследствие создания различных способов преобразования солнечной энергии общий объем произведенной электроэнергии постепенно возрастает. На данный момент доля солнечной энергетики в структуре производства электроэнергии составляет 5,5 %. В 2021 году установленная мощность всех типов солнечных электростанций составила 767 МВт, что на 0,9 % больше по сравнению с 2020 годом.

На территорию Беларуси за год поступает солнечная энергия суммарной величиной около $3 \cdot 10^{14}$ кВт·ч, что эквивалентно 40 млрд тонн условного топлива и в три раза превышает современное потребление энергоносителей в стране. Республика Беларусь располагается в умеренном климатическом поясе. В среднем показатель суммарной солнечной радиации варьируется от 3 500 до 4 200 МДж/м². В северных районах данный показатель составляет 3 500–3 700 МДж/м², а в южных районах – более 4 100 МДж/м². На рисунке 1 представлена карта суммарной солнечной радиации на территории Республики Беларусь.



Рис. 1. Суммарная солнечная радиация на территории Республики Беларусь, 2023 г.

На территории Республики Беларусь расположено 102 солнечных электростанции общей мощностью 269 МВт. к 2026 году запланировано строительство 9 СЭС общей мощностью 14,9 МВт. Средняя установленная мощность СЭС в стране превышает 2,6 МВт. Крупнейшая солнечная электростанция Беларуси располагается близ города Речица Гомельской области. Она занимает площадь 115 га и состоит из 218 000 солнечных панелей. Мощность станции составляет 55 МВт. В местах установки СЭС, зафиксировано более 1 872 ч солнечного сияния в год, что считается одним из наивысших показателей в Беларуси.

Большинство солнечных электростанций располагается на территории Брагинского района Гомельской области. Этот район является одним из наиболее пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Земли мало пригодны для ведения сельского хозяйства и туристической деятельности, но строительство солнечных электростанций позволяет рационально использовать данные территории для выработки электроэнергии для населенных пунктов Брагинского, Наровлянского и Лоевского районов.

Перспективным направлением является внедрение новых технологий солнечных панелей, которые разрабатываются в рамках исследований. Использование перовскитных элементов с высоким коэффициентом поглощения и коэффициента полезного действия (КПД) до 37 % позволит значительно увеличить эффективность работы станций при изменении климатических условий. Фотоэлементы на основе арсенида галлия демонстрируют высокую термостойкость и способность функционировать при низкой освещенности, что актуально для регионов с переменной облачностью. Панели на основе кремниевых наночастиц способны обеспечить долгосрочную стабильность работы при сравнительно низкой себестоимости [3].

Таким образом, развитие солнечной энергетики на территории Республики Беларусь является актуальным направлением. СЭС применяются для снабжения не только предприятий, но и небольших населенных пунктов. Использование земель, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС, открывает перспективу для проведения исследований и разработки новых видов солнечных панелей. Так как данные территории непригодны для сельского хозяйства и традиционной хозяйственной деятельности, они могут стать экспериментальной площадкой для испытания инновационных технологий. Реализация подобных проектов позволит одновременно решать задачи рационального использования загрязненных земель, повышения энергетической эффективности и укрепления энергетической безопасности страны.

Список использованных источников

1. Старостенков, Я. Н. Влияние условий окружающей среды на работоспособность солнечной панели = Influence of environmental conditions on solar panel performance / Я. Н. Старостенков ; науч. рук. Т. А. Петровская // Актуальные проблемы энергетики – 2024 : материалы студенческой научно-технической конференции / сост.: И. Н. Прокопеня, Т. А. Петровская ; редкол.: Е. Г. Пономаренко (пред.), Н. Б. Карницкий, В. А. Седнин [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2024. – С. 146–151.
2. Повышение КПД солнечных панелей / Т. А. Петровская, Я. Н. Старостенков // Лучшие студенческие исследования : сборник статей XI Международного научно-исследовательского конкурса. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение», 2024. – С. 31–35.
3. Старостенков, Я. Н. Расчет экономической эффективности солнечной электростанции в агропромышленном комплексе / Я. Н. Старостенков ; науч. рук. Т. А. Петровская // Актуальные проблемы энергетики : материалы 81-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, апрель 2025 г. / сост. И. Н. Прокопеня. – Мн. : БНТУ, 2025. – С. 23–26.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ РЕСУРСНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ: ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК

Трифенова С. Т., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. Современная промышленность сталкивается с беспрецедентной волатильностью рынков и усложнением глобальных цепочек поставок. Данный доклад посвящен анализу потенциала технологий Больших Данных (Big Data) и Искусственного Интеллекта (ИИ) в трансформации процессов ресурсного обеспечения. Мы рассмотрим, как предиктивная аналитика и машинное обучение позволяют повысить устойчивость снабжения, снизить операционные риски и обеспечить экономическую эффективность за счет глубокой оптимизации логистических и закупочных операций.

Современные цепочки поставок (ЦП) функционируют в условиях экспоненциально растущей волатильности, обусловленной непредсказуемыми геополитическими сдвигами, последствиями глобальных кризисов, а также ужесточением требований конечных потребителей к скорости и персонализации поставок. В этой динамичной среде традиционные методы планирования, опирающиеся преимущественно на исторические данные и линейные статистические модели, демонстрируют свою неспособность адекватно реагировать на возникающие шоки. Следовательно, цифровизация ресурсного обеспечения посредством глубокой интеграции технологий Больших Данных и Искусственного Интеллекта становится не просто желательным улучшением, а критически важным условием для достижения устойчивости, гибкости и, в конечном счете, экономической эффективности всей системы ЦП [1].

Традиционные системы управления ресурсами предприятия (ERP) зачастую страдают от фрагментации данных, оперируя в изолированных «силосах», что неизбежно усиливает эффект «хлыста» (Bullwhip Effect) – неконтролируемое нарастание вариативности заказов по мере движения вверх по цепочке, что приводит к хроническому переизбытку или дефициту. Переход к проактивному управлению требует внедрения аналитических инструментов, способных агрегировать, обрабатывать и извлекать ценность из разнородных, высокоскоростных потоков информации, включая транзакционные записи, телеметрию с устройств Интернета Вещей (IoT), а также внешние неструктурированные данные, такие как рыночные индексы или настроения в социальных сетях [2].

Искусственный Интеллект, в частности алгоритмы Машинного Обучения (МО) и Глубокого Обучения (ГО), автоматизирует и оптимизирует конкретные операционные задачи. Ключевым примером является Предиктивное Обслуживание (Predictive Maintenance): датчики IoT на оборудовании генерируют данные о вибрации и температуре, на которых обучаются модели МО, выявляя аномалии, предшествующие отказу. Это предотвращает внезапные простои и гарантирует выполнение производственных планов, поддерживая надежность ресурсного потока [3]. В логистике ИИ обеспечивает динамическую маршрутизацию, пересчитывая оптимальные пути доставки в реальном времени с учетом пробок, погоды и задержек на таможне, что позволяет оперативно перенаправлять грузы при возникновении сбоев. Наконец, ИИ трансформирует управление рисками через сценарное моделирование и автоматическое реагирование: система постоянно сканирует глобальные данные на предмет индикаторов сбоев (геополитика, финансовая нестабильность поставщиков) и, при превышении порогов риска, автоматически

активирует заранее настроенные планы непрерывности, например, размещая экстренные заказы у альтернативных квалифицированных поставщиков, тем самым минимизируя разрыв в поставках [4].

Конечной и наиболее амбициозной целью этой цифровой трансформации является создание Цифрового Двойника (Digital Twin) всей цепочки поставок. Цифровой Двойник (ЦД) – это не просто 3D-модель или дашборд, а динамическая, виртуальная репрезентация физической цепочки поставок, которая обновляется в режиме, близком к реальному времени, за счет постоянного потока данных от всех ее компонентов: физических активов (через IoT), данных о запасах и потоках, внешних факторов (погода, трафик, спрос) и бизнес-правил. ЦД интегрирует эти разнородные потоки, используя ИИ и МО для имитации поведения всей системы. Ключевая ценность ЦД заключается в его способности служить виртуальной песочницей для принятия стратегических и тактических решений, позволяя проводить стресс-тесты без риска нарушения реальных операций. Тестирование стратегических гипотез включает оценку переноса производства или внедрения новых технологий, где модель симулирует новые затраты, сроки и влияние на KPI.

Таким образом, интеграция Больших Данных и Искусственного Интеллекта в управление ресурсным обеспечением представляет собой не просто ИТ-модернизацию, а фундаментальный стратегический сдвиг, который меняет саму природу принятия решений, переводя компанию от реактивного, исторически ориентированного управления к проактивному, адаптивному планированию. Традиционный подход, основанный на устаревших ERP-системах и простых статистических моделях, фокусировался на повышении эффективности существующих процессов, например, быстром генерировании отчетов о падении запасов. В отличие от этого, новый подход использует ИИ для анализа огромных массивов внутренних и внешних данных чтобы не просто фиксировать, а предсказывать сбои и автоматически предлагать оптимальные решения, такие как поиск альтернативных поставщиков с учетом их исторической надежности. Экономическая оправданность достигается путем оптимизации затрат, например, минимизации избыточных страховых запасов, рассчитанных на основе реальных, а не идеальных, условий. Это создает предпосылки для формирования более устойчивых, экономически оправданных и клиентоориентированных цепочек поставок, что является залогом долгосрочной конкурентоспособности предприятия в условиях современной глобальной экономики

Список использованных источников

1. Цифровизация логистики: от реактивного реагирования к предиктивному управлению: учеб.-метод. пособие : в 4 ч. / А. А. Иванов, Б. В. Петров. – М. : Моск. гос. ун-т, 2022. – № 4. – 177 с.
2. Применение Big Data и машинного обучения для снижения эффекта «хлыста» в цепях поставок // Материалы международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в управлении производством и логистикой», Минск, 15–16 марта 2023 г. / Бел. гос. тех. ун-т; редкол: Е. Н. Сидорова [и др.]. – Мн.: БНТУ, 2023.
3. Применение технологий искусственного интеллекта и цифровых двойников для повышения устойчивости производственных систем: учеб.-метод. пособие / С. Н. Смирнов, А. В. Козлов. – 2023. – Т. 105. – С. 45–58.
4. Динамическое управление рисками в цепях поставок на основе предиктивной аналитики: сб. науч. ст. // Журнал «Управление крупными системами» / В. П. Иванов. – 2022. – № 3. – С. 12–25.

ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ ИНЖИНИРИНГА

Чайковская О. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Плясунков А. В.

Аннотация. Оптимизация бизнес-процессов предприятия – важнейший элемент системы управления современных предприятий. Методики процессного управления активно развиваются. Активно используются подходы и инструменты для управления процессами на основе показателей (метрик).

Проблема оптимизации бизнес-процессов предприятия на основе инжиниринга заключается в необходимости учета множества факторов, включая ограниченность ресурсов, изменчивость внешней среды, усиление конкуренции и необходимость внедрения инноваций. Для успешного решения этой проблемы требуется не только глубокий анализ текущего состояния предприятия, но и применение современных методов инжиниринга, таких как комплексный, строительный, эксплуатационный, международный, компьютерный, ТРИЗ-инжиниринг и другие методы инжиниринга. Инжиниринг бизнес-процессов предполагает целостное и системное моделирование и кардинальную реорганизацию материальных, финансовых и информационных потоков, в результате чего упрощается организационная структура, перераспределяется и минимизируется использование различных ресурсов, сокращаются сроки реализации потребностей клиентов, повышается качество их обслуживания.

Объектом исследования является оптимизация бизнес-процессов предприятия на основе инжиниринга.

Предмет исследования оптимизации бизнес-процессов предприятия на основе инжиниринга включает:

1. Изучение инженерно-консультационных услуг, работ исследовательского, проектно-конструкторского, расчетно-аналитического характера, подготовка технико-экономического обоснования (ТЭО) проектов.

2. Выработку рекомендаций в области организации производства и управления, реализации продукции для оптимизации бизнес-процессов.

Следует отметить, что инжиниринг бизнес-процессов – это осмысление и моделирование бизнес-процессов, которые позволяют достичь наилучшего качества деятельности фирмы, оцениваемой по следующим показателям: стоимость, уровень сервиса и темпы роста продуктов. Ниже приведено описание основных проблемных полей в этой области:

1. Неустойчивость внешней среды:

- масштабная конкуренция: предприятия при производстве продукции регулярно сталкиваются с усилением конкуренции на различных уровнях, что требует постоянной оптимизации бизнес-процессов.

2. Внутренние ограничения предприятия:

- устаревшее оборудование, программное обеспечение и оргтехника: большая часть отечественных предприятий работает на устаревшем оборудовании, без должного программного обеспечения, что ограничивает их возможности для внедрения инноваций.

3. Риски и неопределенность:

- технологические риски: внедрение новых технологий может быть сопряжено с высокими рисками, включая возможность неудачи или несоответствия ожиданиям.

4. Управление изменениями:

– сопротивление сотрудников – внедрение изменений в действующие бизнес-процессы предприятия часто требует дополнительные знания и навыки, что может вызывать сопротивление со стороны сотрудников.

5. Оценка эффективности оптимизации бизнес-процессов:

– сложность измерения результатов: оценка эффективности оптимизации бизнес-процессов может быть затруднена из-за отсутствия четких метрик.

Таким образом, исследование процесса оптимизации бизнес-процессов предприятий на основе инжиниринга направлено на повышение эффективности деятельности предприятий и снижение затрат на производство.

Отсюда следует, что разработка мероприятий по оптимизации бизнес-процессов предприятия на основе инжиниринга представляет собой комплексный процесс, направленный на обеспечение устойчивости и конкурентоспособности в условиях динамичной внешней среды.

Практическая значимость работы по исследованию оптимизации бизнес-процессов предприятий на основе инжиниринга заключается в разработке инструментальной модели оптимизации бизнес-процессов, которая может быть адаптирована под специфику различных предприятий. Модель предусматривает этапы сбора данных, анализа, разработки стратегических альтернатив, их реализации и контроля через единую систему автоматизации для всех бизнес-процессов предприятия Saby Presto.

Следует отметить, что перспективы развития оптимизации бизнес-процессов предприятия на основе инжиниринга связаны с адаптацией к новым технологическим, экономическим и социальным условиям. Ключевые направления включают:

- цифровизацию и внедрение платформы Red Hat JBoss Enterprise BRMS Platform, оптимизированной для бизнес-приложений;
- устойчивое развитие предприятий и применение программного обеспечения для управления бизнес-процессами (BPM-системы);
- инновационные технологии;
- клиентоориентированность и управление рисками.

Предприятия, которые смогут эффективно использовать эти тенденции, будут иметь конкурентное преимущество и смогут достичь долгосрочного успеха в условиях быстро меняющейся среды.

Список использованных источников

1. Ансофф, И. Стратегическое управление / И. Ансофф. – М.: Экономика, 2017. – 519 с.
2. Портер, М. Э. Конкурентная стратегия: Методика анализа отраслей и конкурентов / М. Э. Портер. – М.: Альпина Паблишер, 2018. – 454 с.
3. Томпсон, А. А. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа / А. А. Томпсон, А. Дж. Стрикленд. – М.: Вильямс, 2019. – 928 с.
4. Железко, Б. А. Инжиниринг бизнес-процессов: пособие для обучающихся по специальности 1-27 80 01 «Инженерный бизнес (по направлениям)» / Б. А. Железко, О. А. Лавренова. – Мн. : БНТУ, 2021. – 102 с.

ОСАЖДЕНИЕ ЖЕЛЕЗА НА ПОВЕРХНОСТИ МОНОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Шеко А. Д., студент,
Никитин А. Д., студент

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Пропольский Д. Э.

Аннотация. Модификация фильтрующих материалов является перспективным направлением водоподготовки подземных вод. Применение таких материалов позволяет использовать в качестве исходного дешевые загрузки либо отходы производств, улучшить состояние окружающей среды и снизить затраты станций водоподготовки подземных вод.

Согласно Национальной системе мониторинга окружающей среды Республики Беларусь повышенное содержание соединений двухвалентного железа (Fe^{2+}) и марганца (Mn^{2+}) актуально для всех подземных вод страны. Это может быть вызвано их взаимодействием с дождевыми водами, которые прошли фильтрацию через почву с Fe и Mn содержащими минералами и породами. Предельно допустимая концентрация по железу и марганцу составляют 0,3 мг/л и 0,1 мг/л соответственно. Использование питьевой воды с превышением данных показателей приводит к неблагоприятным последствиям на здоровье человека и систему водоснабжения.

Существующие методы деферризации и деманганизации подземных вод [1, 2] включают в себя либо требуют этап фильтрации через слой инертного материала. Этот этап позволяет удерживать осадки, которые были образованы в результате окисления, в частности Fe и Mn. Эффективность фильтрации подземных вод будет во многом зависеть от экономически и технически обоснованного выбора фильтрующего материала [3, 4]. Такими материалами могут выступать распространенные природные (кварцевый песок, антрацит, цеолит, гравий и т. д.), а также модифицированные материалы.

В результате модификации (химической и/или термической обработкой) исходный материал приобретает улучшенные физико-химические свойства [4]. Например, нанесение покрытия из оксидов Fe, Mn, Si, Ca, Mg на поверхности загрузки дает возможность осуществлять обезжелезивание и деманганизацию подземных вод методом каталитического окисления.

В данных экспериментальных исследованиях проводилась модификация антрацита с помощью метода экзотермического горения в растворах (SCS). Для этого исходный материал обрабатывался раствором, где окислителем являлся нитрат железа $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Fe), а восстановителем – мочевины $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ (U) или лимонная кислота $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ (CA). Установленные ранее максимальные концентрации нитрата железа в образцах Fe–U и Fe–CA составили 30 % от растворимости нитрата в воде при температуре 20 °С.

Результаты лабораторного исследования полученных образцов показало следующее:

- согласно энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии при увеличении концентраций раствора наблюдается снижение концентрации железосодержащих фаз на поверхности материала;

- согласно результатам сканирующей электронной микроскопии, результаты которого представлены на рисунке 1, распределение железа на поверхности антрацита является неравномерным из-за наличия у антрацита двух разновидностей плоскости: пористой и гладкой. Это приводит к тому, что нанесение железосодержащих фаз на поверхность осуществлялось равномерно в случае с гладкой плоскостью (рис. 1, б), а в случае

с пористой – с ярковыраженными очагами (рис. 1, *а*). Данное наблюдение позволяет сделать вывод, что в результате модификации было получено прочное сцепление между исходным материалом и покрытием, что позволяет осуществлять обезжелезивание и деманганацию подземных вод.

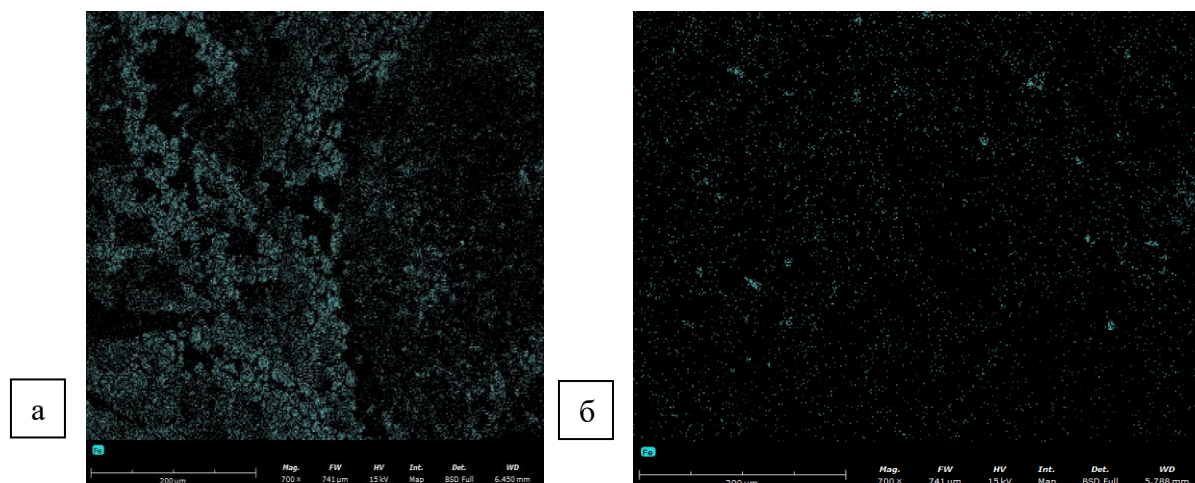


Рис. 1. Распределение железа, содержащегося в модифицированном покрытии на пористой (*а*) и гладкой поверхности антрацита (*б*)

Дополнительные лабораторные исследования образцов позволят определить оптимальные концентрации растворов, а также перспективные для дальнейшего исследования образцы модифицированных фильтрующих материалов. Все это позволит получить эффективные фильтрующие материалы для целей обезжелезивания подземных вод.

Список использованных источников

1. Пропольский, Д. Э. Обзор достижений водоподготовки в области деферризации и деманганации подземных вод / Д. Э. Пропольский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2025. – № 1. – С. 18–26.
2. Propolsky, D. Iron and Manganese Removal from Groundwater: Comprehensive Review of Filter Media Performance and Pathways to Polyfunctional Applications/ D. Propolsky, V. Romanovski // Environmental Science: Water Research & Technology. – 2025.
3. Пропольский, Д. Э. Фильтрующие материалы для обезжелезивания и деманганации подземных вод: критерии подбора, разновидности и условия применения / Д. Э. Пропольский // Водоснабжение и санитарная техника. – 2025. – № 4. – С. 10–19.
4. Propolsky, D. Modified activated carbon for deironing of underground water / D. Propolsky, E. Romanovskaia, W. Kwapinski, V. Romanovski // Environmental Research. – 2020. – Vol. 182. – P. 108996.

**ВОЗДУШНЫЕ ЛЭП НА ПОВЫШЕННЫХ ОПОРАХ: СПЕЦИФИКА
ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ МАССОВОГО ВНЕДРЕНИЯ**

**Шман Е. А., студент,
Атрошенко К. В., студент,
Зинчук С. А., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. В работе рассмотрены особенности и перспективы применения воздушных линий электропередачи на повышенных опорах, проанализирован зарубежный и успешный белорусский опыт их внедрения. Обоснована экологическая и эксплуатационная эффективность данной технологии при прохождении сложных ландшафтов, несмотря на специфику монтажа, и сделан вывод о целесообразности ее массового использования в современных энергосистемах.

Воздушные линии электропередач (ВЛ) на повышенных опорах представляют собой специальные участки воздушных сетей электропередачи, где для прокладки применяются опоры высотой, как правило, свыше 50 метров. Такая конструкция опор обеспечивает пролеты длиной до 700 м и позволяет размещать провода значительно выше крон лесов, болот и устьев рек, гарантируя тем самым непрерывность трассы и ее устойчивость во время использования.

Однако, несмотря на очевидные преимущества, у этой технологии есть ряд специфических особенностей, которые необходимо учитывать при проектировании. Во-первых, хотя технологическая просека для их сооружения и может быть уже, чем при стандартных опорах, но тем не менее она все равно необходима для установки самих мачт и дальнейшей эксплуатации линий электропередач. Во-вторых, сборка и монтаж высоких опор сопряжены с необходимостью привлечения специализированной техники (вышек, кранов-манипуляторов) и квалифицированных бригад, что увеличивает сроки и стоимость строительства. Наконец, эксплуатация таких ЛЭП требует более сложной организации технического обслуживания и ремонта: подъем к вершине мачты для инспекции, замены арматуры и провода осуществляется с повышенными мерами безопасности, а также может быть затруднен в зимний период и при неблагоприятных погодных условиях. Но все это не отменяет высокой эффективности технологии: учет всех этих факторов на этапе проектирования, стандартизация типовых решений, внедрение новых технологий монтажа и обслуживания, а также узкопрофильная подготовка кадров позволяют нивелировать дополнительные расходы и сложности, связанные с введением в эксплуатацию повышенных опор.

Доказательством этому служит широкий международный опыт, например, в Китайской Народной Республике при прокладке ультравысоковольтной ВЛ 1100 кВ «Чанцзи – Гуцюань» над рекой Янцзы возводили башни высотой от 300 метров (вплоть до 380!) для обеспечения безопасного пролета над водной гладью и лесными зарослями, а в Германии, на крупных межрегиональных ветках 380 кВ, применяются мачты высотой до 80 метров для минимизации вырубки при пересечении густо заросших равнин с целью соответствия федеральному и общеевропейскому экологическому законодательству. В России же, существует собственный багаж практического применения повышенных опор: при строительстве ВЛ 500 кВ через Волгу в Саратовской области были смонтированы опоры высотой 130 метров, а пролет между двумя берегами реки составил около 1700 метров; а в северных регионах, где в условиях глубокого промерзания грунта

необходимо было провести ВЛ над тундровым лесным массивом, применялись серийные железобетонные конструкции, устойчивые к обмерзанию и критически низким температурам [3]. Подобная практика в скором времени была успешно адаптирована в Беларуси.

Белорусский опыт внедрения повышенных опор начался в 2016 году на участке ВЛ 330 кВ «Молодечно – Минск Северная», где в условиях жестких требований к безопасности и необходимости подготовки сетей электропередачи к скорому введению строящейся БелАЭС в энергосистему Беларуси было принято решение применить 64 опоры высотой свыше 60 метров. Такое решение позволило гарантировать надежную подачу электроэнергии и минимизировать вмешательство в лесные массивы при прокладке прямой линии большой протяженности. В 2018 году аналогичный подход был испытан на ВЛ 110 кВ «Калинковичи – Дрозды»: здесь применялись облегченные стальные решетчатые опоры повышенной высоты, что по итогу подтвердило жизнеспособность и потенциал развития технологии на проводах более низких уровней напряжения [2]. Оба проекта стали пилотными по своей мере внедрения в Республике Беларусь, и были, можно сказать, «обкаточным» элементом в белорусской энергосистеме. В итоге полученные эксплуатационные данные легли в основу обновленной нормативной базы, что уже сегодня позволяет переходить от индивидуального проектирования каждой отдельной линии к использованию унифицированных типовых узлов. Таким образом, белорусский опыт заложил фундамент для перехода от опытных проектов к масштабному внедрению, подтверждая этим свою экономическую, экологическую и эксплуатационную эффективность повышенных опор.

В завершение стоит отметить, что опыт ведущих энергетических систем мира, а также успешные локальные пилотные проекты Беларуси демонстрируют: повышенные опоры способны стать ключевым элементом в прокладке воздушных линий электропередач через сложные природные ландшафты в мировом и локальном масштабах. Их широкое применение позволяет сочетать высокую надежность электропередачи и электроснабжения с минимальным вмешательством в природу, поддерживая сегодняшний экологический вектор развития энергетики и промышленности, а стандартизация решений и развитие монтажных технологий открывают путь к экономическому и оперативному масштабированию. В перспективе данная технология может найти еще более широкое применение: от магистральных линий ультравысокого напряжения (750–1150 кВ) до локальных сетей сельскохозяйственных и промышленных объектов – все это подтверждает, что на сегодняшний день повышенные опоры являются универсальным решением многих проблем энергосистем, указывая на готовность к массовому внедрению.

Список использованных источников

1. Электрические сети внешнего электроснабжения: СН 4.04.05–2025. – Взамен СН 4.04.04–2023; введ. 17.07.2025. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2025.
2. Официальный сайт РУП «Белэнергосетьпроект»: [сайт]. – URL: <https://www.besp.by/index.php/ru/> (дата обращения: 20.11.2025).
3. Смазнов, Д. Н. Высотные опоры в индивидуальном проектировании воздушных линий / Д. Н. Смазнов, С. В. Родчихин, А. В. Москалев, К. Н. Зимин. // ЕДИНОЙ СЕТИ. – 2017. – № 1 (30). – С. 39–45.

ТАМОЖЕННО-ЛОГИСТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ГЕОПОЛИТИКИ

Яковлева В. Р., студент,

Ковалевская А. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: преподаватель Новикова Е. А.

Аннотация. Рассматриваются особенности формирования и реализации таможенно-логистического потенциала Республики Беларусь. Обосновывается необходимость диверсификации маршрутов и дальнейшего развития инфраструктуры. Подчеркивается решающая роль потенциала в укреплении экономического суверенитета страны.

В условиях глобализации и меняющейся геополитической обстановки устойчивое ресурсное обеспечение промышленности становится критически важным для любой национальной экономики. Республика Беларусь, обладая выгодным географическим положением на стыке интеграционных объединений и крупных экономических блоков, исторически является важным транзитным звеном. Таможенно-логистический потенциал страны, включающий развитую инфраструктуру, правовое регулирование и кадровый ресурс, определяет способность белорусской промышленности бесперебойно получать необходимые ресурсы и эффективно экспортировать готовую продукцию.

Географическое положение Беларуси между Востоком и Западом исторически определяет ее роль важного транзитного узла. Страна находится на пересечении ключевых транспортных коридоров «Восток – Запад» и «Север – Юг», соединяющих рынки ЕС, ЕАЭС и Азии. Членство в ЕАЭС предоставляет Беларуси доступ к единому экономическому пространству с общими таможенными правилами, что значительно упрощает перемещение товаров внутри союза. Структура национального логистического рынка значительно отличается от структуры мирового рынка, что во многом определяется низким уровнем развития логистического сегмента [2]. Ключевые компоненты потенциала включают развитую транспортную инфраструктуру: в случае использования авторской классификации получается, что на территории Беларуси нет объектов узловой инфраструктуры логистики, которые по совокупности 7 критериев относятся к категории «логистический центр». Большинство объектов – это «складской комплекс» (РУП «Белтаможсервис», ООО «Балтспед логистик», ЧУСП «Кейсон Беларусь» и др.) или «распределительный центр» (ООО «Евроторг», ООО «Амазон Колорит», ЗАО «Чистый берег» и др.) в зависимости от принадлежности обслуживаемого потока [1]. Таможенная система характеризуется цифровизацией процедур, институтом уполномоченного экономического оператора и свободными экономическими зонами, создающими благоприятные условия для бизнеса.

Современные вызовы обусловлены геополитическими изменениями. Санкционное давление привело к нарушению традиционных логистических маршрутов, увеличению издержек и сроков доставки, а также ограничению доступа к некоторым рынкам и технологиям. Эти факторы требуют пересмотра логистической стратегии страны.

Роль в обеспечении промышленности остается решающей, поскольку развитая инфраструктура и гибкая таможенная политика позволяют:

- диверсифицировать направления поставок и сбыта;
- обеспечивать бесперебойный импорт критически важных ресурсов;
- поддерживать экспортноориентированные производства;
- стимулировать импортозамещение через преференции СЭЗ;
- привлекать новые транзитные грузопотоки.

Стратегические направления развития включают дальнейшую технологический прогресс, развитие мультимодальных перевозок, укрепление международного сотрудничества в рамках ЕАЭС, ШОС и БРИКС, модернизацию инфраструктуры и повышение квалификации кадров. Реализация этих мер позволит максимально использовать транзитный потенциал страны в новых геополитических условиях.

Таким образом, таможенно-логистический потенциал Республики Беларусь является не просто набором инфраструктурных объектов и процедур, а стратегическим активом, способным обеспечить устойчивое ресурсное обеспечение промышленного развития страны в условиях беспрецедентных геополитических изменений. Гибкость, адаптивность и стратегическое планирование в этой сфере позволяют минимизировать внешние риски, диверсифицировать экономические связи и укрепить промышленный суверенитет. Дальнейшее развитие и эффективное использование этого потенциала, подкрепленное инновациями и международным сотрудничеством, станет залогом стабильности и процветания белорусской экономики.

Список использованных источников

1. Зорина, Т. Г. Состояние и перспективы развития логистических центров в Республике Беларусь / Т. Г. Зорина, Ю. Л. Трухан // Белорусский экономический журнал. – 2020. – № 4. – С. 139–150.
2. Божанов, П. В. Логистическая деятельность в Беларуси: меняется и проблемы = Логистическая деятельность в Беларуси: тенденции и проблемы / П. В. Божанов // Наука и техника. – 2017. – № 5. – С. 506–514.
3. Домнина, С. В. Развитие рынка транспортно-логистических услуг в странах-членах Евразийского экономического союза / С. В. Домнина, А. И. Федоренко // Логистика сегодня. – 2014. – № 6. – С. 344–361
4. Антюшеня, Д. М. Транспортно-логистическая система Республики Беларусь: становление и развитие / Д. М. Антюшеня. – Мн. : БНТУ, 2016. – 222 с.

ЦИФРОВАЯ ЛОГИСТИКА КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ян Шухэн, аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Жудро Н. В.

Аннотация. В статье рассматривается влияние цифровой логистики на конкурентоспособность промышленности Республики Беларусь. Обоснована необходимость институциональной поддержки, развития кадровых компетенций и международной кооперации для ускорения цифровой трансформации промышленности.

Методологическая база исследования опирается на системный, институциональный и инновационно-ориентированный подходы. Системный подход рассматривает промышленность как совокупность взаимосвязанных подсистем, институциональный – анализирует нормативные условия внедрения инноваций, а инновационно-ориентированный – выделяет новые факторы конкурентоспособности, формируемые цифровыми технологиями.

Исследования показывают, что промышленность Беларуси сталкивается с износом оборудования, ограниченным доступом к цифровым решениям и низкой степенью интеграции инноваций. Институциональные барьеры и недостаточная координация между участниками экономики также замедляют цифровую трансформацию. Уровень цифровизации логистики составляет около 35 %, что значительно ниже показателей ЕС (65 %). Исследования подтверждают, что внедрение цифровых технологий повышает производительность и снижает издержки: опыт Польши и Литвы показывает сокращение транспортных затрат на 18–22 %.

Мировая практика демонстрирует, что интеллектуальные логистические сети и цифровые коридоры (Германия, Южная Корея, ЕС) позволяют снижать транспортные расходы и повышать эффективность поставок [1]. Это подчеркивает необходимость ускоренной цифровизации белорусских предприятий для обеспечения устойчивого роста и повышения их конкурентоспособности.

Основные направления повышения конкурентоспособности промышленности Республики Беларусь включают цифровизацию логистических процессов, развитие инновационной инфраструктуры, совершенствование институциональной среды, укрепление человеческого капитала, международную кооперацию и переход к устойчивой логистике.

Первостепенное значение имеет внедрение технологий Интернета вещей, искусственного интеллекта, больших данных и блокчейна, что обеспечивает прозрачность операций, оптимизацию маршрутов и снижение издержек. Применение цифровых двойников и предиктивной аналитики повышает эффективность эксплуатации оборудования и сокращает простои, усиливая устойчивость производственно-логистических систем [2; 4].

Развитие инновационной инфраструктуры предполагает создание логистических хабов, промышленных парков и исследовательских центров, ориентированных на тестирование и внедрение цифровых технологий. Взаимодействие университетов, научных организаций и предприятий способствует формированию экспериментальных площадок цифровой логистики.

В институциональной сфере необходимы налоговые стимулы, гранты и льготное финансирование цифровых проектов, а также упрощение процедур, связанных с внедрением технологий. Использование «регуляторных песочниц» и пилотных зон цифровой

трансформации повышает гибкость адаптации нормативной базы и снижает риски инновационной деятельности [5].

Ключевым элементом является развитие человеческого капитала через образовательные программы по цифровой логистике, риск-менеджменту и инновациям, а также внедрение моделей дуального и непрерывного образования. Это обеспечивает подготовку кадров, способных работать в условиях цифровой экономики.

Международная кооперация с партнерами ЕАЭС и ЕС способствует обмену технологиями и стимулирует интеграцию предприятий в трансграничные инновационные кластеры, что повышает экспортный потенциал промышленности.

Переход к устойчивой логистике предполагает внедрение ESG-принципов, развитие «зеленых» коридоров и использование экологичных технологий. Как отмечают Осинцев и Рахмангулов [3], экологизация транспортных процессов усиливает конкурентные преимущества предприятий и соответствует глобальным требованиям циркулярной экономики.

Комплекс реализуемых направлений обеспечивает цифровую трансформацию и повышение эффективности промышленности Беларуси, формируя основу для ее устойчивого и инновационно-ориентированного развития. Системная цифровизация логистики выступает ключевым фактором укрепления конкурентных позиций страны в глобальной экономике.

Список использованных источников

1. Жуковская, И. Ф. Логистика в условиях цифровой трансформации экономики / И. Ф. Жуковская // Вестник науки. – 2024. – № 5. – С. 5–18. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/logistika-v-usloviyah-tsifrovoy-transformatsii-ekonomiki> (дата обращения: 26.10.2025).
2. Столяров, А. Д. Цифровая трансформация логистики предприятия с использованием цифровых двойников / А. Д. Столяров, А. М. Файзуллина // Beneficium. – 2024. – Т. 2, № 51. – С. 23–31. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-logistiki-predpriyatiya-s-ispolzovaniem-tsifrovyyh-dvoynikov> (дата обращения: 25.10.2025).
3. Осинцев, Н. А. Систематический обзор исследований в области зеленой и устойчивой логистики / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2024. – № 68. – С. 7–39. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematicheskii-obzor-issledovaniy-v-oblasti-zelyonoy-i-ustoychivoy-logistiki> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Основные тренды цифровой логистики / В. Л. Василенок, А. И. Круглова, В. В. Негреева [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент» – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 69–78. – URL: https://economics.ihtb.ifmo.ru/article/19478/article_19478.htm (дата обращения: 27.10.2025).
5. Никонова, А. А. Институциональные условия и барьеры к интенсивным инновациям / А. А. Никонова // ЭКО. – 2016. – № 2. – С. 105–118. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/institutsionalnye-usloviya-i-bariery-k-intensivnym-innovatsiyam> (дата обращения: 27.10.2025).

SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND BIOPHILIC DESIGN: INTEGRATING NATURAL ELEMENTS INTO THE CONTEMPORARY URBAN ENVIRONMENT

Trifonova S. T., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: senior lecturer G. V. Prybylskaja

Abstract. This article examines Biophilic Design (BD) as an interdisciplinary strategy for enhancing urban sustainability. Three categories of biophilic stimuli are analyzed, demonstrating how their systematic application contributes to achieving Sustainable Development Goals (SDGs) 11 and 3. It is emphasized that the integration of BD – from vertical greening to fractal patterns – optimizes environmental parameters and improves the psycho-physiological well-being of city dwellers.

Contemporary cities are major consumers of resources and generators of waste. In the context of climate change, exponential population growth, and urbanization, traditional, anthropocentric approaches to construction and territorial management are becoming unviable. Biophilic Design (BD) is not merely an aesthetic embellishment but a scientifically grounded, interdisciplinary strategy aimed at restoring the innate human connection with nature (a concept developed by Edward O. Wilson in 1984 as the "biophilia hypothesis") [4]. The objective of this article is to demonstrate how the multi-scale, systematic application of BD principles contributes to achieving specific Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 11 (Sustainable Cities and Communities) and SDG 3 (Good Health and Well-being), through the optimization of the environmental and psycho-physiological parameters of the urban environment [1].

For effective integration, it is necessary to clearly understand and apply the three categories of biophilic stimuli proposed by Stephen R. Kellert: Direct Experience of Nature, Indirect Experience of Nature, and Experience of Space and Place [2]. Direct contact is realized through green roofs (providing thermoregulation and reducing surface runoff), vertical greening (serving as a biofilter for atmospheric pollutants), and the integration of water features such as rain gardens and bioswales for managing stormwater runoff (LID). Indirect experience includes the use of natural materials (wood, stone) while preserving their natural texture, the application of biomorphic forms and patterns, particularly fractal structures, and the use of natural color palettes. The Experience of Space and Place mimics human evolutionary needs for safety and exploration, achieved through creating zones of Prospect and Refuge and introducing elements of Complexity and Order that emulate natural landscapes. The integration of BD must be systemic and manifest at various scales: at the micro-scale (individual building), where greening reduces facade surface temperatures by 5–10 °C and saves up to 25 % on air conditioning energy; at the meso-scale (neighborhood), through the creation of green corridors for fauna migration and improved recreation; and at the macro-scale (city), through the development of a unified "blue-green framework" as climate adaptation infrastructure. The impact on health (SDG 3 [3]) is measurable: exposure to natural imagery reduces cortisol levels, improves cognitive functions (Attention Restoration Theory [1]), and accelerates patient recovery [2].

Despite the evident advantages, the implementation of Biophilic Design (BD) in the urban environment faces several significant barriers.

Firstly, there are high initial investment costs (CAPEX). The design and realization of complex "living" systems, such as multi-level green roofs, integrated rainwater harvesting systems, or actively vegetated facades, require substantial capital outlays that often exceed standard budgets for conventional construction.

Secondly, there is a lack of unified regulations and standards for the operation of these "living" systems. Existing building codes and regulations (SNiPs) do not always adequately address safety issues (e. g., wind loads on green facades), fire safety, and the durability of such elements. This creates legal uncertainty for developers and architects.

Thirdly, long-term maintenance (OPEX) presents a serious challenge. Operating biophilic elements necessitates specialized knowledge and regular care that differs from standard building maintenance. A shortage of qualified specialists to maintain vertical gardens or complex water features can lead to system degradation, loss of functionality, and consequently, the loss of the claimed ecological and recreational value [3].

Solutions to these problems require a comprehensive approach at the level of state policy and municipal management. This includes financial incentives: developing targeted subsidy programs and offering tax credits for projects incorporating BD, especially for small and medium-sized enterprises and the residential sector. Integrating BD principles into mandatory urban planning regulations (Land Use Plans, Zoning Rules) could involve setting minimum thresholds for the proportion of vegetated surfaces or mandating the use of fractal patterns in public space design. Furthermore, establishing centers of expertise and specialized educational programs for architects, engineers, landscape designers, and, critically, for management companies will ensure the necessary expertise for the high-quality, long-term maintenance of "living" infrastructural solutions. Systematically overcoming these barriers will allow biophilic design to transition from a niche practice to a standard component of sustainable urban development [4].

Biophilic Design (BD) acts not merely as an aesthetic trend but as a critically important methodological tool for achieving a fundamental shift in architecture and urban planning – a transition from the concept of "sustainability" to "regenerative architecture". This means moving from minimizing negative impact to actively restoring and improving urban ecosystems and resident well-being. This transition is closely linked to the Sustainable Development Goals (SDGs): BD directly addresses issues outlined in SDG 11 (Sustainable Cities) by integrating nature into the very structure of buildings and districts, thereby increasing biodiversity, mitigating the "urban heat island" effect, and improving water management. It also addresses SDG 3 (Health) by utilizing scientifically grounded principles of human connection to nature to reduce stress, improve cognitive function, and accelerate health recovery. The key difference between BD and simple greening lies in its systemic and multi-scalar approach: nature is integrated at the city level (green corridors), the building level (facades, lighting), and the interior level (textures, patterns), transforming natural elements from decoration into active functional infrastructure components (biofiltration, thermoregulation, water management). Consequently, biophilic design is the operationalization of regenerative architecture principles, offering concrete methods for designing environments that actively heal both the planet and its inhabitants.

References

1. The Experience of Nature: A Psychological Perspective / ed. R. Kaplan, S. Kaplan. – Cambridge: Cambridge University Press, 1989. – 390 p.
2. Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life / S. R. Kellert. – Hoboken: Wiley, 2005. – 352 p.
3. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. – New York: United Nations, 2015. – 41 p.
4. Wilson, E. O. Biophilia. – Cambridge, MA: Harvard University Press, 1984. – 244 p.

ENGLISH AS A TOOL FOR WORKING WITH DATABASES OF FOREIGN SCIENTIFIC PUBLICATIONS ON METALLURGY AND MINING

Zhizneuskaya E. S., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: lecturer Bondarchuk D. I.

Abstract. The paper analyzes the role of English as a key tool for accessing international databases of scientific publications on metallurgy and mining. Specialized resources OneMine and Compendex, professional terminology and effective strategies for searching information are considered.

In today's scientific and industrial landscape, the English language has established itself as the dominant and integral means of international communication. For specialists in metallurgy and mining, English is becoming not just an advantage, but a necessity. This allows for direct access to cutting-edge research, technology, and global databases that publish materials primarily in English. This research paper analyzes exactly how English serves as a practical tool for working with these critically important resources.

To carry out a full-fledged analysis in metallurgy and mining, it is necessary to confidently navigate through specialized bibliographic databases. One of the key resources is the OneMine digital archive, which houses collections of scientific papers from esteemed and trusted organizations such as The Society of Mining Engineers (SME) and The Minerals, Metals & Materials Society (TMS). Another important resource is Compendex (Ei Village 2), which is the largest interdisciplinary engineering database indexing thousands of journals since 1884. To search for materials related to 1884. The OnePetro platform is actively used to search for materials related to rock mechanics and drilling. The multidisciplinary Web of Science and Scopus databases provide powerful tools for tracking citations and analyzing scientific metrics, which helps assess the significance of publications [1; 2].

Working with these platforms requires fluency not only in general English, but also in specialized industry vocabulary. Without an accurate understanding of the terms, the formation of search queries becomes impossible. For example, to accurately search in mining, it is necessary to distinguish between the concepts of "open-pit mining" and "underground mining", as well as to know specialized methods such as "block caving" and "room and pillar mining". Knowledge of terms describing processes, for example, "agitation" in hydrometallurgy, allows you to purposefully find articles on specific technological aspects.

Overcoming the language barrier and developing literary skills is a consistent process. The first step is an active and systematic study of industry vocabulary. For this purpose, it is useful to use specialized glossaries and dictionaries available through university library guides. For example, the Penn State University Mining Resource Guide offers a structured list of key terms and databases to get started.

The next stage is the use of language resources designed specifically for academic and professional purposes. There are specialized courses such as "Effective English Communication in Mining" from the Australian Institute of Mining and Metallurgy, which helps professionals develop the skills necessary to understand technical documentation and write reports.

Regular practice of reading popular science and review articles in the field of STEM in English is of great benefit. This allows you to get used to the style of presentation and expands the vocabulary, serving as a bridge between educational materials and complex academic texts.

After mastering the basic terminology, the search efficiency increases dramatically. Instead of simple queries, it becomes possible to build complex combinations using Boolean

operators (AND, OR, NOT). This allows you to narrow down the search area and find exactly the materials that meet the researcher's highly specialized needs.

Of particular importance is the practical application of English to analyze specific production cases. For example, when studying Rio Tinto's experience in implementing an autonomous dump truck system in Western Australia, primary sources and technical documentation are available exclusively in English. The analysis of such materials makes it possible to understand not only the technological aspects, but also the project management techniques used by international corporations [3].

Another practically important aspect is working with patent documentation. The WIPO Patentscope and USPTO databases contain detailed descriptions of technological innovations in mineral processing and metallurgical processes. For example, the HYL/Energiron direct iron reduction technology patents contain detailed technical specifications available only in English. The ability to work with such documentation directly affects the possibility of implementing advanced solutions [4].

Tracking news portals and professional forums is useful for monitoring current industry trends. Resources like Mining Weekly and Mining Technology regularly publish analytical reviews of the metal market, reports on new projects and interviews with leading experts. This information helps to form an up-to-date view of the industry's development on a global scale.

As a result, the English language serves not just as an additional skill, a necessary professional tool for working with global information resources in metallurgy and mining. Its mastery allows specialists to reach the international level, providing access to the latest scientific works, technologies and research. This ultimately contributes to technological development and competitiveness in the industrial sector.

References

1. Mining Engineering and Mineral Resources – Library Guides // Guides.libraries.psu.edu. – URL: <https://guides.libraries.psu.edu/miningminresources> (date of access: 26.11.2025).
2. A Guide to Mining Equipment & Mining Machines // Mfe-is.com. – URL: <https://mfe-is.com/mining-tools/> (date of access: 26.11.2025).
3. Minerals Mining Tools for Beginners // B2bmineral.com. – URL: <https://b2bmineral.com/post/minerals-mining-tools-for-beginners> (date of access: 27.11.2025).
4. 2025 Mining Terms Explained // An Underground Miner. – URL: <https://anundergroundminer.com/blog/mining-terms-explained> (date of access: 28.11.2025).

СЕКЦИЯ 2. ДОРОЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО И АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИЕ

УДК 658.51

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЦЕХА СБОРКИ АВТОМОБИЛЕЙ

Будаговский И. В., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Короткевич Л. М.

Аннотация. В статье рассматривается актуальная проблема повышение эффективности работы цеха сборки автомобилей, поиск путей повышения качества продукции, снижение трудоемкости сборочных операций и оптимизацию затрат с помощью таких систем, как Бережливое производство Lean Production, Kanban.

Автомобильная промышленность занимают важную роль в экономике Республики Беларусь и снижает зависимость от импорта автомобильной техники, это в свою очередь позволяет поддерживать отрасль машиностроения на высоком уровне [2]. Машиностроение является материальной базой научно-технического прогресса. Однако современные компании сталкиваются с вызовом: как постоянно обеспечивать высокое качество продукции, снижать затраты и сохранять гибкость в меняющихся рыночных условиях.

Проблемы, которые характерны автосборочным предприятиям при большой номенклатуре выпускаемых моделей автомобилей:

- избыточные запасы комплектующих на линии;
- дефицит нужных деталей в нужный момент;
- роста незавершенного производства;
- скрывания реальных проблем в производстве за счет больших буферных запасов.

Актуальность данного исследования обуславливает необходимость повышения эффективности производственных процессов в условиях жесткой конкуренции, нестабильной экономической среды и растущего давления на снижение издержек.

Цели и задачи исследования. Изучить существующую технологию конвейерной сборки автомобильной техники, ознакомиться с методами организации производства, разработать мероприятия для повышения эффективности производственных процессов.

Методика исследований. Финансовые результаты предприятия напрямую зависят от того, насколько грамотно организованы все производственные процессы. Бизнес теряет больше прибыли, если организация производственного процесса находится на низком уровне, а фактические показатели сильно отстают от плановых.

Задачи исследования:

Аналитическая:

- провести комплексный анализ и изучить существующую технологию конвейерной сборки автомобильной техники [2];
- оценить текущее состояние производственных процессов, идентифицировать узкие места, потери и отклонения фактических показателей от плановых.

Теоретическая:

- ознакомиться с современными методами и системами организации производства, доказавшими свою эффективность на ведущих машиностроительных предприятиях мира.

Для устранения выявленных проблем применяются апробированные методы бизнес-процессов показавшие свою эффективность на ведущих предприятиях машиностроения.

В рамках данного исследования в качестве ключевых инструментов предлагаются:

- Бережливое производство (Lean Production);
- организации производства и снабжения (Kanban).

Система Бережливого производства (Lean Production): как философская и методологическая база для устранения всех видов потерь и создания культуры непрерывного совершенствования (Кайдзен) [2]. Система Бережливого производства (Lean Production) представляет собой комплексный подход, направленный на максимальное устранение всех видов потерь (яп. муда) в процессе сборки, что позволяет добиться значительного повышения операционной эффективности, гибкости и качества продукции.

Система Kanban: как конкретный инструмент визуального управления и организации вытягивающего производства, обеспечивающий синхронизацию снабжения линии комплектующими со скоростью сборки.

Смысл идеи применения Kanban заключается в применении системы вытягивающего производства (Pull System) – это принцип, при котором последующая операция «вытягивает» необходимые ей детали у предыдущей операции в нужном количестве и точно в нужное время [1]. Это позволяет синхронизировать потоки материалов и информации, устраняя излишки и выявляя узкие места.

Вывод: проведенное исследование показало, что для повышения эффективности работы сборочного цеха необходим системный подход, сочетающий современные методы управления. Совместное встраивание принципов Бережливого производства и системы Kanban в производственные цепочки позволяет комплексно решить ключевые проблемы производства:

- Бережливое производство формирует культуру непрерывного совершенствования;
- система Kanban обеспечивает практическую реализацию вытягивающего производства;
- совместное использование этих подходов создает саморегулирующуюся производственную систему.

Практическая значимость заключается в достижении следующих результатов:

- ликвидация избыточных запасов и дефицита комплектующих;
- снижение производственных издержек;
- повышение гибкости и ритмичности производства;
- улучшение качества продукции.

Реализация предложенной системы управления позволит трансформировать авто-сборочный цех в конкурентоспособное производство, способное эффективно функционировать в условиях изменяющегося рынка. Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка детального плана внедрения и оценка экономического эффекта.

Список использованных источников

1. Барроуз, М. Kanban. Взгляд изнутри / М. Барроуз. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 312 с.
2. Вумек, Дж. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс Вумек, Дэниел Джонс. – М. : Альпина Паблишер, 2013. – 472 с.

АДАПТИВНАЯ МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РИСКОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ I КАТЕГОРИИ С УЧЕТОМ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОКРЫТИЯ

Бурова М. Г., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Богданович С. В.

Аннотация. В работе представлена адаптивная методика оценки рисков для дорог I категории, интегрирующая динамические показатели ровности и сцепления покрытия. Подход повышает точность прогнозирования аварийности за счет учета влияния текущего эксплуатационного состояния полотна на безопасность движения.

Обеспечение безопасности на автомобильных дорогах I категории в Республике Беларусь, многие участки которых имеют высокую интенсивность движения и повышенный до 120 км/ч, скоростной режим, требует пересмотра ряда подходов к оценке состояния дорожного покрытия. Международный индекс ровности (IRI), может быть недостаточно информативным в условиях изменчивости климата и специфических эксплуатационных нагрузок [1, 2]. Статические нормативы IRI не способны в полной мере отразить динамический характер инфраструктурных рисков, которые изменяются под воздействием сезонных климатических факторов и комплексного износа покрытия. Нами предлагается адаптивная методика оценки рисков, основанная на динамическом подходе, который интегрирует сезонную изменчивость состояния покрытия, основные эксплуатационные параметры и дифференцированные требования к скоростным режимам.

Климат Республики Беларусь отличается значительными сезонными перепадами температур (от -20°C зимой до $+35^{\circ}\text{C}$ летом), большим количеством циклов замораживания–оттаивания (50–70 и более за зиму) и высокой влажностью и оказывает нелинейное воздействие на состояние дорожного покрытия [3]. Весной происходит резкое увеличение IRI вследствие морозного разрушения. Летом высокие температуры могут приводить к пластическим деформациям, а зимой снег и лед маскируют реальную ровность.

Более того, на высоких скоростях (120 км/ч) влияние неровностей на безопасность движения нелинейно возрастает. Время реакции водителя ($\sim 0,5\text{--}1$ сек) трансформируется в значительный тормозной путь ($\sim 17\text{--}33$ м), а вертикальные ускорения, испытываемые автомобилем, в 2–3 раза превышают аналогичные показатели при скорости 90 км/ч. Это обуславливает необходимость введения более жестких требований к состоянию покрытия на дорогах I категории. Использование усредненных, статичных нормативов IRI в таких условиях приводит к недооценке реальных рисков.

Для преодоления ограничений существующих подходов предлагается трехуровневая адаптивная методика оценки инфраструктурных рисков.

1. Сезонная дифференциация пороговых значений IRI. Первым шагом является отказ от единого норматива IRI и введение сезонных пороговых значений. На основе анализа влияния климатических факторов предлагается установить различные допустимые и критические значения IRI для летнего, весеннего (после оттепели), осеннего (период дождей) и зимнего периодов. Такой подход позволяет адекватно реагировать на временное, но критическое ухудшение ровности, например, после зимы, и планировать ремонтные работы более эффективно.

2. Внедрение комплексного Индекса безопасности покрытия (ИБП). Ровность является лишь одним из факторов безопасности. Одинаковое значение IRI (например, 3,5 м/км) может соответствовать как относительно безопасному покрытию из щебеночно-

мастичного асфальтобетона (ЩМА) с высоким коэффициентом сцепления (0,50–0,55), так и опасному изношенному плотному асфальтобетону с низким сцеплением (0,35–0,40), особенно на мокрой дороге [4]. В связи с этим предлагается ввести комплексный показатель – Индекс безопасности покрытия (ИБП), рассчитываемый по формуле:

$$\text{ИБП} = \text{IRI} * K_{\text{сц}} * K_{\text{колея}} \quad (1)$$

где IRI – международный индекс ровности;

$K_{\text{сц}}$ – нормализованный и инвертированный коэффициент сцепления (чем ниже сцепление, тем выше коэффициент, усиливающий итоговый риск);

$K_{\text{колея}}$ – коэффициент колеяности (отношение фактической глубины колеи к допустимой).

Данный интегральный показатель позволяет получить объективную оценку риска, учитывая взаимосвязанное влияние ключевых дефектов покрытия.

3. Дифференциация требований по скоростным режимам. Учитывая нелинейное возрастание рисков с увеличением скорости, методика предполагает установление более строгих пороговых значений ИБП для участков дорог I категории с разрешенной скоростью 120 км/ч по сравнению с участками, где скорость ограничена 90–100 км/ч. Это позволит целенаправленно применять ресурсы для поддержания идеального состояния покрытия именно там, где последствия от его дефектов наиболее серьезны.

Таким образом осуществляется переход от статической оценки состояния дорог к адаптивной, динамической модели управления инфраструктурными рисками. Предлагается методика, комплексно учитывающая климатическую цикличность, синергетический эффект различных видов деградации покрытия и специфику скоростных режимов на дорогах I категории в условиях Республики Беларусь.

Практическое внедрение данной методики позволит дорожным службам точнее идентифицировать и ранжировать участки дорог с высоким уровнем риска; оптимизировать планирование и распределение ресурсов на содержание и ремонт; повысить общую безопасность дорожного движения за счет устранения неочевидных, но критических дефектов.

Предложенная методика закладывает основу для разработки интеллектуальных систем мониторинга и управления рисками. Дальнейшие исследования будут направлены на валидацию предложенной модели и установление количественной корреляции между Индексом безопасности покрытия и статистикой дорожно-транспортных происшествий на дорогах Республики Беларусь, что позволит откалибровать пороговые значения и повысить точность прогнозирования аварийности.

Список использованных источников

1. Исследование показателей ровности дорожного покрытия (IRI) на автомобильных дорогах общего пользования / А. Х. Уроков, Р. Р. Соаталиев // Молодой ученый. – 2023. – № 21 (468). – С. 111–115. – URL: <https://moluch.ru/archive/468/103232> (дата обращения: 19.11.2025).
2. Оценка ровности дорожного покрытия на основании проектного решения / И. И. Леонович, И. В. Нестерович // Наука и техника. – 2003. – № 1. – С. 8–13. – URL: <https://sat.bntu.by/jour/article/viewFile/1567/1466> (дата обращения: 19.11.2025).
3. Методология оценки воздействия изменения климата, уязвимости и климатических рисков в транспортной системе в Республике Беларусь/ Д. В. Капский, С. В. Богданович, Ю. В. Буртыль. – Мн. : БНТУ, 2022. – 256 с.

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Бурова М. Г., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Богданович С. В.

Аннотация. В работе исследуется влияние геометрических и эксплуатационных параметров дороги на безопасность высокоскоростного движения. Определены критические сочетания факторов риска и предложены меры по снижению аварийности на магистралях.

Повышение безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах с повышенным скоростным режимом является одной из важнейших задач транспортной системы Республики Беларусь. Развитие дорожной сети, увеличение разрешенных скоростей и рост интенсивности транспортных потоков требуют пересмотра существующих подходов к оценке инфраструктурных рисков. Традиционные методики, в рамках которых анализ влияния отдельных элементов дорожной инфраструктуры, таких как состояние покрытия, наличие и тип ограждений, качество разметки, производится изолированно, не в полной мере отвечают современным условиям. Подобный подход упускает из виду нелинейный характер взаимодействия различных факторов, при котором их совместное влияние может существенно превышать сумму индивидуальных воздействий [1, 2].

По нашему мнению, сегодня становится актуальной задача перехода к новой парадигме оценки безопасности, основанной на количественной модели взаимовлияния инфраструктурных факторов. Нами предлагается концепция синергетической модели, способной учитывать комплексное воздействие недостатков дорожной инфраструктуры на вероятность возникновения и тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий. Исходное положение заключается в том, что сочетание нескольких факторов с умеренным уровнем опасности может формировать условия для возникновения чрезвычайно высокого совокупного риска.

Рассмотрим условный, но достаточно показательный пример для скоростной автомобильной дороги I категории. Наличие колеи на асфальтобетонном покрытии можно классифицировать как фактор среднего уровня риска. Аналогично, частично стертая дорожная разметка, особенно в условиях ограниченной видимости, также представляет собой умеренную угрозу. Атмосферные осадки в виде дождя, снижающие коэффициент сцепления, являются третьим независимым фактором среднего риска. В рамках традиционного анализа, каждый из этих элементов будет рассмотрен отдельно, и результирующая оценка, вероятно, не выйдет за пределы умеренных значений. Однако практический опыт и анализ аварийности показывают иную картину. Водитель, движущийся с высокой скоростью в дождь по дороге со стертой разметкой, рискует неверно оценить границы полосы движения. Попадание колеса в колею, заполненную водой, может спровоцировать эффект аквапланирования, практически гарантирующий потерю управления автомобилем. Таким образом, комбинация трех факторов среднего уровня опасности создает предпосылки для происшествия с тяжкими последствиями, что характеризует суммарный риск как предельно высокий.

Такой пример показывает ограниченность аддитивных моделей оценки, где риски просто суммируются, и подчеркивает потребность в разработке моделей, учитывающих мультипликативный эффект [3]. Существующие исследования подтверждают, что для более точного отражения усиливающего взаимодействия факторов риска целесообразно

применять мультипликативные модели, где итоговый показатель опасности является произведением, а не суммой коэффициентов [1, 4].

В связи с изложенным нами предлагается ввести в инженерную практику коэффициенты взаимного усиления инфраструктурных рисков. Эти коэффициенты представляют собой расчетные величины, количественно описывающие мультипликативный эффект, который возникает при наложении конкретных инфраструктурных недостатков друг на друга. Разработка таких коэффициентов потребует проведения масштабных исследований с использованием статистического анализа данных об аварийности, натурных экспериментов и методов имитационного моделирования [5]. В то же время, создание подобной модели позволит не просто констатировать наличие или отсутствие дефектов, а прогнозировать уровень опасности для конкретных участков дорожной сети с учетом их сочетанного проявления.

Внедрение данного подхода в практику дорожных служб Республики Беларусь позволит перейти на новый уровень управления безопасностью. Вместо того чтобы концентрировать ресурсы на устранении отдельных, пусть и значительных, недостатков, появится возможность выявлять наиболее опасные комбинации факторов и разработать обоснованную очередность работ по их одновременному устранению. Это обеспечит более рациональное распределение бюджетных средств и направление их на те участки и мероприятия, где можно достичь максимального снижения аварийности. В конечном итоге, разработка и применение синергетической модели оценки рисков станет существенным вкладом в достижение стратегических целей государства по защите жизни и здоровья участников дорожного движения.

Список использованных источников

1. Влияние дорожной и интеллектуальной транспортной инфраструктуры на безопасность движения: новые подходы к классификации рисков / Е. В. Куракина, С. С. Евтюков // Вестник Сибирской государственной автомобильно–дорожной академии (Вестник СибАДИ). – 2020. – Т. 17, № 4 (74). – С. 476–487. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-dorozhnoy-i-intellektualnoy-transportnoy-infrastruktury-na-bezopasnost-dvizheniya-novye-podhody-k-klassifikatsii-riskov> (дата обращения: 19.11.2025).
2. Data-driven risk analysis of nonlinear factor interactions in road safety using Bayesian networks / T. T. Binh, D. V. Hiep, N. M. Tuan, N. Duy-Liem // Scientific Reports. – 2024. – Vol. 14. – Art. 18970. – URL: https://www.researchgate.net/publication/383126840_Data-driven_risk_analysis_of_nonlinear_factor_interactions_in_road_safety_using_Bayesian_networks (date of access: 19.11.2025).
3. Hopkinson, M. Multiplicative Risk Effects: A Brief Guide // PM World Journal. – 2019. – Vol. VIII, iss. VII. – URL: <https://pmworldjournal.com/article/multiplicative-risk-effects-a-brief-guide> (date of access: 19.11.2025).
4. Кобзева, О. В. Теоретические исследования параметров безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4–1 (22). – С. 122. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-issledovaniya-parametrov-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya-na-avtomobilnyh-dorogah> (дата обращения: 19.11.2025).

О ТЕРМИНЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДВИЖУЩАЯ ЧАСТЬ» В КОНТЕКСТЕ СОБСТВЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РАЗРАБОТОК

Волосевич А. Э., студент,

Горнак И. В., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Серебряков И. А.

Аннотация. Рассматривается проблема отсутствия в русскоязычной технической литературе общепринятого стандартизированного термина, обозначающего систему, обеспечивающую движение электромобиля. Предложен термин «Электрическая движущая часть» («ЭДЧ»), который будет наиболее полно соответствовать англоязычному термину «Electric powertrain», а также четко определены элементы, подразумевающиеся этим термином.

Термин «Электрическая движущая часть» (или «ЭДЧ») встречается в русскоязычной технической литературе по автомобилестроению, но до сих пор не является общепринятым стандартизированным термином. В настоящее время в русскоязычной инженерной среде для наименования сложной сборочной единицы, объединяющей ключевые компоненты – электродвигатель, инвертор и редуктор (или же трансмиссию в сборе) – наиболее часто применяется ряд устоявшихся понятий. Среди них можно выделить такие термины, как «Электропривод» или «Тяговый электропривод», «Силовой агрегат», «Силовая установка» [1], а также «Электрическая трансмиссия» или «Модуль электрического привода». к примеру: «силовая установка транспортного средства (электромобиля и автомобиля с комбинированной энергетической установкой – КЭУ) представляет сложную систему устройств, находящихся в тесной взаимосвязи и функционирующих как единое целое» [1]. Или же: «на автомобильном заводе Урал в рамках проекта «Электроплатформа» ведется разработка семейства автомобилей Урал на базе электрической платформы, гибридной платформы с двигателем внутреннего сгорания и платформы с водородным электрохимическим преобразователем. В состав тягового электропривода на всех автомобилях входит: асинхронный электродвигатель со встроенным планетарным редуктором и внешним резольвером, а также автономный инвертор напряжения» [2]. А также: «электропривод – это электромеханическая система, состоящая из преобразователей электроэнергии, электромеханических и механических преобразователей, управляющих и информационных устройств и устройств сопряжения с внешними электрическими, механическими, управляющими и информационными системами, предназначенная для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины и управления этим движением в целях осуществления технологического процесса» [3].

Как мы можем заметить, при описании системы, приводящей электромобиль в движение, разные авторы могут включать в нее разное количество элементов, в связи с чем термин становится достаточно размытым и не дает четкого понимания, на каком элементе данная система заканчивается. Также, по нашему мнению, ни одно из этих определений не является в полной мере исчерпывающим. Каждое из них либо акцентирует внимание лишь на одной из функций системы, либо является излишне широким и обобщенным, что не позволяет точно и емко отразить комплексную сущность данного узла.

В противоположность этой терминологической разрозненности, англоязычный термин «Electric Powertrain» является широко используемым и точным в автомобильной инженерии для описания интегрированной системы, обеспечивающей движение электромобиля. к примеру: «The powertrain system of an FCEV can be classified into two parts:

i) energy sources and ii) traction components. The energy sources comprise a fuel-cell stack and high-voltage battery, and the traction components comprise a motor and transmission» [4].

Таким образом, данный термин точно определяет границы системы электромобиля, что в дальнейшем поможет не допустить неясности или недопониманий. В этом контексте термин «Электрическая движущая часть», по нашему мнению, является наиболее адекватным и прямым русскоязычным соответствием, точно передающим суть: та часть автомобиля, которая непосредственно отвечает за его приведение в движение. Его смысловая точность подчеркивается и использованием в профессиональной среде таких синонимичных англоязычных терминов, как «Electric Drive Unit» (EDU) или «e-Axle» («электрическая ось»), которые обозначают тот же физический и функциональный объект.

В состав электрической движущей части входят элементы, обеспечивающие преобразование поступающего переменного тока, его подачу в электродвигатель и передачу мощности далее: инвертор, электродвигатель и редуктор. Наиболее наглядно то, что понимается нами под термином «Электрическая движущая часть» представлено на рисунке 1.



Рис. 1. Компоновка элементов электрической движущей части

Таким образом, по мнению авторов, именно термин «Электрическая движущая часть» будет наиболее точно и полно описывать систему, приводящую электродвигатель в движение, и послужит полноценным аналогом англоязычного термина «Electric powertrain». Введение данного термина в русскоязычную техническую литературу позволит значительно уменьшить количество синонимичных терминов и использовать наиболее подходящий по смысловому содержанию.

Список использованных источников

1. Строганов, В. И. Математическое моделирование основных компонентов силовых установок электромобилей и автомобилей с КЭУ : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Наземные транспортно-технологические средства» (специализация «Автомобили и тракторы») / В. И. Строганов, К. М. Сидоров. – М. : Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2015. – 100 с.

2. Слuzов, А. П. Управление тяговым электроприводом транспортных средств по протоколу SAE J1939 / А. П. Слuzов, И. Е. Бердников // Электротехнические комплексы и системы : сборник материалов III Всероссийской конференции по электрическим машинам, Уфа, 17–19 декабря 2024 года. – Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2025. – С. 164–171.

Заварзин И. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Ходяков В. А.

Аннотация. В статье рассмотрены основные направления в обеспечении энергетической безопасности транспортных сооружений, а также предложен проект железнодорожного вокзала, на примере которого показаны пути решения основных энергетических проблем.

Под энергетической безопасностью транспортных сооружений понимают постоянное и бесперебойное обеспечение их энергией (в первую очередь – электроэнергией). Это необходимо для того, чтобы обеспечить эффективную и безопасную работу всех элементов транспортной сети.

Основными направлениями, призванными обеспечить энергетическую безопасность, являются:

1. Повышение энергоэффективности сооружений: подразумевает под собой снижение расхода энергии путем модернизации существующего и установки нового оборудования с меньшим потреблением энергии (замена ламп накаливания люминесцентными и светодиодными лампами, замена устаревшего вентиляционного и обогревательного оборудования более экономными современными аналогами).

2. Рациональное использование энергии: поиск альтернативных, менее энергозатратных вариантов для решения некоторых задач (например, проектирование вокзалов и аэропортов с учетом максимального использования естественного освещения в дневное время, повышение качества теплоизоляции помещений).

3. Создание резервных источников энергии: дает возможность продолжать эксплуатацию объектов даже при отключении основных энергетических сетей при авариях и других нештатных ситуациях.

В качестве примера выступит проект железнодорожного вокзала (рис. 1, 2).

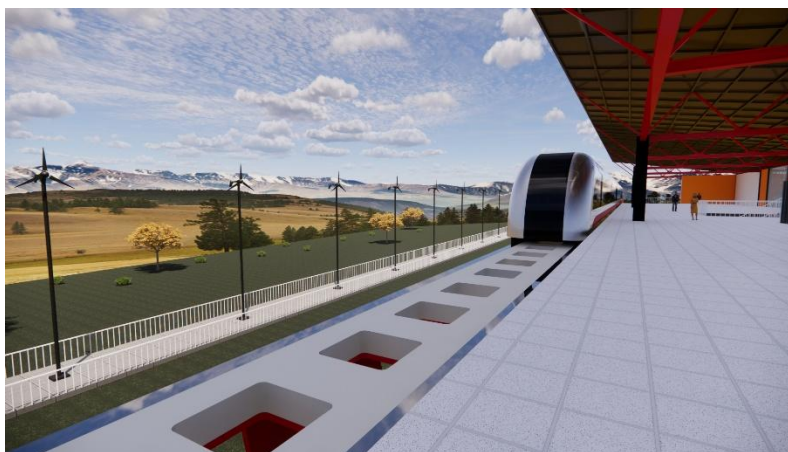


Рис. 1. Крытая платформа вокзала



Рис. 2. Общий вид сооружения

В нашем проекте предприняты все меры по обеспечению энергетической безопасности сооружения:

- вдоль железнодорожного полотна установлены малые ветрогенераторы, а на крыше вокзала – солнечные панели. Это позволяет компенсировать часть энергозатрат на работу сооружения и обеспечить частичную автономность отдельных систем;
- стены здания предполагается утеплять в несколько слоев, что позволит снизить затраты на отопление помещений в ходе эксплуатации;
- платформа вокзала выполнена крытой, но с большими стеклянными витражами, что позволит отказаться от искусственного освещения данной площади в светлое время суток;
- здание вокзала имеет площадь, достаточную для размещения в подвальных помещениях аккумуляторов и резервных генераторов для обеспечения работы вокзала даже в случае отключения основных сетей питания;
- подразумевается установка современного энергоэффективного оборудования, включая осветительные приборы, агрегаты систем вентилирования и отопления. Это позволит снизить энергопотребление вокзала без снижения качества работы.

На наш взгляд, подобная концепция может быть достаточно эффективной, в особенности при учете местных условий (климата, конфигурации транспортной сети, окружающей инфраструктуры и т. д.). При грамотном и детальном проектировании транспортных сооружений удастся решить не только проблемы энергетической безопасности, но и многие другие проблемы, присущие нынешней транспортной системе (перераспределение и оптимизация транспортных потоков, снижение нагрузки на отдельных участках и др.).

Список использованных источников

1. Перспективы обеспечения автомобильных дорог альтернативными источниками электрической энергии и тепла / Я. В. Васильев [и др.] // Проблемы науки. – 2017. – № 4. – С. 28–31.
2. Пастушков, Г. П. Проектирование тоннелей, сооружаемых горным способом: учеб.–метод. пособие / Г. П. Пастушков, В. А. Кузьмицкий, В. Г. Пастушков, В. Ю. Олляк, [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2005. – 96 с.

ОСТАНОВОЧНЫЕ ПУНКТЫ МАРШРУТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА КАК КЛЮЧЕВОЙ ЭЛЕМЕНТ БЕЗОПАСНОЙ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

¹Зайцева И. С., магистрант,

²Каснакин К. В., магистрант

¹Белорусский национальный технический университет,

²Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Для создания безопасной дорожной инфраструктуры важное значение имеет создание эффективной транспортной среды, включая требования безопасности и информационного обеспечения процесса перевозок. В статье предлагается комплексное решение, включающее использование направляющих бордюрных камней и пассажирской информационной системы.

Эффективность работы маршрутного пассажирского транспорта определяется скоростью пассажирообмена и безопасностью процесса посадки и высадки пассажиров. На остановочных пунктах ключевым фактором является точность подъезда транспортных средств нерельсового маршрутного пассажирского транспорта (НРМПТ) к краю площадки остановочного пункта [1].

Проблема состоит в том, что традиционные «прямолинейные» бордюрные камни не обеспечивают водителям достаточной помощи для наилучшего позиционирования, что приводит к значительной вариативности. Нежелательный зазор, допускаемый действующими правилами до 30 см, является серьезным препятствием, нарушающим принципы безопасности безбарьерной среды. Кроме того, неправильный угол или скорость подъезда создают риск механических повреждений колес и подвески транспортных средств, а также преждевременного износа дорожной инфраструктуры. Водители тратят дополнительное время и внимание на маневрирование, что может отвлекать их от контроля за движением по опасному участку остановочного пункта, а также переводят акценты от процесса посадки/высадки пассажиров [2].

Предлагаемое решение заключается в применении специального бордюрного камня – специализированной конструкции с профилем, который пассивно направляет колеса НРМПТ, обеспечивая минимальный и безопасный зазор до 5 см [3]. Направляющий бордюр имеет скошенный или закругленный профиль в нижней части, при соприкосновении боковины шины с этим профилем происходит мягкая коррекция траектории колеса, вынуждая его двигаться строго параллельно платформе. При проведении исследования сформированы следующие требования, которые сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Технические требования к предлагаемому бордюрному камню

Элемент профиля	Описание и функциональное назначение	Технические нормируемые показатели
1	2	3
Общая высота	Определяет общую высоту бордюра от уровня дорожного полотна. Должна быть достаточной для предотвращения наезда колеса на платформу	250–300 мм
Ширина бордюра	Ширина конструкции по основанию	200–300 мм

Окончание табл. 1

1	2	3
Вертикальная грань	Верхняя часть бордюра, которая формирует минимальный рабочий зазор между краем бордюра и дверями НРМПТ. Должна быть достаточно небольшой, чтобы не повредить шину при контакте	50–100 мм
Скошенная (направляющая) поверхность	Ключевой элемент. Нижняя часть профиля, имеющая закругленный или скошенный угол. При контакте с боковиной шины этот скос обеспечивает самонаведение колеса и мягко корректирует траекторию движения, направляя НРМПТ параллельно платформе	Угол наклона 45–60°
Радиус закругления	Критический радиус перехода между скошенной поверхностью и вертикальной гранью	Должен быть достаточным ($R > 50$ мм) для предотвращения повреждения боковины шины и дисков
Зазор между кузовом НРМПТ и платформой	Целевое расстояние, которое достигается при правильной стыковке между вертикальной гранью бордюра и дверями НРМПТ	0–50 мм

Данное решение обеспечивает безопасность движения и гарантированную доступность для маломобильных групп, существенно снижает риск повреждения механического оборудования транспортных средств НРМПТ за счет предотвращения резких ударов и повышает скорость пассажирообмена. Это включает в себя максимальную видимость зоны остановки для приближающегося НРМПТ и прочего транспорта, а также наиболее подходящее расположение остановок на расстоянии от пешеходных переходов и перекрестков. При использовании заездных карманов необходимо обеспечить безопасный и плавный въезд и выезд НРМПТ.

Повышение комфорта и надежности обеспечивается пассажирскими информационными системами. Они должны в режиме «он-лайн» предоставлять динамическую информацию о фактическом времени прибытия ближайшего НРМПТ через электронные табло. Техническая организация системы требует высокой частоты λ обновления данных $\lambda = \Delta t^{-1}$. Успешная техническая организация обмена данными требует, чтобы Δt поддерживался на минимально возможном уровне (как правило, 5–10 с). Критически важна доступность информации для всех групп населения, включая звуковое оповещение. Предложенное решение создает интегрированную систему, которая оптимизирует потоки пассажиров на площадке остановочного пункта, ускоряя процесс посадки/высадки пассажиров.

Внедрение направляющих бордюрных камней является ключевым инфраструктурным решением для создания безбарьерной среды. В сочетании со строгим соблюдением требований безопасности движения и применением современных пассажирских информационных систем, это обеспечивает значительное повышение безопасности, надежности и качества обслуживания нерельсового маршрутного пассажирского транспорта.

Список использованных источников

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ АСПЕКТЫ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Земба А. П., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Рассматривается влияние конструктивных аспектов дорожной инфраструктуры на безопасность пассажирских перевозок. Анализируются ключевые элементы дорожной инфраструктуры с точки зрения их воздействия на снижение аварийности. Представлены подходы и технологии, направленные на повышение безопасности пассажирских перевозок.

Безопасность пассажирских перевозок является приоритетной задачей для транспортных систем во всем мире. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) приводят к значительным экономическим и социальным потерям, включая травмы, гибель людей и повреждение имущества [1]. Эффективное снижение аварийности требует комплексного подхода, включающего управление дорожным движением, совершенствование транспортных средств, повышение квалификации водителей и, что особенно важно, оптимизацию конструктивных аспектов дорожной инфраструктуры [2]. Данная статья посвящена анализу конструктивных элементов дорог, которые оказывают существенное влияние на безопасность пассажирских перевозок.

Геометрия улиц и дорог, включающая в себя горизонтальные и вертикальные кривые, уклоны, ширину проезжей части и обочин, оказывает непосредственное влияние на безопасность дорожного движения:

- радиус кривых влияет на безопасную скорость движения, недостаточный радиус кривой может привести к выезду транспортного средства за пределы проезжей части или к столкновению со встречным транспортом. Важно учитывать расчетные скорости и обеспечивать соответствующий радиус кривой для безопасного прохождения. При проектировании и реконструкции дорог следует применять кривые с переменным радиусом, переходные кривые и обеспечивать достаточный угол наклона проезжей части (вираж) для компенсации центробежной силы, а в эксплуатации устанавливать соответствующие скоростные ограничения;

- уклоны и ограниченная видимость, возникающая на вершинах вертикальных кривых, могут затруднять оценку дорожной обстановки и увеличивать риск ДТП. При проектировании необходимо учитывать требования к видимости, особенно на участках с ограниченным обзором, и обеспечивать плавные переходы между участками с разными уклонами;

- широкая проезжая часть и наличие достаточных по ширине обочин способствуют увеличению безопасности, обеспечивая больше пространства и снижая риск столкновений;

- пересечения и примыкания являются критическими участками дорог с повышенным риском ДТП. Необходимо обеспечивать четкую организацию движения на этих участках, включая правильные планировочные решения и решения организации дорожного движения, знаки приоритета, светофорные объекты [3].

Безопасность дорожного движения критически зависит от состояния дорожного покрытия и его способности обеспечивать надежное сцепление с шинами транспортных средств. Поддержание коэффициента сцепления в допустимой норме является первостепенной задачей. Важно применение не только конструкционных материалов, но и осенне-зимняя обработка. Эти меры направлены на снижение аварийности.

Наличие неровностей, ям и выбоин на дорожном покрытии оказывает негативное воздействие на безопасность дорожного движения, т.к. они ухудшают управляемость транспортных средств. Поддержание ровности дорожного полотна являются необходимыми условиями для предотвращения дорожно-транспортных происшествий и обеспечения безопасности.

Эффективная система водоотвода играет критическую роль в обеспечении безопасности дорожного движения, предотвращая образование луж на проезжей части и снижая риск аквапланирования. Важно контролировать наличие эффективных водоотводных каналов.

Современные технологии и подходы позволяют повысить безопасность дорожной инфраструктуры:

- системы, регулирующие интенсивность освещения в зависимости от времени суток и погодных условий;
- интеллектуальные транспортные системы (использование датчиков, камер и систем связи для мониторинга дорожной обстановки, управления трафиком и предоставления информации водителям) [3];
- применение конструктивных решений, направленных на смягчение последствий ДТП, таких как широкие обочины, отсутствие жестких препятствий вдоль дороги и установка барьерных ограждений;
- использование компьютерных моделей для оценки влияния различных конструктивных решений на безопасность дорожного движения;
- паспортизация маршрутов посредством создания цифровых двойников способствует лучшему анализу существующих условий движения и последующему обеспечению повышенной безопасности перевозок.

В заключение следует отметить, что конструктивные аспекты дорожной инфраструктуры играют решающую роль в обеспечении безопасности перевозок пассажиров. Комплексный подход, включающий геометрию дороги, улучшение дорожного покрытия, применение эффективных дорожных знаков и разметки, обеспечение надлежащего освещения и использование барьерных ограждений, позволяет значительно снизить аварийность и тяжесть последствий ДТП. Постоянное совершенствование дорожной инфраструктуры, внедрение современных технологий и соблюдение нормативных требований являются ключевыми факторами для повышения безопасности пассажирских перевозок и снижения риска для всех участников дорожного движения. Важным аспектом является паспортизация маршрутов посредством создания цифровых двойников способствует обеспечению безопасности перевозок.

Список использованных источников

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский [и др.] – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
3. Лобашов, А. О. Закономерности изменения скорости транспортных потоков в городах / А. О. Лобашов, Д. В. Капский, С. С. Семченков // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2024. – № 1(49). – С. 67–70.

КАНАТНЫЕ ДОРОГИ КАК ЭЛЕМЕНТ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Игнатович Н. С., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Вавилов А. В.

Аннотация. Анализируется потенциал канатных дорог в туристической инфраструктуре Республики Беларусь при отсутствии горных массивов. Рассматриваются экономические, экологические и социальные аспекты использования канатных систем в равнинных регионах и предлагаются рекомендации по внедрению.

Канатные дороги, традиционно ассоциируемые с горными регионами, успешно функционируют и в равнинных территориях, демонстрируя высокую экологическую эффективность и экономическую целесообразность. Республика Беларусь, несмотря на отсутствие горных массивов, обладает значительным потенциалом для развития этого направления благодаря разнообразию природных ландшафтов: лесным массивам, озерам, рекам и холмистым территориям. Анализ мирового опыта и потенциала белорусских территорий показывает, что канатные системы могут успешно функционировать в равнинных условиях, обеспечивая экологичный доступ к природным объектам и создавая уникальный туристический продукт.

В настоящее время канатные дороги перестали быть исключительно горным решением. В Европе активно развиваются проекты, где канатные системы используются для преодоления равнинных ландшафтов. В Германии канатная дорога «Waldseilbahn» в лесу Баварии (протяженностью 2,5 км) обеспечивает экологичный доступ к туристическим маршрутам без нарушения естественной среды. Аналогичные проекты реализованы в Нидерландах (канатная дорога через реку Рейн), Бельгии (в парке «Hoge Kempen») и Чехии (в лесных зонах).

Хотя Республика Беларусь не имеет горных массивов (высшая точка – гора Дзержинская высотой 345 м), ее территория характеризуется разнообразием ландшафтов, пригодных для применения канатных систем. В Минской области расположены холмистые территории с перепадами высот до 150 м, что создает условия для строительства канатных дорог. В частности, район в нескольких десятках километров от Минска обладает потенциалом для реализации туристических маршрутов, связанных с канатными системами. Нарочанский национальный парк, расположенный в Белорусском Полесье, представляет собой уникальный объект с многочисленными озерами и лесными массивами. Канатная дорога, пересекающая озеро Нарочь, могла бы обеспечить экологичный доступ к островам и смотровым площадкам, что значительно повысит туристическую привлекательность региона.

Одним из ключевых преимуществ канатных дорог является их минимальное воздействие на окружающую среду. В отличие от автомобильных дорог, которые требуют вырубки лесов, нарушения почвенного покрова и создания искусственных насыпей, канатные системы монтируются на опорах, не затрагивая естественный ландшафт. В Беловежской пуше, например, строительство канатной дороги не потребовало бы вырубки деревьев, сохраняя целостность экосистемы.

Согласно исследованиям Европейского экологического агентства (European Environment Agency, 2022), канатные дороги снижают углеродный след на 70–80 % по сравнению с автотранспортом. Для Нарочанского национального парка это означает

возможность сохранить уникальные водные экосистемы озера, которые могут быть нарушены при строительстве автомобильных мостов или дорог.

Внедрение канатных дорог в туристическую инфраструктуру Беларуси требует значительных инвестиций, но имеет высокую экономическую окупаемость. Средняя стоимость строительства канатной дороги в Европе составляет от 10 до 50 млн евро в зависимости от протяженности и сложности проекта. Например, канатная дорога «Waldseilbahn» в Германии (2,5 км) обошлась в 15 млн евро, а окупаемость достигнута за 4 года благодаря ежегодной посещаемости 500 тыс. человек.

В условиях Беларуси экономическая эффективность канатных дорог может быть еще выше благодаря низкой стоимости земельных участков и государственной поддержке туристического сектора. По оценкам экспертов (Federal Ministry for Digital and Transport, 2022), проект канатной дороги в Нарочанском национальном парке (протяженностью 1,5 км) потребует инвестиций в размере 12–15 млн евро. При прогнозируемой посещаемости 250–300 тыс. человек в год и среднем чеке 15 евро, проект окупится за 3–4 года.

Канатные дороги способствуют развитию регионов, особенно в сельской местности, где традиционно отмечается низкая туристическая активность. Внедрение таких объектов стимулирует развитие смежных отраслей: гостиничного бизнеса, сельского туризма, местных ремесел. Например, в Германии после запуска канатной дороги в лесу Баварии наблюдался рост числа гостевых домов и ресторанов в прилегающих деревнях на 30 %.

В заключение можно отметить, что канатные дороги представляют собой инновационный инструмент для развития туризма в Республике Беларусь, особенно в условиях отсутствия горных массивов. Анализ мирового опыта и потенциала белорусских территорий показывает, что такие системы могут успешно функционировать в равнинных условиях, обеспечивая экологичный доступ к природным объектам и создавая уникальный туристический продукт.

Список использованных источников

1. European Environment Agency. Carbon footprint of transportation systems in protected areas. – Brussels: EEA, 2022.
2. Federal Ministry for Digital and Transport. Urban Cable Cars in Local Public Transport: Guidelines for local authorities, transport operators and associations – from proposal to planning, construction to operation. – Berlin: Federal Ministry for Digital and Transport, 2022.
3. Kuserova, A. I. Non-standard transport in Russian tourism // *Servis v Rossii i za rubezhom* [Services in Russia and Abroad]. – 2024. – Vol. 18, № 2. – P. 154–165.
4. Visitors' perceptions of the use of cable cars and lifts in Wulingyuan World Heritage Site, China / C. Z. Zhang, H. G. Xu, B. T. Su // *Journal of Sustainable Tourism*. – 2009. – Vol. 17, № 5. – P. 551–566.

ТРЕКИНГ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА, УСТОЙЧИВЫЙ К ОТСУТСТВИЮ GNSS-СИГНАЛОВ: АВТОРСКИЙ ОПЫТ ОТ КОНЦЕПЦИИ ДО РЕАЛИЗАЦИИ

Калитин М. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Рассматривается разработка и реализации системы мониторинга транспортных средств, устойчивой в условиях отсутствия навигационных полей, с использованием одноплатного компьютера Raspberry Pi 4B и GNSS-модуля L76-K Waveshare. Описывается разработанный прототип системы.

Актуальность исследования обусловлена растущей потребностью в недорогих и эффективных решениях для отслеживания транспортных средств в реальном времени, устойчивых к отсутствию GNSS-сигналов [1]. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: проектирование архитектуры системы, выбор оптимального аппаратного обеспечения, разработка алгоритмов обработки GPS-данных, реализация веб-интерфейса для визуализации данных.

Развитие микрокомпьютерных технологий, в частности платформы Raspberry Pi, открывает новые возможности для создания недорогих и эффективных систем мониторинга. Raspberry Pi 4B обладает достаточной вычислительной мощностью для обработки GNSS-данных в реальном времени и имеет компактные размеры.

В данной работе представлена разработка комплексной системы мониторинга, сочетающей аппаратную платформу на базе Raspberry Pi с GPS-модулем L76-K и специализированное программное обеспечение для анализа. Особенностью системы является способность работать автономно, без постоянного подключения к интернету, что достигается за счет локальной обработки данных и веб-сервера на самом устройстве.

Разработанная система состоит из трех основных компонентов: аппаратного модуля на базе Raspberry Pi 4B с GNSS-приемником L76-K, программного обеспечения для обработки данных и веб-интерфейса для визуализации. Аппаратная часть обеспечивает прием GPS- и ГЛОНАСС-сигналов и предварительную обработку данных, программный модуль реализует алгоритмы анализа движения, веб-интерфейс предоставляет инструменты для мониторинга в реальном времени (рисунок 1).

Для обеспечения автономной работы системы был выбран одноплатный компьютер Raspberry Pi 4B с 4 ГБ оперативной памяти. GPS-модуль L76-K обеспечивает точность определения координат до 2,5 м и поддерживает работу с системой ГЛОНАСС. Связь между компонентами осуществляется через TTL UART-интерфейс на скорости 9600 бод. Альтернативное определение координат производится с применением GSM-модуля по координатам базовых станций и определением удаленности от них.

Программное обеспечение системы разработано на языке Python 3.9 с использованием библиотек: Flask для веб-интерфейса, Flask-SocketIO для передачи данных в реальном времени, PySerial для работы с последовательным портом. Основной алгоритм обработки GPS-данных включает следующие этапы: прием и парсинг NMEA-сообщений от GPS-модуля; дублирование расчета через GSM-модуль; преобразование координат [2]; сохранение данных в локальную базу SQLite. Веб-интерфейс системы реализован с использованием технологии WebSocket, что обеспечивает передачу данных в реальном времени без необходимости обновления страницы. Пример терминальной сессии показан на рисунке 2. Схема подключения приведена на рисунке 3.

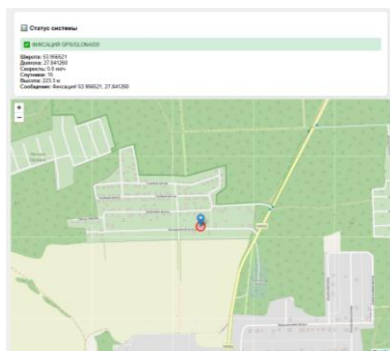


Рис. 1. Интерфейсная часть системы (клиентская)

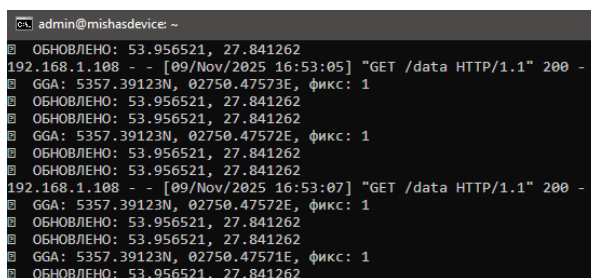


Рис. 2. Терминальная часть системы (серверная)

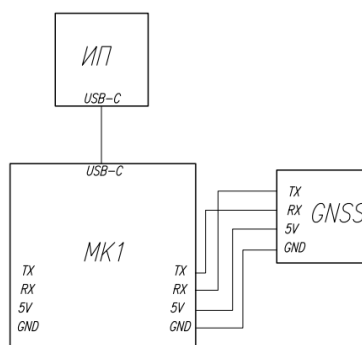


Рис. 3. Схема подключения устройства:

ИП – источник питания, МК1 – микроконтроллер Raspberry Pi 4b, GNSS – приемник L76K Waveshare

Разработанная система мониторинга транспортных средств демонстрирует высокую эффективность и надежность в реальных условиях эксплуатации. Использование одноплатного компьютера Raspberry Pi в сочетании с специализированным программным обеспечением позволило создать недорогое решение, обладающее функциональностью позиционирования в условиях отсутствия GNSS-сигналов.

Список использованных источников

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.

КОМБИНИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРУЖАЮЩИМ ГИДРАВЛИЧЕСКИМ КОНТУРОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА ГИДРОКОМПОНЕНТОВ

¹Костюкевич П. Н., аспирант,

²Кременевский П. И., начальник отдела

¹Белорусский национальный технический университет,

²ОДО «ГидроТехСервис»

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Захаров А. В.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы разработки комбинированного управления нагружающего гидравлического контура на испытательном стенде, предназначенного для проверки гидроклапанов, гидрораспределителей и гидромоторов в динамических и статических режимах испытания.

ВВЕДЕНИЕ

Проведение стендовых испытаний является важным аспектом при разработке и диагностике гидрооборудования. Традиционные стенды и методы испытаний зависят от ручной настройки и квалификации обслуживающего персонала. Для повышения качества проводимых исследований и минимизации ошибок, связанных с человеческим фактором, необходим переход к интеллектуальным, адаптивным системам [1]. Проводить испытания гидрооборудования можно не только в статических режимах нагружения, но и в динамических [2]. Использование комбинации данных режимов позволяет приблизить испытания к реальным условиям эксплуатации гидрооборудования [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Проектируемый стенд (рис. 1) с комбинированным управлением нагружающего контура предназначен для повышения эффективности оценки технического состояния компонентов гидрооборудования за счет автоматического поддержания необходимого режима нагружения в соответствии с объектом испытаний.

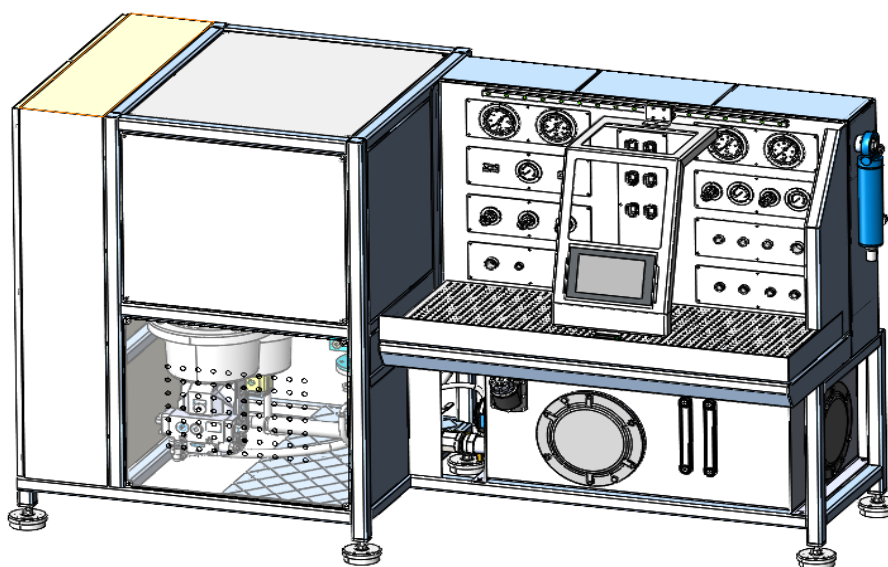


Рис. 1. Вид стенда с комбинированным управлением нагружающего контура

Регулируемый нагружающий гидравлический контур представляет собой интеллектуальную систему, которая будет автоматически изменять значения давления, управлять расходом и нагрузкой в зависимости от требуемых условий испытания. Автоматизация проектируемого гидравлического контура заключается в использовании:

- регулируемого по объему насоса;
- преобразователя частоты;
- управляемого динамического нагрузочного модуля;
- пропорциональных клапанов;
- обучаемой системы управления на основе искусственного интеллекта (ИИ);
- датчиков давления, расхода, температуры.

Разрабатываемый стенд с регулируемым нагружающим гидравлическим контуром будет иметь следующие функции:

- корректировать подачу рабочей жидкости за счет изменения объема насоса и частоты вращения приводного двигателя, для получения более конкретного значения в литрах;
- пропорционально повышать (или понижать) создаваемую нагрузку на испытываемом оборудовании в зависимости от подачи насоса;
- комбинировать динамический и статический режимы нагружения, что позволит получать данные о реальных эксплуатационных нагрузках (инерционных, циклических, пульсационных, переходных);
- алгоритм управления сможет корректировать тепловые и дроссельные потери в процессе испытаний за счет использования обратной связи от нагружающего модуля;
- проводить испытания в автоматическом цикле при помощи ИИ-ассистента.

Проектируемый стенд даст возможность осуществлять испытания гидрооборудования при использовании комбинации статических и динамических режимов нагружения. Такой подход позволит усовершенствовать существующие методики испытаний и выявить дефекты, которые невозможно обнаружить в статических режимах (быстрые реверсы, резкие остановки, скачки нагрузки, автоколебания, запаздывание).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в настоящей работе данные о проектировании регулируемого нагружающего гидравлического контура с комбинированным управлением на испытательном стенде является перспективным направлением исследований, объединяющим цифровые технологии, информационную обработку данных и комбинирование режимов нагружения. Результатом исследований станет стенд, способный моделировать динамические нагрузки, проводить испытания в автоматическом цикле при помощи ИИ-ассистента, а также приблизить испытания к реальным условиям эксплуатации гидрооборудования.

Список использованных источников

1. Лапердин, А. И. Разработка адаптивного алгоритма управления стендом прочностных испытаний авиационных конструкций / А. И. Лапердин, В. Д. Юркевич // Автометрия. – 2017. – Т. 53, № 4. – С. 51–58.
2. Валерьевич, Е. Е. Экспериментальные исследования возможности динамического регулирования рабочего давления в гидравлической системе летательных аппаратов / Е. Е. Валерьевич // Вестник Московского государственного технического университета им. Н. Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2024. – № 3 (150). – С. 57–75.
3. Павлов, А. И. Диагностирование гидроприводов транспортно-технологических машин и оборудования : монография / А. И. Павлов, П. Ю. Лощенов, А. А. Тарбеев ; под общ. ред. А. И. Павлова. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 204 с.

МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Кулаго Ю. В., студент,

Киркиж А. П., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Ходяков В. А.

Аннотация. Данный проект рассматривает техническое обоснование для строительства автомобильного тоннеля, с целью обеспечить транспортное сообщение между городами Зульцау и Абтенау в Австрийских Альпах.

Сложными геологическими условиями в нашем случае является горная местность.

Основным способом строительства тоннелей в горной местности являются буровзрывные работы. Принцип работы есть совокупность производственных процессов по отделению скальных горных пород от массива с помощью взрыва.

В данном примере выбрана горная местность в австрийском массиве между городами Зульцау и Абтенау (рисунок 1).

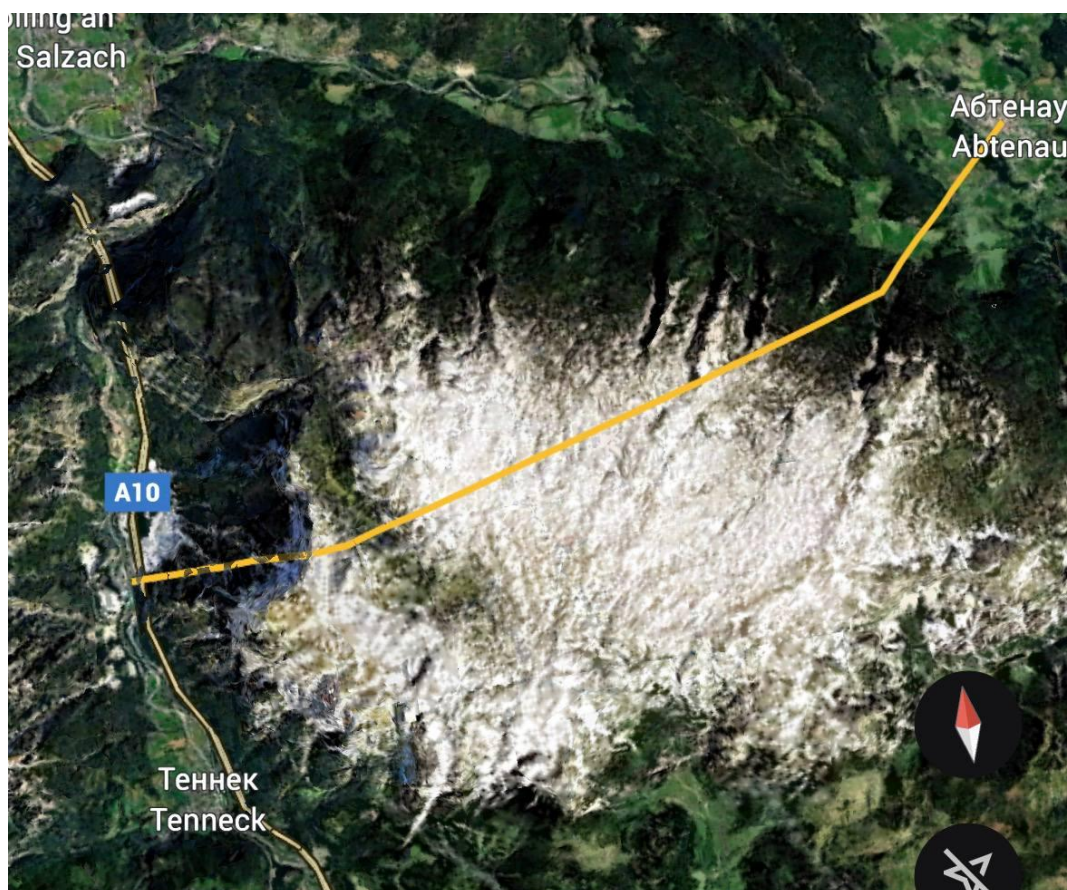


Рис. 1. Карта тоннеля

Рассматривая транспортную карту Австрийских Альп, можно обнаружить интересный пробел: между долиной Энс у Зульцау и долиной Зальцаха у Абтенау до сих пор нет прямого автомобильного сообщения. Естественной преградой между этими ключевыми регионами служит высокогорный перевал Зульцау.

Сегодня преодоление этого перевала представляет собой сложную задачу. Узкий серпантин, непроходимый для тяжелого грузового транспорта, опасный в непогоду и полностью закрытый в зимний период, он является серьезным барьером для экономического и туристического обмена между землями Штирия и Зальцбург.

Самым очевидным инженерным решением этой проблемы является строительство автомобильного тоннеля.

Длина тоннеля составляет 13,7 километров. Он имеет две полосы движения и предназначен для движения автомобилей. Тоннель оснащен системами вентиляции, пожаротушения, видеонаблюдения, аварийного освещения, а также эвакуационными выходами.



Рис. 2. Модель тоннеля

Проект тоннеля направлен на повышение безопасности дорожного движения данного региона, а также для сокращения логистических проблем.

Проектирование и строительство тоннеля будет осуществляться с использованием программного комплекса Autodesk Revit.

Список использованных источников

1. Маковский, Л. В. Проектирование автодорожных и городских тоннелей / Л. В. Маковский. – М. : Транспорт, 1993.

ВЫБОР СХЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИВОДОМ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА ПОСРЕДСТВОМ РАЗРАБОТКИ ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ

Лашак Н. Г., инженер-конструктор, магистрант

ООО «САЛЕО» – управляющая компания холдинга»

Дзержинск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Захаров А. В

Аннотация. Приведено сравнение типов регулирования потоком рабочей жидкости в гидросистемах. Достоинством гидросистемы с посткомпенсацией является строго пропорциональное распределение рабочей жидкости между всеми исполнительными механизмами независимо от нагрузки. Основное отличие гидрораспределителей таких систем в расположении компенсатора внутрисекционного давления после золотника, который поддерживает постоянный перепад давления между насосом и гидроцилиндром или гидромотором.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционные гидравлические схемы не всегда обеспечивают оптимальные эксплуатационные характеристики техники. В классических дроссельных системах значительная часть энергии до 60–70 % теряется в виде тепла из-за ограничения потока через дроссель. Это приводит к снижению КПД гидросистемы, увеличению расхода топлива и перегреву рабочей жидкости, что негативно сказывается на долговечности узлов.

Развитие технологий в области гидравлики привело к внедрению более совершенных схем управления потоком рабочей жидкости – систем с предкомпенсацией и посткомпенсацией [1, 2, 3].

Система с предкомпенсацией – система, в которой расход на исполнительные механизмы регулируется до основного распределителя, что повышает точность управления. В таких системах каждый исполнительный механизм получает строго дозированное количество рабочей жидкости, что повышает стабильность работы гидросистемы (рис. 1).

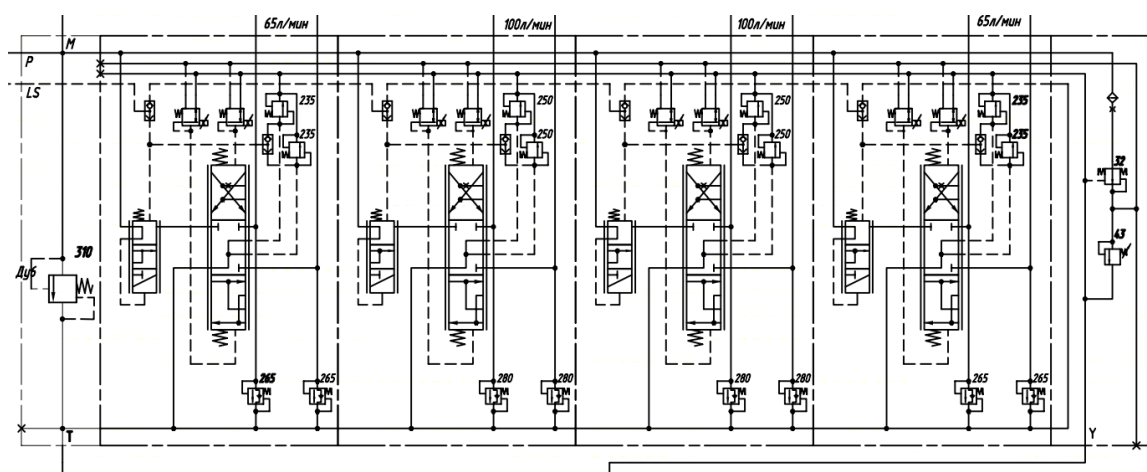


Рис. 1. Принципиальная схема гидрораспределителя
с предкомпенсацией

Такие системы представляют собой компромисс между простотой дроссельных схем и сложностью посткомпенсации. Они обеспечивают стабильность работы исполнительных механизмов, но имеют ограничения по энергоэффективности. В основном они применяются в технике, где важны плавность управления и точность подачи рабочей жидкости, но не требуется полная независимость нагрузок, как в посткомпенсации.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В системе с посткомпенсацией распределение потока происходит уже после золотника гидрораспределителя. Это обеспечивает строго пропорциональное распределение рабочей жидкости между всеми исполнительными механизмами независимо от нагрузки. В таблице 1 представлено сравнение типов регулирования потоком рабочей жидкости в гидросистемах.

Таблица 1 – Сравнение типов регулирования потоком по основным характеристикам

Характеристика	Дроссельное	Предкомпенсация	Посткомпенсация
Зависимость потока от нагрузки	Есть	Частично компенсирована	Полностью независимая
Потери энергии	Высокие	Средние	Минимальные
Плавность управления	Средняя	Высокая	Очень высокая
Количество одновременно работающих механизмов	Ограничено	Ограничено	Все механизмы могут работать одновременно
Сложность системы	Низкая	Средняя	Высокая

Для реализации систем с предкомпенсацией и посткомпенсацией используются специальные распределители, которые имеют соответствующие гидравлические или электрогидравлические управляющие связи с силовым насосом и дизельным двигателем машины. Основное отличие гидрораспределителей с посткомпенсацией от традиционных заключается в расположении компенсатора внутрисекционного давления после золотника, который поддерживает постоянный перепад давления между насосом и гидроцилиндром или гидромотором. Это позволяет распределять масло пропорционально управляющему сигналу, независимо от нагрузки.

На рис. 2 приведена принципиальная схема двухсекционного гидрораспределителя с посткомпенсацией, входящего в состав гидросистемы фронтального погрузчика «АМКОДОР».

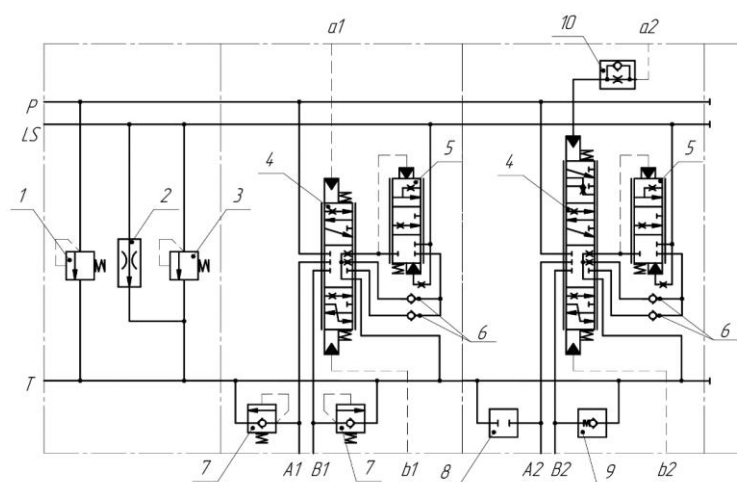


Рис. 2. Принципиальная схема гидрораспределителя типа RLS250/2:

1 – компенсатор давления входящего потока; 2 – регулятор расхода; 3 – предохранительный клапан линии LS; 4 – золотники; 5 – компенсаторы внутрисекционного давления; 6 – обратные клапаны; 7 – клапаны комбинированные; 8 – заглушка; 9 – обратный клапан; 10 – дроссель с обратным клапаном

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ рынка строительной и дорожной техники показывает устойчивую тенденцию к увеличению доли машин, оснащенных системами независимого от нагрузки распределения потока. Потребность только Российских производителей мобильных машин различного назначения в гидрораспределителях в год составляет не менее 200 тыс. штук. Что касается конкретно распределителей с посткомпенсацией, подобных разрабатываемой модели RLS250, их ежегодный объем 50–60 % от общей потребности.

Разработка и локализация производства гидрораспределителя типа RLS250 позволит заместить значительную часть импортной продукции, обеспечив отечественных машиностроителей современным и эффективным гидравлическим компонентом.

Список использованных источников

1. Применение гидросистемы управления с посткомпенсацией и адаптивным распределением потока на фронтальном погрузчике АМКОДОР / А. В. Захаров, А. А. Ананчиков, Н. Г. Лашак // Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии : сборник научных статей / Министерство образования РБ, БНТУ. Выпуск 7. – Мн. : БНТУ, 2025. – С. 53–59.
2. Выбор структуры и параметров цифрового электрогидравлического привода навесного устройства / Е. Я. Строк, Л. Д. Бельчик, А. А. Ананчиков, Т. Л. Александрова // Актуальные вопросы машиноведения. – 2020. – Т. 9. – С. 146–151.
3. Гинзбург, А. А. Критерии выбора параметров исполнительных органов гидроприводов с адаптацией к нагрузке. / А. А. Гинзбург, В. В. Пинчук // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2007. – № 3 (30). – С. 38–44.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МИКРО- И МАКРОМОДЕЛИРОВАНИЯ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

Лешик М. Н., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Исследуются цифровые инструменты моделирования транспортных потоков, охватывая микро- и макроскопические подходы. Рассматриваются их возможности и ограничения в контексте дорожной отрасли. Представлены перспективы развития и потенциальное влияние цифровых технологий на дорожно-транспортную инфраструктуру.

В эпоху цифровизации и растущей урбанизации эффективное управление транспортными потоками становится особо важной задачей для устойчивого развития дорожной отрасли [1]. Микро- и макромоделирование транспортных потоков, позволяющие анализировать и прогнозировать характеристики дорожного движения на различных уровнях детализации, играют ключевую роль в оптимизации дорожной сети, снижении заторов, повышении безопасности дорожного движения и улучшении экологической обстановки [2]. В этой связи особую актуальность приобретают цифровые инструменты, применяемые для решения задач микро- и макромоделирования [3; 4].

Рассмотрим программные продукты, которые могут быть использованы:

PTV Vissim – это коммерческий программный продукт, предназначенный для макроскопического моделирования дорожного движения. Он позволяет детально воспроизводить поведение всех участников дорожного движения, учитывая их реакции на различные факторы, такие как светофоры, дорожные знаки, пробки и взаимодействие друг с другом. Алгоритмы моделирования основаны на научных принципах и позволяют симулировать разнообразные сценарии, включая ДТП, ремонтные работы и перекрытия дорог, для оценки их влияния на транспортный поток. Основная задача продукта – это проектирование транспортной инфраструктуры, оптимизация светофорного регулирования, анализ общественного транспорта и разработка интеллектуальных транспортных систем.

Несмотря на свои возможности, PTV Vissim имеет ряд ограничений. Моделирование крупных транспортных сетей требует значительных вычислительных ресурсов, что предполагает использование мощных компьютеров. Кроме того, эффективная работа с программным обеспечением требует времени для обучения и подготовки. Высокая стоимость лицензии также является существенным фактором, ограничивающим доступ к Vissim для исследователей и учебных заведений. Несмотря на эти ограничения, остается мощным инструментом для оценки и оптимизации транспортной инфраструктуры, принятия решений в области планирования и заблаговременного решения проблем, связанных с дорожным движением [3].

MATSim представляет собой открытое программное обеспечение, разработанное для моделирования транспортных систем с использованием агентного подхода. Основной принцип работы заключается в имитации поведения отдельных участников дорожного движения (автомобилистов, пешеходов, пассажиров транспорта и т. д.) в масштабе, охватывающем целые города и регионы. Каждый участник моделируется как агент с индивидуальным расписанием, маршрутом и предпочтениями. MATSim способна обрабатывать симуляции с миллионами агентов, что позволяет анализировать сложные транспортные сценарии и оценивать влияние различных транспортных политик и инфраструктурных изменений. Программное обеспечение свободно распространяется, доступно на

GitHub и официальном сайте, обеспечивая удобство для исследований и разработки новых модулей.

SUMO – это микроскопическая мультимодальная система моделирования дорожного движения с открытым исходным кодом. Она позволяет детально моделировать транспортные потоки, состоящие из отдельных транспортных средств (автомобили, пешеходы, велосипедисты), движущихся по заданной дорожной сети. Моделирование осуществляется на микроскопическом уровне, где каждое транспортное средство имеет свой маршрут и перемещается индивидуально. SUMO предоставляет возможности для решения широкого спектра задач управления дорожным движением и позволяет подключать внешние алгоритмы управления. По умолчанию моделирование детерминировано, но допускает внесение случайных факторов.

SUMO распространяется под свободной лицензией, активно поддерживается сообществом и исследователями. Поддержка в основном осуществляется сообществом, в отличие от коммерческих продуктов с технической поддержкой и обучением [2].

Aimsun – это коммерческое программное обеспечение для транспортного моделирования, предназначенное для анализа, прогнозирования и оптимизации дорожного движения. Поддерживает микроскопическое, мезоскопическое и макроскопическое моделирование, позволяя анализировать как локальные транспортные узлы, так и городские сети в целом, включая моделирование в реальном времени с учетом различных факторов, таких как аварии и пробки. Программа использует данные от навигационных сервисов (например, TomTom) для построения базовых моделей и калибровки. Применение Aimsun охватывает краткосрочное и среднесрочное планирование, онлайн-управление трафиком и стратегический анализ, а также позволяет оценивать экологические показатели, такие как выбросы углекислого газа, на основе транспортных сценариев [3].

В заключение, следует отметить, что выбор программного обеспечения определяется спецификой задачи: PTV Vissim оптимален для локальных микроскопических симуляций с детальной настройкой, Aimsun (с модулем Live) – для управления движением в реальном времени и прогнозирования пробок, MATSim – для масштабных агентных исследований, анализа транспортной политики и сценариев «умного города» [5], а SUMO – для академических проектов, тестирования алгоритмов и интеграции с машинным обучением.

Список использованных источников

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Microscopic Traffic Simulation using SUMO // IEEE Intelligent Transportation Systems Conference / Alvarez Lopez P., Behrisch M., Bieker-Walz L. [et al.]. – 2018. – P. 2575–2582.
3. Основы автоматизации интеллектуальных транспортных систем : учебник / Д. В. Капский [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 412 с.
4. Лобашов, А. О. Закономерности изменения скорости транспортных потоков в городах / А. О. Лобашов, Д. В. Капский, С. С. Семченков // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2024. – № 1(49). – С. 67–70.
5. Устойчивые транспортные системы городов : учебник / Капский Д. В., Лобашов А. О., Семченков С. С. [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. – 128 с.

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Лупик А. В., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Кот Е. Н.

Аннотация. Для обеспечения безопасности дорожной инфраструктуры ключевое значение имеет скорость движения транспортных средств. В представленной статье анализируется динамика развития парка технических средств автоматической фиксации нарушений Правил дорожного движения в Республике Беларусь за период с 2011 по 2025 год.

В Республике Беларусь создана комплексная многоуровневая система автоматической фиксации нарушений правил дорожного движения, представляющая собой работу трех ключевых организаций. Основанием к принятию руководством государства решения о создании Единой системы фотофиксации нарушений Правил дорожного движения, явилось необходимость принятия мер, направленных на повышение безопасности на дорогах.

Совместное закрытое акционерное общество «Безопасные дороги Беларуси» является техническим оператором Единой системы фотофиксации, обеспечивая эксплуатацию, техническое обслуживание и развитие стационарных и мобильных комплексов фиксации нарушений [1]. Отдел обеспечения функционирования систем автоматической фиксации правонарушений МВД РБ осуществляет оперативное управление и административный контроль работы всех технических средств, обрабатывает поступающую информацию и организует процедуру привлечения нарушителей к ответственности в соответствии с законодательством [2]. Республиканское унитарное предприятие «Белдорсвязь» как единый оператор интеллектуальной транспортной системы координирует работу всех компонентов, обеспечивая интеграцию данных в единое информационное пространство и их распределение между заинтересованными государственными органами. Такое распределение функций позволяет эффективно сочетать техническую эксплуатацию, оперативное управление и стратегическую координацию системы [3], комплексно реализовывать государственную программу по повышению безопасности дорожного движения [4] на автомобильных дорогах и улицах страны.

Техническое оснащение системы представляет собой многоуровневый комплекс, включающий три основных типа оборудования [3]:

- стационарные комплексы, осуществляющие непрерывный мониторинг дорожного движения, устанавливаются на капитальных инженерных сооружениях (стойках, опорах);

- мобильные системы, включающие два типа исполнения, – устройства на базе транспортных средств, размещаемые стационарно в ходе патрулирования, и переносные комплексы, устанавливаемые на треножных конструкциях;

- системы вычисления средней скорости, предназначенные для определения усредненного значения скорости транспортных средств на протяженных участках дорожной сети.

Динамика развития парка технических средств автоматической фиксации нарушений (САФ) приведена в таблице 1. Количество стационарных датчиков с 2011 года увеличилось с 365 до 499 в 2025 году (данные на 27.11.2025) [3]. В 2022 году начала функционировать система вычисления средней скорости [3].

Таблица 1 – Динамика изменения количества применяемых САФ

Средства автоматической фиксации	Год	2011	2020	2025
Стационарные датчики, шт.		365	483	499
Мобильные датчики, шт.		63	57	–
Системы вычисления средней скорости, шт.		–	–	38

В Республике Беларусь все эксплуатируемые системы измерения подлежат обязательной регистрации в Государственном реестре средств измерений, что гарантирует их соответствие установленным стандартам. Функции головного центра по обеспечению единства измерений в этой сфере возложены на Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии», которое производит первичную и периодическую проверку всего парка измерительного оборудования. Правовой основой данной деятельности является Закон «Об обеспечении единства измерений» [3]. Виды применяемых стационарных датчиков контроля скорости приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды стационарных датчиков контроля скорости на территории

Вид САФ	Количество, шт.
MESTA 2000 / 2200	20 / 48
Multa Radar SD580	180
PoliScan FM1 / M1 HP / FM1.SR	81 / 58 / 32
VCSE	70
EHL-RSVS-700	4
Cordon	6
Всего:	499

Расширение применения САФ является одним из факторов, способствующим повышению безопасности дорожного движения. В 2011 году (начало применения САФ) в Республике Беларусь в ДТП погибло 1 200 человек. Самыми распространенными причинами ДТП с пострадавшими были нарушение правил проезда пешеходных переходов (149 ДТП) и превышение скорости (146 ДТП). В течение первого года после установки оборудования доля нарушителей снизилась в 5–10 раз. В 2024 году в ДТП в Беларуси погибло 500 человек (снижение в 2,4 раза в сравнении с 2011 годом).

Список использованных источников

1. О компании // СЗАО «Безопасные дороги Беларуси». – URL: <https://speed-control.by/company-ru.html> (дата обращения: 27.11.2025).
2. Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях : от 21 апреля 2003 г. № 194–З // ЭТАЛОН–ONLINE. Национальный правовой Интернет–портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=HK2100091> (дата обращения: 27.11.2025).
3. О едином операторе интеллектуальной транспортной системы: Указ президента Республики Беларусь от 20 августа 2025 г. № 311 // ЭТАЛОН–ONLINE. Национальный правовой Интернет–портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=P32500311> (дата обращения: 27.11.2025).

ИННОВАЦИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ИНТЕГРАЦИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В ТРАНСПОРТНУЮ СИСТЕМУ БЕЛАРУСИ

Новицкая Е. В., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. Рассматривается развитие электротранспорта в Республике Беларусь как одного из приоритетных направлений модернизации транспортной отрасли. Показаны ключевые преимущества интеграции электротранспорта и обозначены перспективы дальнейшего формирования устойчивой и технологически развитой транспортной среды.

В настоящее время развитие электротранспорта является одним из ключевых направлений модернизации транспортной отрасли и экологизации дорожного хозяйства во всем мире, способствуя формированию зеленой экономики, ориентированной на снижение углеродного следа и устойчивое использование природных ресурсов. В комплексной программе развития электротранспорта отмечается устойчивый интерес Беларуси к внедрению экологичных видов транспорта [1]. Инновационные решения в дорожном строительстве и развитии зарядной инфраструктуры создают основу для расширения применения электротранспорта.

Одним из приоритетов развития электротранспорта является создание современной зарядной инфраструктуры. По данным исследований, развитие сети зарядных станций является ключевым фактором роста рынка электротранспорта [2].

Количество зарядных станций демонстрируют устойчивое ускорение развития инфраструктуры электротранспорта в Республике Беларусь. В 2023 году в стране функционировало 1 050 зарядных станций, а уже в 2024 году их число выросло до 1 376 объектов, что соответствует приросту почти на 30 % (рисунок 1). Подобная динамика свидетельствует о расширении спроса на услуги зарядки и необходимости масштабирования сетей в ответ на быстро увеличивающийся парк электромобилей.



Рис. 1. Количество зарядных станций для зарядки электромобилей и электробусов (на конец 2024 года), шт. [3]

Кроме того, по итогам реализации программы развития электротранспорта в период с 2021 по 2025 год, общее количество зарядных станций, построенных и введенных в эксплуатацию, превысило 1 870 единиц. Этот показатель отражает системный и планомерный подход государства и ключевых операторов к созданию доступной и равномерно распределенной по территории страны инфраструктуры. Такой масштаб роста объясняется как стратегическими целями по стимулированию электромобильности, так и необходимостью обеспечения стабильного обслуживания уже существующего и активно растущего парка электротранспортных средств.

В дорожное строительство внедряются технологии, позволяющие оборудовать стоянки и объекты придорожного сервиса зарядными мощностями, включая станции быстрой и сверхбыстрой зарядки. Перспективными инновациями являются:

- организация парковочных зон с беспроводной зарядкой;
- использование автономных источников энергии (солнечные панели, энергоэффективные накопители);
- интеграция зарядных устройств в элементы городской инфраструктуры.

По мнению отечественных специалистов, внедрение зарубежного опыта в строительстве и эксплуатации дорожных объектов также способствует ускоренной интеграции электротранспорта [4].

Интеллектуальные транспортные системы (ITS) становятся неотъемлемой частью процесса внедрения электротранспорта. Развитие цифровой инфраструктуры позволяет оптимизировать маршруты, контролировать потребление энергии и создавать условия для эффективного функционирования электротранспорта в городской среде. В Беларуси развитие ITS рассматривается как важная составляющая национальной стратегии модернизации транспорта.

К ключевым направлениям относятся:

- автоматизированные системы маршрутизации электромобилей и электробусов;
- платформы мониторинга зарядной инфраструктуры;
- системы адаптивного управления дорожным движением.

Зарубежные исследования подтверждают, что успешное развитие электротранспорта в Восточной Европе требует комплексного внедрения цифровых решений [5].

Интеграция электротранспорта дает Беларуси ряд преимуществ (рисунок 2).

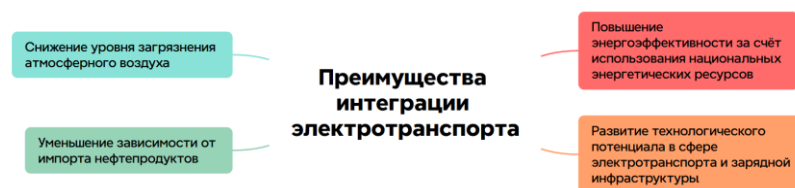


Рис. 2. Преимущества интеграции электротранспорта в Беларуси

Интеграция электротранспорта в транспортную систему Беларуси является важным направлением инновационного развития дорожного хозяйства. Современные решения в дорожном строительстве, цифровизация транспортных процессов и поддержка со стороны государства создают условия для гармоничного внедрения электромобильности.

Список использованных источников

1. Комплексная программа развития электротранспорта на 2021–2025 годы. – Мн. : Министерство транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2021. – 48 с.
2. Астапенко, А. В. Электромобили и инфраструктура зарядных станций: современное состояние и перспективы развития // Транспортная инфраструктура. – 2021. – № 3. – С. 45–52.
3. Статистика транспорта Республики Беларусь на конец года // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 20.11.2025).
4. Сидоренко, П. Н. Инновации в дорожном строительстве: мировой опыт и перспективы внедрения в Беларуси // Дороги и мосты. – 2022. – № 2. – С. 33–40.

ВЛИЯНИЕ МОДЕРНИЗАЦИИ ДОРОЖНОЙ СЕТИ НА ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ АВТОТРАНСПОРТА В БЕЛАРУСИ

Пильковская М. Р., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. Работа анализирует, как развитие дорожной инфраструктуры Беларуси в 2020–2025 годах влияет на энергопотребление автотранспорта. Показано, что улучшение дорог и рост электромобильности снижают расход топлива и повышают энергоэффективность перевозок.

Развитие дорожной инфраструктуры в Беларуси напрямую определяет уровень энергопотребления автотранспорта, который остается ключевым видом перевозок в стране. За последние годы модернизация магистралей, улучшение качества покрытий и повышение пропускной способности дорожной сети заметно повлияли на снижение расхода топлива как легкового, так и грузового транспорта. Доля дорог с улучшенным покрытием выросла с 82 % в 2015 году до 92 % в 2023 году, а масштабные работы 2023–2025 годов стали продолжением этого тренда. В рекордные для дорожной отрасли 2023–2024 годы было отремонтировано около 10 тысяч километров дорог, что обеспечило дополнительное повышение энергоэффективности перевозок. По оценкам, на реконструированных участках автомагистралей М1, М3 и М6 расход топлива у грузового транспорта снижался на 8–12 %, что связано с уменьшением неровностей, ростом средней скорости потока и сокращением зон вынужденного замедления [1].

Качество дорожного покрытия остается одним из ключевых факторов, влияющих на энергозатраты транспорта. Неровная или изношенная поверхность увеличивает расход топлива на 5 % у легковых автомобилей и на 10–15 % у грузовых, а на участках с выраженной колеиностью этот показатель может достигать 20 % из-за дополнительных потерь энергии и необходимости стабилизации движения. Показательным примером является ремонт участка Р23 Минск – Молодечно, после которого средний расход бензина у легковых автомобилей снизился с 8,4 до 7,7 литра на 100 км. Подобные результаты фиксировались и на других направлениях, что подтверждает прямую зависимость между состоянием дорожного полотна и энергоэффективностью поездки.

Значимую роль играет и пропускная способность дорожной сети. Режим «старт – стоп», характерный для перегруженных городских участков, увеличивает расход топлива в 2–3 раза по сравнению с равномерным движением. В Минской агломерации модернизация ключевых развязок, расширение магистралей и внедрение оптимизированных режимов светофорного регулирования позволили уменьшить перегруженность на 25–35 %, сократить время поездки в часы пик на 6–10 минут и снизить потребление топлива городским транспортом на 5–7 %. Эти изменения подтверждают, насколько важно комплексное проектирование дорожной сети для повышения энергоэффективности всего транспортного комплекса.

Общий энергетический эффект дорожной модернизации в 2018–2024 годах оказался существенным: реконструкция свыше тысячи километров дорог ежегодно позволила сократить расход топлива автопарком страны на 90–120 тысяч тонн и уменьшить выбросы CO₂ на 270–350 тысяч тонн в год. Значительно выросло и финансирование дорожной отрасли: если в 2022 году оно составляло около 0,93 млрд рублей, то в 2023 году достигло 1,27 млрд, а в 2024 году – уже около 2,2 млрд рублей. В 2025 году финансирование продолжило рост и превысило 2,3 млрд рублей, что обеспечивает возможность

расширять объемы ремонтов и переходить к более долговечным видам покрытий, включая цементобетон на ключевых выездах из Минска [2].

Параллельно с модернизацией дорожной сети активно развивается электромобильность – важный фактор будущего снижения энергопотребления традиционных видов топлива. Объем электропотребления электромобилями вырос с 19,8 млн кВт·ч в 2023 году до 39,6 млн кВт·ч в 2024-м и увеличился более чем вдвое по итогам первого полугодия 2025 года. Это свидетельствует о росте парка электрокаров и формирует потребность в масштабном развитии зарядной инфраструктуры. Планируется, что к концу 2025 года количество зарядных станций приблизится к тысяче, а к 2030 году Беларусь сформирует сеть быстрых зарядных коридоров на всех основных магистралях [3].

Перспективы дальнейшего развития дорожной инфраструктуры предполагают комплексное повышение энергоэффективности транспортной системы. В 2025–2027 годах планируется завершить масштабную реконструкцию М3 (Минск – Витебск), Р46 (Лепель – Полоцк), а также продолжить расширение М4 и обновление подъездов к крупным промышленным центрам. Одновременно внедрение интеллектуальных систем регулирования движения способно сократить расход топлива в городах на дополнительные 5 %, а переход на современные асфальтобетоны с пониженным сопротивлением качению – на 7–10 %. Ожидается, что по мере роста доли электромобилей и улучшения качества покрытий общий удельный расход топлива автопарка продолжит снижаться, что станет важным вкладом в энергетическую и экономическую устойчивость страны.

Таким образом, дорожная инфраструктура становится одним из ключевых драйверов повышения энергоэффективности транспортной системы Беларуси. Улучшение качества дорог, внедрение современных технологий реконструкции и рост пропускной способности магистралей формируют устойчивую тенденцию к снижению энергозатрат, уменьшению выбросов и повышению экономической эффективности перевозок. Дополняя эти процессы развитием электромобильности и интеллектуальных систем управления, Беларусь постепенно формирует современную, экологичную и энергоэффективную транспортную среду, ориентированную на долгосрочные потребности экономики и общества.

Список использованных источников

1. Официальная статистика потребления автомобильного топлива по Республике Беларусь за 2019 год // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 29.11.2025).
2. Финансирование дорожного хозяйства Беларуси и объемы ремонтов в 2023–2025 годах: интервью и аналитика // onliner. – URL: <https://auto.onliner.by> (дата обращения: 29.11.2025).
3. Электропотребление электромобилей в 2023–2025 годах: официальные данные Минэнерго // БЕЛТА. – URL: <https://www.belta.by> (дата обращения: 29.11.2025).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СИСТЕМАХ КРУГОВОГО ОБЗОРА ЭЛЕКТРОБУСОВ

Сацута А. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Рассматривается возможность внедрения и использования технологий дополнительной реальности в системе кругового обзора электробуса. Помимо стандартной 3D модели электробуса, в комплекс программного обеспечения будет также входить система предупреждения об опасности, распознавание дорожных знаков, сигналов светофоров, направляющие разметки при поворотах и разворотах, электронные парктроники.

В последнее время наблюдается тенденция электрификации общественного транспорта в крупных развивающихся городах. Наиболее популярным современным транспортом в настоящее время являются электробусы, которые активно приходят на замену традиционным автобусам с ДВС, они представляют собой не просто смену силовой установки, но и платформу для внедрения передовых технологий. При этом одной из критически важных задач остается обеспечение безопасности дорожного движения, так как насыщенность городского трафика, сложные погодные условия создают определенные неудобства для водителей [1].

Развитие стандартных систем кругового обзора стало значительным шагом вперед, частично устранив и решив проблему «слепых» зон вокруг транспортного средства. Однако их функционал зачастую ограничен пассивным склеиванием видеотрансляций с нескольких камер и показам не до конца корректной и не самой качественной 3D модели. Водитель самостоятельно анализирует модель, что может отвлекать его за рулем, и соответственно может сказаться на безопасности дорожного движения [2].

Целью данного исследования является разработка интеллектуальной системы, которая преобразовывает стандартную 3D модель в активного помощника водителя электробуса, используя технологии дополненной реальности и «компьютерного» зрения. Предлагаемая система основывается на базе существующей аппаратной платформы камер кругового обзора, но с усилением вычислительного блока, для обработки большего количества информации, например таких как просчет траектории, визуальный расчет расстояния между объектами, распознавание разметки и т. д. [3].

Для оснащения электробусов данной системой необходимо будет дополнительно оборудовать его следующими компонентами:

- камеры с широким динамическим диапазоном;
- мощный бортовой компьютер, который должен будет обрабатывать видео с высокой скоростью в режиме реального времени на основе алгоритмов ИИ;
- датчики скорости, поворота рулевого колеса, расстояний и т. д., будут необходимы для построения системы помощи водителя.

Работа всей системы будет выглядеть следующим образом: на экране у водителя будет показана 3D модель электробуса, по бокам от нее будут показаны все считываемые и действующие дорожные знаки и сигналы светофоров, наложенная на дорогу проекция разметки (в зимнее время, когда дорогу замечает снегом, либо когда она отсутствует), также будут видны все «слепые зоны». Бортовой ассистент будет оповещать водителя обо всех опасных моментах происходящих на дороге, интенсивность движения на маршруте (данные будут получены и направлены с городских камер видеонаблюдения).

Для своего удобства, водитель может настроить информацию для показа, которая ему необходима, и вывести проекцию на лобовое стекло, для того чтобы поменьше отвлекаться на экран.

Принципиальная схема работы системы кругового обзора показана на рисунке 1.



Рис. 1. Принципиальная схема работы системы кругового обзора

Внедрение данной интеллектуальной системы дополнительной реальности предоставляет ряд неоспоримых преимуществ:

- снижение аварийности: технология и круговой обзор помогут сократить или даже полностью избавиться от типовых ДТП с участием крупногабаритного транспорта, например наезды на препятствия, столкновения при маневрах, съезды с полос движения;
- снижение нагрузки на водителя: система частично избавляет водителя от необходимости постоянного контроля «слепых» зон при сложной дорожной обстановке;
- возможность эксплуатации в различное время года;
- повышение эффективности при подготовке водителей: наблюдая за своим вождением в 3D они смогут лучше понимать, и быстрее привыкнуть к габаритам ТС.

Предложенная в исследовании концепция интеллектуальной системы представляет собой хороший скачок в развитии систем помощи водителям общественного транспорта. Внедрение дополнительной реальности и компьютерного зрения улучшает систему кругового обзора в активного участника процесса управления, а не просто ознакомительное изображение. Ведь система не просто показывает, что происходит вокруг, но и анализирует обстановку во время движения, предупреждая водителя о скрытых угрозах и помогая ориентироваться в не простых дорожных условиях [3].

В перспективе, дальнейшая концепция развития данной технологии может быть направлена на оптимизацию алгоритмов для снижения вычислительной нагрузки, повышение точности расчетов и прогнозирования, а также на совмещение с другими система безопасности.

Список использованных источников

1. Капский, Д. В. Транспорт в планировке городов : учебное пособие / Д. В. Капский ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Транспортные системы и технологии». – Мн. : БНТУ, 2023.
2. Оценка состояния транспортной системы городов Полоцка и Новополоцка / Д. В. Капский [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 11. – С. 98–102.
3. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЧЕРЕЗ ВНЕДРЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Севастьянова П. М., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Дашкевич Н. В.

Аннотация. В работе рассматривается роль информационных систем управления проектами (ИСУП) в отрасли дорожного строительства. Проведен анализ специфических проблем, возникающих при реализации инфраструктурных объектов. Предложены инновационные подходы к развитию ИСУП с использованием технологий искусственного интеллекта.

Дорожное строительство является одной из самых капиталоемких и технически сложных отраслей экономики. Эффективность реализации инфраструктурных проектов напрямую влияет на логистический потенциал и экономическое развитие региона. Однако статистика показывает, что значительная часть проектов в этой сфере сталкивается с превышением бюджетов и срывом сроков реализации. Причиной этого часто становится несовершенство управленческих механизмов и низкий уровень информационной прозрачности процессов. В условиях цифровой трансформации экономики внедрение Информационных систем управления проектами (ИСУП) становится не просто конкурентным преимуществом, а необходимым условием выживания строительных организаций.

Цель данной работы – проанализировать текущее состояние управления проектами в дорожной отрасли, выявить ключевые проблемы и предложить пути их решения через внедрение инновационных модулей ИСУП.

Информационная система управления проектами государственного заказчика в сфере строительства (ИСУП) – облачная информационная система для автоматизации процессов управления строительными проектами на уровне государственного заказчика в сфере строительства, позволяющая сопровождать реализацию строительных проектов на этапе их планирования, проектирования и строительства [1].

В контексте дорожного строительства ИСУП имеет существенные отличия от систем, применяемых в гражданском (вертикальном) строительстве. Это обусловлено спецификой объекта: объекты растянуты на десятки и сотни километров, что усложняет логистику и контроль, также погодные условия, геологические особенности грунтов и сезонность оказывают существенное влияние, стоит также сказать о том, что в проекте участвуют десятки подрядчиков, поставщиков материалов (песок, щебень, асфальтобетон), а это требует объединения большого количества данных.

Современная ИСУП в дорожной отрасли – это не просто календарный график, а среда общих данных (CDE), объединяющая геоинформационные системы (GIS), сметное нормирование и ресурсное планирование [2].

Несмотря на наличие стремительно развивающегося программного обеспечения, управление многими дорожными проектами до сих пор осуществляется фрагментарно. Можно выделить следующие проблемы: данные геодезистов, сметчиков, прорабов на участках и руководства в офисе находятся в разных, не связанных между собой системах или таблицах Excel, это создает сложности в их взаимодействии. Также из-за бумажного документооборота информация о проблеме, например, на 50-м километре трассы до центра принятия решений с задержкой в несколько дней.

Трудности в отслеживании фактического расхода материалов и работы спецтехники в реальном времени приводят к различным хищениям. Проблемой также является частый неучет погодных условий.

Статистика показывает, что значительная часть проектов в этой сфере сталкивается с превышением бюджетов и срывом сроков. Причиной этого является разрыв между реальным положением дел на строительной площадке и отчетностью, поступающей к руководству.

Продолжительность возведения строительного объекта в зависимости от его характера может достигать нескольких лет. Это создает проблему того, что вложенные деньги замораживаются на долгие месяцы и годы, поэтому срок окупаемости капитальных вложений и, следовательно, ожидаемое время получения прибыли велики [3].

Решением описанных проблем является использование ИСУП нового поколения, базирующихся на технологии информационного моделирования для инфраструктуры. Его внедрение даст возможность того, чтобы все участники работали с одной актуальной моделью данных, а изменения в графике поставки материалов автоматически пересчитывали календарный план работ и бюджет. Наложение календарного плана на 3D-модель местности и дороги позволит выявить пространственно-временные противоречия еще до начала работ. Использование мобильных терминалов на стройплощадке позволит вносить данные о выполненных объемах, мгновенно обновляя статус проекта в системе.

Для перехода на новый уровень управления можно внедрить в ИСУП инновационные модули, например: создание модуля автоматического сбора данных с дорожно-строительной техники, благодаря этому будет возможность автоматически фиксировать факт работы (без участия человека) и контролировать соблюдение технологии в режиме реального времени.

Также одним из популярных направлений сейчас является использование искусственного интеллекта. В данном случае его можно использовать как инструмент налаживания процесса строительства, например, искусственный интеллект может проанализировать прогноз погоды, текущий темп работ и наличие техники, после чего дать предупреждение: «С вероятностью 60 % укладка верхнего слоя на данном участке будет сорвана через 2 недели из-за прогнозируемых сильных дождей и нехватки техники».

Внедрение современных информационных систем управления проектами в дорожном строительстве является основополагающим условием повышения эффективности отрасли, позволяющее решить проблему сложности управления строительным объектом, увеличить качество дорожного строительства и повысить эффективность вложения денежных средств в данную отрасль. Предложенные в работе инновации способны сократить сроки строительства и снизить себестоимость работ за счет оптимизации ресурсов и исключения ошибок переделки. В долгосрочной перспективе повсеместное внедрение описанных подходов приведет к формированию единой цифровой экосистемы транспортной отрасли.

Список использованных источников

1. Информационные системы управления проектами // ФАУ «РосКапСтрой». –URL: <https://roskapstroy.ru/proekty/informatsionnaya-sistema-upravleniya-proektami/?ysclid=mifko0yikn984194386> (дата обращения: 19.11.2025).

2. Гинзбург, А. В. Информационные технологии в строительстве / А. В. Гинзбург. – М.: АСВ, 2020. – 19 с.

УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА: НОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ

Томшис Д. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Рассматривается разработка охлаждающе-обогревающей системы асфальтированного покрытия и ее пути применения в устойчивых транспортных системах. Предложенная система представляет собой автоматизированный комплекс для поддержания оптимальной температуры асфальта, использующий датчики, систему опрыскивания и углеродный кабель.

Устойчивое функционирование транспортной системы является ключевым фактором развития современного мегаполиса [1], которым является сегодня г. Минск. Общая протяженностью уличной сети г. Минска составляет около 1,5 тыс. км, а площадь асфальтированного покрытия уличной сети в г. Минске составляет около 25 млн кв. м. В среднем ширина проезжей части составляет 17 м. Плотность уличной сети составляет приблизительно 4,24 км дорог на 1 км² территории города. Среди областных центров наибольшей протяженностью отличается Гомель – около 720 км, за ним следуют Витебск (более 620 км) и Могилев (более 580 км). Уличная сеть Гродно составляет около 550 км, а наименьшая протяженность среди перечисленных областных центров наблюдается в Бресте – более 450 км.

Поддержание этой сети в надлежащем эксплуатационном состоянии представляет собой сложную задачу, особенно в условиях усиливающегося влияния климатических факторов. Актуальной проблемой современных городов является изменение климата, в частности, заметное повышение летних температур воздуха [2; 3]. Это приводит к значительному нагреву асфальтобетонных покрытий, температуры которых могут превышать 50–55 °С.

Экстремальный нагрев провоцирует ряд негативных последствий:

- увеличивается выделение в атмосферу легких фракций органического вяжущего, что отрицательно сказывается на здоровье населения;
- усиливается тепловое загрязнение городского пространства;
- ускоряется колееобразование на покрытии и поднимается пыль.

В зимний период основной проблемой становится ухудшение безопасности движения из-за образования гололедицы. Ситуация усугубляется тем, что количество переходов температуры покрытия через 0 °С (наиболее благоприятный момент для гололедицы) может превышать 100 случаев за зиму.

Предлагаемый путь решения данной проблемы – это охлаждающе-обогревающая система асфальтированного покрытия. Конструктивно система представляет собой комплекс, включающий опрыскиватель с фильтром (встроенный в бордюрный камень), насос и подземный резервуар для сбора дождевой воды. Для автоматизации работы необходимы датчики считывания температуры. Для обогрева применяется углеродный кабель.

Принцип работы в жаркое время года следующий:

- датчики фиксируют температуру среды и покрытия;
- если показатели превышают норму, насос подает воду из резервуара на дорожное покрытие через опрыскиватели, система проводит повторные измерения и анализ;
- при достижении нормы она прекращает работу;

– в противном случае – продолжает;
– остатки использованной воды сливаются обратно в резервуар, где проходят фильтрацию для очищения от мусора и запускается процесс рециркуляции.

В зимний период система работает по схожему принципу для борьбы с гололедом, когда возникает угроза безопасности движения. Датчик считывает температурные показатели. Если они не в пределах нормы, начинает работать углеродный кабель, который находится под верхним слоем асфальтобетонного покрытия. Тающий лед и снег стекают в резервуар для воды. Спустя некоторое время работы системы снова происходит измерение температурных показателей. Если все показатели в норме, то система перестает обогревать, если нет – продолжает работать.

Сравнительный анализ предложенной системы с существующей альтернативной технологией для летнего времени – использованием поливомоечных машин. Анализ выявил существенные недостатки традиционного метода: машины работают по определенному графику, что означает, что обслуживание дорожной сети также происходит по графику. Использование техники является дорогим, поскольку требуются затраты на обслуживание и ремонт самих машин. Высокие эксплуатационные затраты сформированы заработной платой водителей. В условиях дефицита водителей также является критичным вопрос выпуска поливомоечных машин на линию. Кроме того, отмечается большой расход воды для работы. Также при работе поливомоечных машин в атмосферу выделяются отработавшие газы, что ведет к загрязнению окружающей среды.

Таким образом система позволяет автоматизировать работу охлаждения и обогрева дорожного покрытия в любое время суток и при любых погодных условиях. Ключевыми преимуществами системы являются: снижение эксплуатационных затрат, эффективное препятствование образованию колеи, повышение безопасности движения и способствование развитию устойчивой городской мобильности.

Предложенная система терморегуляции асфальтобетонных покрытий обеспечивает значительное улучшение городской среды и транспортной инфраструктуры. Главное преимущество системы состоит в ее полной автоматизации для охлаждения и обогрева дорожного полотна в любое время суток и при любых погодных условиях. В отличие от существующих методов, данная разработка требует меньше затрат на ее эксплуатацию. Экологический и эксплуатационный эффект достигается за счет снижения теплового загрязнения, уменьшения выделения летучих органических фракций из асфальта, предотвращения колееобразования, и, что критически важно, существенного повышения безопасности дорожного движения за счет борьбы с гололедицей в зимний период. Таким образом, внедрение этой системы является ключевым фактором в устойчивом развитии городов.

Список использованных источников

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / А. О. Лобашов, С. С. Семченков, Е. Н. Кот [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Оценка состояния транспортной системы городов Полоцка и Новополоцка / Д. В. Капский [и др.] // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 11. – С. 98–102.
3. Assessment measures developed to improve quality of route transport Polotsk and Novopolotsk / D. Kapski, S. Semchenkov, I. Gamulsky [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2024. – Vol. 515. – P. 03003.

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ДОПОГ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕРЕВОЗОК

Томшис Д. В., студент,

Арцименя Д. А. студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ходоскин Д. П.

Аннотация. Рассматриваются актуальные изменения в Соглашении о дорожной перевозке опасных грузов, которые вступили в силу в 2023 и 2025 годах. Производится анализ ключевых нововведений, которые касаются различных аспектов связанных с перевозкой опасных грузов, так как литий-ионных аккумуляторов (требования к испытаниям и классификация), использование транспортных средств, работающих на альтернативных видах топлива, пересмотр положений о перевозке радиоактивных материалов, требований к упаковке и маркировке и другие.

Соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) – это документ, устанавливающий единые стандарты по обеспечению безопасности при транспортировке опасных грузов. Основная цель этого Соглашения заключается в перемещении опасных веществ и материалов посредством контроля и регламентации процесса самой перевозки.

Данное Соглашение регулярно актуализируется для соответствия современным вопросам, проблемам и ситуациям. Последние изменения вступили в силу в 2023 и 2025 годах. Таким образом анализ последних тенденций в изменениях показал их связь и направленность на работу с литий-ионными аккумуляторами для транспортных средств, транспортными средствами, работающими на альтернативном виде топлива и изменения в положениях об радиологических материалах, а также требованиях к упаковке и маркировке при перевозке.

В новой редакции ДОПОГ наиболее значимые изменения произошли в правилах для литий-ионных аккумуляторов. Они стали широко использоваться в самых различных устройствах начиная от телефонов и заканчивая транспортными средствами. с увеличением их использования возник вопрос обеспечения безопасности в случаи их повреждения.

Данным батареям необходимо регулярно проходить испытания, направленные на оценку их технической исправности и конструкцию (необходимо соответствовать определенным критериям ООН). Данная мера обусловлена ростом инцидентов и несчастных случаев при транспортировке данных аккумуляторов, тем самым она направлена на предотвращение аварийных ситуаций. Данное изменение означает, что грузоотправителям необходимо получать обновленные сертификаты испытаний и производить более тщательный контроль за соблюдением всех требований к конструкции, испытаниям и за качеством самой продукции.

В некоторых разделах были внесены уточнения к требованиям, относящиеся к транспортным средствам, использующим сжиженный или сжатый природный газ, водород, электричество и к транспортным средствам, работающим на топливных элементах. Данное внесение было необходимо для обеспечения безопасности перевозки опасных грузов и к самим транспортным средствам, а также к адаптации к быстроизменяющимся технологиям.

Обновления произошли и в требованиях к перевозке радиоактивных материалов. Были введены новые классы опасности для упаковочных материалов, новые испытания для упаковки изготовленных из данных материалов и перевозящие радиоактивные

вещества. Примеры конкретных изменений: ужесточение требований к максимальному уровню излучения вещества или материала на поверхности упаковок, введение новых категорий упаковок. Данное изменение позволило повысить уровень безопасности путем снижения рисков аварийных ситуаций, что улучшило безопасность персонала и окружающей среды.

Преимуществами актуализации ДОПОГ (последних версий) являются:

- повышение уровня безопасности – ужесточение требований к перевозке наиболее опасных грузов позволяет снизить риски как для персонала и всех участников перевозки, так и для других людей и окружающей среды;

- адаптация к быстроизменяющимся условиям – ДОПОГ быстро и своевременно адаптируется к новым видам груза или категориям транспортных средств, а также быстро подстраивается под риски и инциденты (произошедшие).

Перспективные направления изменений могут включать в себя:

- ужесточение норм и стандартов, применяемых при перевозке опасных грузов, таких как требования к конструкции транспортных средств, требования к оборудованию транспортных средств, повышению квалификации водителей и др.;

- внедрение цифровых технологий и автоматизации – помогут отслеживать состояние груза в реальном времени и его местоположение;

- повышение квалификации водителей посредством обучения новым технологиям и методам работы для повышения безопасности персонала при перевозке опасных грузов;

- изменение экологических норм при транспортировке опасных грузов с акцентом на снижение вредных выбросов и использование новых чистых технологий, включая экологически чистые транспортные средства работающие на альтернативном виде топлива.

Изменения в ДОПОГ вносят значительный вклад в транспортную сферу. Ужесточение требований к литий-ионным аккумуляторам, к использованию транспортных средств, работающих на альтернативных видах топлива, пересмотру положений об радиационных материалах, требований к упаковке и маркировке – направлены на минимизацию рисков возникновения аварийных ситуаций.

Таким образом изменения в ДОПОГ позволяют эффективно регулировать и контролировать перевозки опасных грузов в современных условиях. Анализ изменений демонстрирует последовательную адаптацию к изменяющимся условиям транспортировки и состоянию данного вопроса в целом.

Также важно, чтобы все участники перевозки от производителя до перевозчика были осведомлены о всех тенденциях и изменениях, которые были введены до и будут введены в будущем – что в свою очередь реализуется в ходе специальных мероприятий (с принятой периодичностью в данной области перевозок). Правильная работа с указанным спектром направлений сможет повысить не только безопасность в ходе перевозки, но и ликвидировать вредные последствия в случае наступления (все-таки) инцидентов и аварий.

Список использованных источников

1. Соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) : [сайт]. – URL: https://unece.org/sites/default/files/2025-01/2412006_R_ECE_TRANS_352_Vol.I_WEB.pdf (дата обращения: 27.11.2025).

2. Официальный сайт ЕЭК ООН : [сайт]. – URL: <https://www.un.org/ru/ecosoc/unece/?ysclid=miin843hbw995902066> (дата обращения: 27.11.2025).

3. Обзор изменений ДОПОГ 2023 // Логистика и право. – 2023. – № 4. – С. 45–52.

ЦИФРОВОЕ БУДУЩЕЕ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МАРШРУТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Федоренчик А. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук Семченков С. С.

Аннотация. Анализируются конструктивные решения информационных систем для маршрутных транспортных средств в контексте цифровизации пассажирских перевозок. Рассматривается архитектура бортовых систем и их защита по действующим стандартам. Уделено внимание интеграции в бортовую сеть 24В и соответствие строгим требованиям автомобилестроения.

В контексте глобальной урбанизации и развития концепции «Умный город» цифровая трансформация пассажирских перевозок приобретает особую актуальность [1]. Интеграция информационных систем (ИС) в маршрутные транспортные средства (МТС) является ключевым фактором для повышения безопасности, операционной эффективности и качества обслуживания. Однако при этом необходимо фокусироваться на конструктивных решениях, которые обеспечивают надежность, долговечность и интеграцию оборудования в сложной среде эксплуатации, соответствующей строгим стандартам автомобилестроения [2]. Центральным элементом ИС, как правило, является бортовой управляющий компьютер. Его надежность достигается за счет использования промышленных, герметичных корпусов. Любое конструктивное решение должно соответствовать высоким классам защиты IP65–IP66 для обеспечения полной пыленепроницаемости и защиты от воды. Корпус из алюминиевых сплавов также обеспечивает пассивное охлаждение, что критически важно для работы в широком температурном диапазоне от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$. Физическая прочность должна обеспечиваться соответствием корпуса и крепления классам IK07–IK10 (должны выдерживать удары, предотвращать механические повреждения). Виброустойчивость обеспечивается как монтажом на антивибрационных демпферах, так и использованием надежных промышленных компонентов, включая применение SSD-накопителей вместо HDD-дисков. Интеграция ИС в бортовую сеть транспортных средств требует специальных мер для преодоления проблемы нестабильности напряжения, характерной для подвижного состава МТС. Поэтому конструктивные решения должны строго соответствовать автомобильному стандарту ISO 16750. Для стабилизации питания каждый блок оснащается промышленным DC-DC преобразователем с широким диапазоном входного напряжения (9В–36В), который также обеспечивает гальваническую развязку и стабильное выходное напряжение. Для предотвращения потери данных и обеспечения корректного завершения работы при отключении внешнего питания, в оборудование ИС должен быть встроен источник питания (целесообразен на основе суперконденсаторов). Системы ИС, установленные в пассажирском салоне и на кузове МТС (видеонаблюдение, оплата проезда и т. д.) требуют соответствия стандартам физической защиты. Камеры должны быть антивандальными в купольном исполнении с классом защиты IK08–IK10, SSD-накопители и размещаются в закрытых отсеках, элементы системы оплаты проезда должны соответствовать классам IP54–IP65. ИС необходимо конструктивно оснащать интерфейсами для подключения к CAN-шине (Controller Area Network) транспортного средства. Эта интеграция с бортовой шиной данных, характерная для современного автомобилестроения, позволяет считывать информацию о состоянии МТС и интегрировать ее в ИС. Для безопасного подключения используются

защищенные CAN-контроллеры с электрической изоляцией. Строгие требования электромагнитной совместимости обязывают использовать металлические, экранированные корпуса для всех вычислительных блоков. Это необходимо, чтобы избежать взаимного влияния систем и не нарушать работу критически важных систем МТС. Средства информирования требуют высокого уровня конструктивной защиты для сохранения функциональности. Внешние LED-табло размещаются в герметичных корпусах IP67/IP68. Внутренние экраны защищены закаленным стеклом с высоким ИК-классом и обладают повышенной яркостью для читаемости при солнечном свете. Надежность системы критически зависит от качества соединений. Используются промышленные разъемы с фиксацией, исключающие самопроизвольное отключение под воздействием вибрации. Кабельная трасса прокладывается в защитных рукавах, предотвращая истирание и механические повреждения, при этом кабели питания и данных разделяются и экранируются для соблюдения требований электромагнитной совместимости. Также необходимо учитывать, что эксплуатационный цикл МТС характеризуется режимом высокой интенсивности и продолжительности в пределах суток. Функционирование в продолжительном режиме требует от электронных компонентов гарантированного соответствия расширенным параметрам. Постоянное воздействие температурных, импульсных и вибрационных нагрузок в течение всего рабочего дня, обуславливают необходимость применения промышленного исполнения всех вычислительных, коммуникационных и периферийных модулей. Это также критически важно для обеспечения целостности данных, собранных в течение длительного периода непрерывной работы [3]. В отечественном автомобилестроении в рамках цифровизации пассажирских перевозок активно применяются компоненты, разработанные в Беларуси, что подтверждает общие конструктивные принципы статьи. В частности, в качестве бортовых управляющих комплексов нашли применения устройства типа МТВ-128 и устройства типа МТВ-С7, представляющее собой центральный вычислительный блок, который выполняет функции сбора данных и управления периферическими устройствами. Конструктивно они выполнены в защищенном, безвентиляторном корпусе, соответствующем требованиям по вибро- и термостойкости для эксплуатации в транспортных условиях, а также имеют модули питания для работы в бортовой сети 24В. Также широкое применение нашли ИС производства белорусского предприятия ОАО «Интеграл» и минского электромеханического завода. Данные системы являются ключевым элементом в системе визуального и акустического информирования пассажиров. Их конструктивные решения также соответствуют жестким требованиям эксплуатации на подвижном составе МТС, для обмена данными используется интерфейс RS-485. Конструктивные решения ИС в МТС, основанные на стандартах IP, ИК и требованиях ISO 16750, являются залогом их надежности и долговечности. Интеграция в бортовую сеть 24В обеспечивают совместимость и стабильность работы. Успешная реализация этих инженерных подходов гарантирует повышение безопасности и эффективности пассажирских перевозок в цифровом будущем.

Список использованных источников:

1. Устойчивая городская мобильность: теория и практика развития : учебник / Лобашов А. О. [и др.]. – М. ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 236 с.
2. Капский, Д. В. Цифровизация процессов предприятий маршрутного пассажирского транспорта при организации эксплуатационной работы секторальным методом / Д. В. Капский, С. С. Семченков, А. О. Лобашов // Реализация транспортной стратегии РФ до 2030 года в части развития автотранспортного комплекса : сб. науч. трудов Междунар. науч.-практ. конф. (26–27 апреля 2023 года). – М. : «Перо», 2023. – С. 39–43.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО БАРЬЕРА В ВИДЕ ОТКРЫТОЙ ТРАНШЕИ С КРЕПЛЕНИЕМ СТЕНОК ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИЙ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ В ГРУНТОВОЙ СРЕДЕ

Шавловская О. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Повколас К. Э.

Аннотация. Исследуется способ виброизоляции грунтовых оснований с помощью открытых траншей. Проведено моделирование методом конечных элементов, подтверждающее эффективность барьера. Предложены практические рекомендации для широкого применения в снижении вибрационного воздействия на здания и инфраструктуру.

Транспортные сети, промышленные зоны и строительные работы создают вибрационные поля, распространяющиеся в грунте и влияющие на людей, оборудование и сооружения. Основную опасность представляют поверхностные (Релеевские) волны, на которые приходится около 80 % кинетической энергии вибраций, вызывающих повреждения конструкций [1]. Это ускоряет износ зданий и сооружений, что делает актуальными вопросы прогнозирования и снижения вибрационного воздействия.

В настоящее время для оценки повреждений зданий от вибраций используют эмпирические методы, основанные на скорости колебаний грунта. Автор, совместно с научным руководителем, предложил новый подход [3], который учитывает динамические и статические осадки оснований, сравнивая их с нормативными значениями, и позволяет оценить глубину зоны уплотнения грунта. Для снижения воздействия вибраций предлагается устройство виброотсечной траншеи.

Расчеты выполнялись методом конечных элементов при помощи программы LIRA 10.10 в модуле «Динамика+» путем прямого интегрирования уравнений движения. Трехмерная модель грунтового массива, применялась для анализа распространения волн от вибрационной нагрузки на фундамент.

На рисунке 1 представлена Расчетная КЭ-модель грунтового массива.

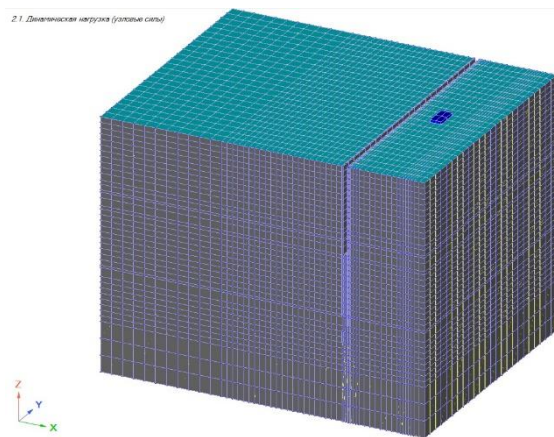


Рис. 1. Расчетная КЭ-модель грунтового массива

В качестве источника воздействия выступала точечная гармоническая нагрузка на фундамент, а параметры грунта определялись на основе натурных исследований и стандартных характеристик [2]. В работе рассмотрены шесть расчетных схем: свободное распространение колебаний в грунтовой среде без траншеи; с траншеей

глубиной 3,4 м ($0,6 \cdot L_R$); с траншеей глубиной 4,5 м ($0,8 \cdot L_R$); с траншеей глубиной 5,63 м ($1,0 \cdot L_R$); с траншеей глубиной 6,7 м ($1,2 \cdot L_R$); с траншеей глубиной 7,9 м ($1,4 \cdot L_R$).

Исследованы закономерности распространения вибрационных колебаний в грунте и влияние траншеи различной глубины на их амплитуду. Распределение вертикальных перемещений показано с помощью изополей, что позволяет оценить снижение колебаний при увеличении глубины траншеи. Обнаружено, что по мере увеличения глубины траншеи амплитуда колебаний уменьшается и достигает минимальной величины при длине траншеи, равной ее относительной глубине.

На рисунке 2 показаны графики максимальных амплитуд вертикальных колебаний по поверхности массива в направлении их распространения, вычисленные по 6 расчетным схемам.

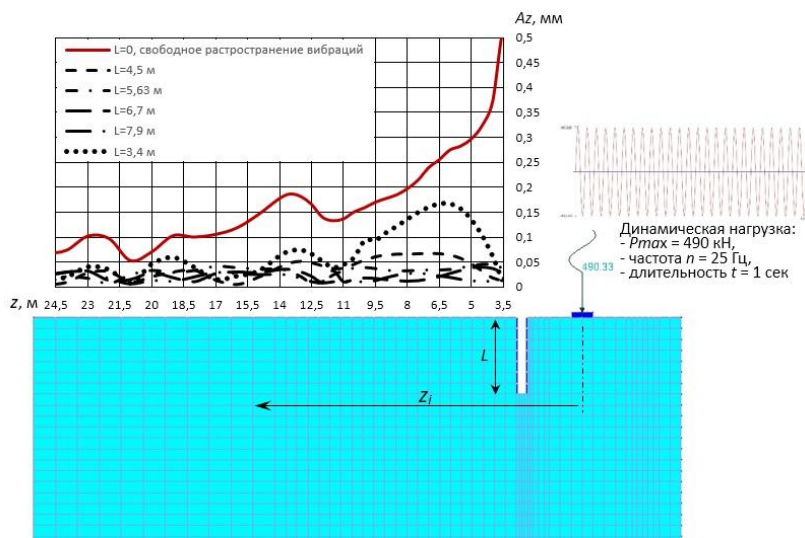


Рис. 2. Графики максимальных амплитуд вертикальных колебаний по поверхности массива

Благодаря рассмотренному методу виброизоляции грунтовой среды путем устройства открытой вертикальной траншеи. Было выявлено, что с увеличением глубины траншеи эффект виброизоляции возрастает. Оптимальная глубина траншеи равна длине поверхностной (Релевской) волны. Амплитуды вертикальных колебаний поверхности грунта в зоне виброизоляции при применении траншеи достигают снижения в 18,9 раз при глубине траншеи равной $1,4 \cdot L_R$.

Список использованных источников

1. Повколас, К. Э. Методика расчета дополнительных динамических осадок оснований плитных фундаментов зданий и сооружений от вибраций, распространяющихся в грунтовой среде // Наука и техника. – 2024. – Т. 23, № 1. – С. 46–57.
2. Повколас, К. Э. Методика оценки влияния вибродинамических воздействий при производстве работ на строительной площадке на эксплуатационную надежность рельсовых путей башенных кранов. Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте / К. Э. Повколас, О. А. Шавловская // Материалы международной научно-технической конференции «Вода. Газ. Тепло. 2025». – Мн. : БНТУ, 2025. – С. 237–246.

ДИЗАЙН МОСТОВ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДЕ

**Юруть А. Л., студент,
Синицкий Т. А., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: ассистент Кулаго Ю. В.

Аннотация. В статье рассматривается эволюция дизайна и архитектуры мостовых сооружений от древнейших образцов до объектов, созданных с применением аддитивных технологий. На примере конкретных мостов проанализированы ключевые тенденции в формировании облика современного городского моста, который трансформировался из утилитарного инженерного сооружения в многофункциональный арт-объект, определяющий эстетику городской среды.

Современный городской мост является не только важнейшим элементом транспортной инфраструктуры, но и значимым объектом архитектурного дизайна, формирующим визуальный облик и идентичность городского пространства. Его эволюция от простейших арочных конструкций до сложных бионических и цифровых форм отражает развитие инженерной мысли, материалов и эстетических концепций.

Истоки мостостроения демонстрируют приоритет прочности и функциональности. Ярким примером служит арочный мост Аркодико (рисунок 1) (Греция, ~1300 г. до н. э.), выложенный без раствора. Его долговечность, подтвержденная тысячелетиями эксплуатации, свидетельствует о высоком уровне инженерного мастерства древних зодчих, сумевших создать эффективную конструкцию, где форма была напрямую обусловлена конструкцией и доступными материалами (таблица 1).



Рис. 1. Арочный мост Аркодико

В XXI веке дизайн моста интегрирует в себя сложную инженерию, художественный замысел и общественные функции. Такие объекты, как мост Октавио Фриас де Оливейро в Сан-Паулу (2008 г.) с его Х-образной опорой и адаптивной подсветкой, или пешеходный мост Хеликс Бридж в Сингапуре (2010 г.), имитирующий структуру ДНК, становятся визитными карточками городов. Они демонстрируют переход от типовых решений к уникальным, где эстетика и функциональность (смотровые площадки, динамическое освещение) находятся в неразрывном единстве.



Рис. 2. Мостовое сооружение Мост Октавио Фриас де Оливейро

Наиболее революционным трендом стало внедрение аддитивных технологий. Пионерские проекты – бетонный мост Striatus (Венеция, 2021 г.) и стальной мост в Амстердаме (2021 г.) – иллюстрируют переход к цифровому производству. Эта технология позволяет создавать конструкции со сложной геометрией, недоступной для традиционных методов, при этом достигая значительной экономии материалов и трудозатрат.



Рис. 3. Мостовое сооружение Striatus и мост в Амстердаме

Таким образом, отрасль мостостроения демонстрирует поступательное развитие от эмпирических решений к высокотехнологичному цифровому дизайну. Современный мост – это синтез инженерного расчета, архитектурного искусства и экологической ответственности, где аддитивные технологии открывают новые горизонты для создания выразительных, экономичных и устойчивых объектов, определяющих лицо городов будущего.

Список использованных источников

1. Мост Аркадиго или мост к Казарме // reveal.world. – URL: <https://reveal.world/ru/story/mir-samye-drevnie-mosty-ispol-zuemye-do-sih-por/most-arkadiko-ili-most-k-kazarme> (дата обращения: 26.11.2025).
2. Первые в мире 3D-печатающие мосты в Венеции и Амстердаме // iGo3D.by. – URL: <https://igo3d.by/novosti/pervye-v-mire-3d-pechatnye-mosty-v-venecii-i-amsterdame/> (дата обращения: 27.11.2025).

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ МАРШРУТНОЙ СИСТЕМЫ МИНСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ НА ПУТИ К УСТОЙЧИВОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Являш Н. С., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Семченков С. С.

Аннотация. Рассматривается актуальная проблематика организации маршрутного пассажирского транспорта г. Минска и прилегающих населенных пунктов Минского района как ключевого элемента для формирования интегрированной агломерационной системы. Анализируются проблемы, препятствующих достижению устойчивой мобильности. Сформулированы технические требования к транспортным средствам для успешной работы маршрутной системы.

Минск – столица Беларуси (353 км², 2 млн жителей) – формирует компактную агломерацию (рис. 1) с прилегающим Минским районом (2000 км², 280 тыс. жителей). Ключевые населенные пункты (с более 10 тыс. жителей) концентрируются у административной границы, имея среднее удаление 4 км (max. 12 км), при этом некоторые населенные пункты непосредственно примыкают к городу, что обуславливает высокую интенсивность маятниковой миграции и требует комплексного транспортного планирования. Это же доказывает и транспортное обслуживание данных населенных пунктов: в каждый из них курсируют либо городские автобусы, либо электрички, а в отдельных случаях и те, и другие.

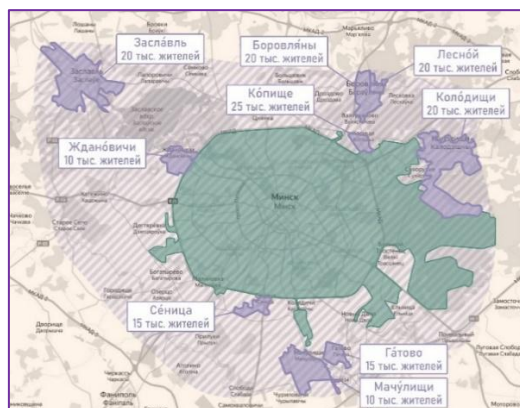


Рис. 1. Схема минской агломерации

Транспортная система Минска обеспечивает ежегодную перевозку 700 млн пасс., при этом наземный транспорт доминирует (450 млн поездок) над метрополитеном. Из 295 городских маршрутов 39 (13,2 %) – обслуживают население прилегающего Минского района, что является свидетельством интегрированности городских и пригородных территорий в единую транспортную систему. Этот факт также подтверждает необходимость комплексного планирования маршрутной сети и подвижного состава для эффективного обслуживания всей Минской агломерации.

Транспортное сообщение между Минском и ближайшим городом Заславль (20 тыс. жителей, 12 км от Минска) иллюстрирует проблемы агломерационного обслуживания. Основной пассажиропоток приходится на маршрутные такси с интервалом 7–9 мин. и временем в пути 40 мин., при стоимости 4 BYN, без возможности использования

многоразовых проездных билетов. Ранее действовавшие поезда городских линий с интегрированным городским тарифом были остановлены 15.09.2025, что создало неопределенность в будущем интермодальных решений и перераспределило нагрузку на менее гибкие пригородные поезда и автобусы.

Далее рассмотрим зону, в которую входят д. Боровляны и аг. Лесной. Известно, что в населенных пунктах агломерации пик перевозок приходится на утро по направлению к центру и вечер – от центра. Это объясняется тем, что вокруг центра обычно расположены «спальные» районы с многоэтажной застройкой и минимумом рабочих мест [1]. В населенных пунктах с крупными предприятиями спрос на перевозки в течение дня более равномерный. В рассматриваемой зоне много медучреждений разного уровня, поэтому получены закономерности: в пиковые часы ездят работники из Минска – это балансирует перевозки в обоих направлениях; высок спрос на передвижение со стороны пациентов, в том числе приезжающих со всей страны. Транспортное обслуживание района обеспечивается 8 автобусными маршрутами (№ 113ас, 113с, 115э, 141, 141а, 141б, 143с, 145с) с избыточной маршрутной сетью.

Одной из главных проблем, с которыми сталкиваются пассажиры, является переполнение в пиковые часы единственного экспрессного из всех маршрутов, курсирующих в рассматриваемой области, – № 115э. Наполнение салонов доходит до 8–9 человек на квадратный метр салона, несмотря на то что на маршруте работают исключительно сочлененные автобусы. В то же время другие маршруты, останавливающиеся на большем количестве остановок, ходят с наполнением 2–4 человека на квадратный метр. Популярность единственного экспресс-маршрута обусловлена двумя факторами: более высокой скоростью сообщения между пригородом и метрополитеном (на ~25 %), а также следованием маршрута в центр города, что обеспечивает удобную транспортную связь. Это доказывает: из-за удаленности пригородных районов нужно уделять особое внимание скорости доставки пассажиров к границе и центру города, где сосредоточены основные пункты притяжения.

Подвижной состав для маршрутов Минской агломерации должен представлять собой комфортабельные автобусы особо большого класса, при общей вместимости 100–120 человек (на маршрутах с длиной рейса более 6 км должен обеспечиваться приоритет мест для сидения, с долей не менее 60 %), что требует соответствующей компоновки. Динамическая эффективность автобусов должна достигаться установкой силовой установки стандарта Евро-6 мощностью не менее 320 л. с. Шасси должно быть оборудовано пневматической подвеской и системой EBS, включающей ABS, ASR и ESP, дополненной системами помощи водителю (LDWS/DSM). Пассажирский комфорт должен обеспечиваться мультizonальной системой климат-контроля, усиленной шумоизоляцией, наличием индивидуальных USB-портов. Система управления транспортного средства должна обеспечивать интеграцию через CAN-шину для эффективного диспетчерского управления и совместимости с автоматизированной системой оплаты проезда.

Список использованных источников

1. Транспорт в планировке городов: учебное пособие / Д. В. Капский. – Мн. : БНТУ, 2023. – 571 с.
2. Транспорт в городах, удобных для жизни / В. Р. Вучик. – М. : Альпина PRO, 2022. – 676 с.

СЕКЦИЯ 3. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И РОБОТОТЕХНИКА

УДК 621.865.8, 004.896

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ARL ДЛЯ АНАЛИЗА ДАННЫХ И ДИАГНОСТИКИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Вершкович Д. Ю., студент,

Пивень Н. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: ассистент Скуратова Д. А.

Аннотация. В данной статье будет рассмотрено применение Association Rule Learning (ARL) для решения задач диагностики и прогнозирования отказов в робототехнических комплексах – (РТК).

Технология ARL, или обучение ассоциативным правилам, представляет собой метод анализа данных для поиска частных взаимосвязей между событиями. Ее суть заключается в выявлении правил типа «если, то», которые связываются по статистическим метрикам, таким как Support, Confidence, Lift. Этот подход можно применить для повышения интеллекта робототехнических комплексов. Вместо того, чтобы следовать жестким алгоритмам, робот, получая данные с датчиков и анализируя их используя ARL. Это позволяет выявлять нелинейные, комбинаторные предвестники отказов, которые не улавливаются пороговыми или регрессионными моделями. Также стоит отметить, что правила остаются интерпретируемыми – это важно для принятия решений инженерами.

Математическая модель ARL для диагностики РТК можно представить следующим образом. Сначала идет формализации данных и пространства признаков. Предположим, у нас есть множество всех дискредитируемых параметров системы I .

$$I = \{i_1; i_2; \dots; i_m\},$$

где каждый элемент i_k представляет собой категориальное значение, например, температура_двигателя = «высокая», уровень_вибраций = «критический», скорость = «низкая» и т. д. А m – количество параметров.

Далее идет представление состояния системы. Состояние РТК в определенный момент времени представляется как транзакция T , которая является подмножеством всех возможных параметров ($T \subseteq I$). Полный набор данных за период наблюдений представляет собой базу транзакций D , где n – общее количество наблюдений.

$$D = \{T_1; T_2; \dots; T_n\}.$$

Следующим этапом будет составление ассоциативных правил вида

$$X \Rightarrow Y$$

где X – условие, Y – следствие. После для количественной оценки надежности правил вводятся три ключевые метрики:

– Поддержка (Support):

$$supp(X \Rightarrow Y) = \frac{count(X \cup Y)}{|D|}.$$

– Достоверность (Confidence):

$$conf(X \Rightarrow Y) = \frac{supp(X \cup Y)}{supp(X)}.$$

– Лифт (Lift):

$$lift(X \Rightarrow Y) = \frac{supp(X \cup Y)}{supp(X) * supp(Y)}.$$

Вычислив метрики реализуем решение задачи по нахождению всех правил $X \Rightarrow Y$, для которых выполняются условия:

$$\begin{aligned} supp(X \Rightarrow Y) &> supp_{min}; \\ conf(X \Rightarrow Y) &> conf_{min}. \end{aligned}$$

Цель – найти множество всех значимых и надежных правил R .

$$R = \{X \Rightarrow Y \mid supp(X \cup Y) \geq supp_{min}, conf(X \cup Y) \geq conf_{min}\}.$$

Функция прогнозирования отказа для нового состояния системы, представленного транзакцией T_{new} , может быть описана так:

$$P(T_{new}) = \{Y \mid (X \Rightarrow Y) \in R, X \subseteq T_{new}, Y \cap T_{new} = \emptyset\},$$

где $P(T_{new})$ – множество всех потенциальных отказов, для которых в текущем состоянии T_{new} выполнены условия соответствующих ассоциативных правил из модели.

Алгоритм основан на методе ассоциативных правил (ARL, например – Apriori), адаптированном к промышленным данным. Он преобразует разнородные потоки (от датчиков, ЧПУ, MES) в транзакции – законченные эпизоды (цикл изготовления, окно перед сбоем), дискретизирует непрерывные параметры по технологическим порогам и кодирует их в бинарные признаки. Далее выявляются устойчивые правила вида «набор признаков $\rightarrow$ инцидент» с контролем поддержки, достоверности и lift. Актуализация правил происходит периодически на накопленных данных; срабатывание antecedenta в реальном времени инициирует прогнозную диагностику.

Вывод. Предложенный подход обеспечивает переход от реактивного к предиктивному обслуживанию робототехнических систем, повышая надежность и снижая риски внезапных простоев. Прототип на R подтверждает его работоспособность; архитектура сбора данных (OPC UA $\rightarrow$ Kafka/Flink $\rightarrow$ хранилище) гарантирует масштабируемость и соответствие промышленным стандартам.

Список использованных источников

1. Agrawal, R. Mining Association Rules Between Sets of Items in Large Databases / R. Agrawal, T. Imieliński, A. Swami // Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD International Conference on Management of Data. – Washington, D.C., 1993. – P. 207–216.
2. Han, J. Data Mining: Concepts and Techniques / J. Han, M. Kamber, J. Pei. – 3rd ed. – Morgan Kaufmann, 2011. – 702 p.
3. IEC 62541-1:2020 OPC Unified Architecture. – Part 1: Overview and Concepts. – Geneva: IEC, 2020.

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОЗДАНИЕ ПОСТПРОЦЕССОРА НА ОСНОВЕ
ПРИМЕРОВ КОДА****Германович А. П., студент,****Данильчик А. А., студент,****Щеклеина В. П., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Воюш Н. В.

Аннотация. Рассматривается метод автоматизированного создания управляющих программ для промышленных роботов от различных производителей на основе САМ-системы SprutCAM при помощи автоматической генерации постпроцессоров. Показана практическая значимость архитектуры программного модуля для анализа примеров кода управления конкретным роботом и формирования шаблона постпроцессора SprutCAM.

С целью повышения эффективности разработки управляющих программ для роботизированных комплексов в настоящее время широкое применение получили САМ-системы, позволяющие строить траектории инструмента, моделировать работу робота в симуляции, выбирать режимы и стратегию обработки деталей [1]. Ключевым этапом разработки является постпроцессирование, то есть преобразование внутреннего представления движения (Intermediate Robot Motion Format) в формат непосредственно конкретного производителя. Так как на современных предприятиях часто применяется продукция разных производителей, а также сами производители периодически обновляют свои стандарты, возникает проблема наладки выполнения технологического процесса на каждом роботе в отдельности. Большие затраты времени, а также необходимость изучения документации для создания новых постпроцессоров являются актуальной проблемой, так как несут за собой значительные издержки при организации производства.

Для работы с популярными производителями в пакете SprutCAM есть встроенная система шаблонных постпроцессоров в формате .inr, а также .net, что значительно снижает порог входа для применения программы [2]. Однако, несмотря на развитые возможности программы, разработка нового шаблона требует глубоких знаний о синтаксисе языка программирования конкретного робота.

В качестве решения этой проблемы можно рассмотреть автоматическое создание постпроцессоров на основе примеров кода от производителя, это направление называется Grammar induction [3]. Для этого необходимо создать модуль, задачей которого будет автоматическое извлечение структуры языка примера, формирование шаблона постпроцессора и экспорт файла в формат .inr и .net, таким образом будет упрощена настройка программы под любой тип робота.

Для начала работы необходимо импортировать пример кода со всеми основными командами в виде текстового файла. Далее происходит его синтаксический анализ, для чего каждая строка демонстрационного кода разбивается на токены. Применяем пространственный токенизатор BPE (Byte-Pair Encoding), для него используем открытую библиотеку tokenizers от Hugging Face [4] (рисунок 1). В результате пример разбивается на часто повторяющиеся субслова, которые далее можно обрабатывать. Особенностью токенизаторов BPE является их гибкость, так как при возникновении ранее неизвестных слов программа дробит их на уже известные элементы, тем самым определяет смысл текста.

```

from tokenizers import Tokenizer
from tokenizers.models import BPE
from tokenizers.trainers import BpeTrainer
from tokenizers.pre_tokenizers import Whitespace
from pathlib import Path

tokenizer = Tokenizer(BPE()) # создаём токенизатор

tokenizer.pre_tokenizer = Whitespace()

trainer = BpeTrainer(
    vocab_size=50,
    special_tokens=["[PAD]", "[UNK]", "[CLS]", "[SEP]", "[MASK]"]
)

corpus_file = Path(r"D:\уник\СТАТЬИ\постпроцессор\corpus.txt") # полный путь к файлу корпуса

tokenizer.train([str(corpus_file)], trainer) # обучаем на файле

tokenizer.save("my_tokenizer.json") # сохраняем

```

Рис. 1. Создание токенизатора

Таким образом, при анализе строки (1) определяются ключевые команды по частотной таблице первых токенов в строках, определяются команды перемещения (линейные, дуги и суставные), а также декларативные команды (frame, tool) и управляющие (GOTO, WAIT).

LIN {X 200.0, Y 100.0, Z 150.0, A 0.0, B 90.0, C 0.0}. (1)

Впоследствии выделяется структура их аргументов (2), строится абстрактная грамматика, которую можно автоматически превратить в правила постпроцессора (2).

LIN | { | X | number | , | Y | number | ... }. (2)

Таким образом, на основе полученных структур с помощью встроенного шаблонизатора SprutCAM INP можно автоматически построить формат вывода координат, скорости, блоков программы, заголовка. Благодаря этому, создание постпроцессора происходит в полуавтоматическом режиме, что упрощает процесс переноса проектов между роботами и позволяет более эффективно применять CAM-системы.

Список использованных источников

1. What is CAM (Computer Aided Manufacturing)? // GeeksforGeeks. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/software-engineering/what-is-cam-computer-aided-manufacturing/> (дата обращения: 15.09.2025).
2. Postprocessor Generator User manual 17 // spruteam. – URL: <https://kb.sprut-cam.com/docs/Inp/17/en/10001.html> (дата обращения: 27.10.2025).
3. Introduction to the Special Topic on Grammar Induction, Representation of Language and Language Learning // Journal of Machine Learning Research. – URL: <https://www.jmlr.org/papers/volume12/glowacka11a/glowacka11a.pdf> (дата обращения: 28.10.2025).
4. Byte-Pair Encoding (BPE) in NLP // GeeksforGeeks. – URL: <https://www.geeksforgeeks.org/nlp/byte-pair-encoding-bpe-in-nlp> (дата обращения: 28.10.2025).

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ОБОРУДОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Горанов И. В., студент,
Назарчук К. А., студент,
Кузнецова Д. И., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научные руководители: канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.,
д-р. физ.-мат. наук Грабчиков С. С.

Аннотация. Работа посвящена исследованию и разработке экспериментальных образцов экранов для защиты от низкочастотных электромагнитных полей (НЧ ЭМП). Целью исследования являлось определение эффективности различных конструкций многослойных экранов, выполненных на основе комбинаций алюминия, никель-железного сплава Ni₈₀Fe₂₀ и аморфного магнитомягкого материала АМАГ-172.

Введение. Современные технические и биологические системы функционируют в условиях постоянного воздействия электромагнитных полей различной частоты. Особенно актуальной является проблема защиты от низкочастотных электромагнитных полей (НЧ ЭМП), возникающих в результате работы электротранспорта, энергетического оборудования и бытовых приборов. Возрастающая плотность электромагнитного излучения приводит к ухудшению электромагнитной экологии и требует разработки эффективных средств защиты.

Конструкция экранов. В качестве основы для экспериментальных образцов электромагнитных экранов использовалась плоская конструкция корпуса электродвигателя, расположенная перпендикулярно оси вращения вала двигателя, материал – алюминий с толщиной – 1,5 мм. Экспериментальными образцами стали следующие экраны:

- Al;
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (Слой Ni₈₀Fe₂₀ с толщиной 120 мкм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (3 слоя Ni₈₀Fe₂₀ с толщиной 40 мкм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (6 слоев Ni₈₀Fe₂₀ с толщиной 20 мкм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (6 слоев Ni₈₀Fe₂₀ с толщиной 40 мкм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (12 слоев Ni₈₀Fe₂₀ с толщиной 20 мкм);
- АМАГ172/Al/ АМАГ172 (Слой АМАГ172 с толщиной 25 мкм).

Для испытаний были выбраны семь экспериментальных образцов экранирующих конструкций из представленных выше экранов:

- Al;
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (Слой Ni₈₀Fe₂₀ с толщиной 120 мкм $\sum d = 0,24$ мм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (двенадцать слоев Ni₈₀Fe₂₀ с толщиной 20 мкм с двух сторон $\sum d = 0,48$ мм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (Экран № 2 – 12 слоев Ni₈₀Fe₂₀ по 20 мкм с 2х сторон + АМАГ172 + Al; $\sum d = 0,48$ мм + 0,025 мм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (6 слоев Ni₈₀Fe₂₀ по 40 мкм с 2х сторон + Al; $\sum d = 0,48$ мм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (3 слоя Ni₈₀Fe₂₀ по 40 мкм с 2х сторон + Al; $\sum d = 0,24$ мм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (3 слоя Ni₈₀Fe₂₀ по 40 мкм с 2-х сторон + АМАГ172 + Al; $\sum d = 0,24$ мм + 0,025 мм);
- Ni₈₀Fe₂₀/Al/Ni₈₀Fe₂₀ (120 мкм с 2х сторон + слой АМАГ172 с 2х сторон + Al; $\sum d = 0,24$ мм + 0,05 мм).

Методика проведения и результаты экспериментов. Эксперимент проводился для различных значений тока и частоты.

Ниже представлены результаты экспериментов – графики зависимости изменения коэффициента экранирования от значений тока и частоты источника электромагнитного поля.

Значения частоты принимали значения: 50 Гц, 200 Гц, 500 Гц, 1 000 Гц, 5 000 Гц. Также для каждого из этих значений принимались значения подаваемого тока равные: 1,5 А, 3 А и 4,5 А.

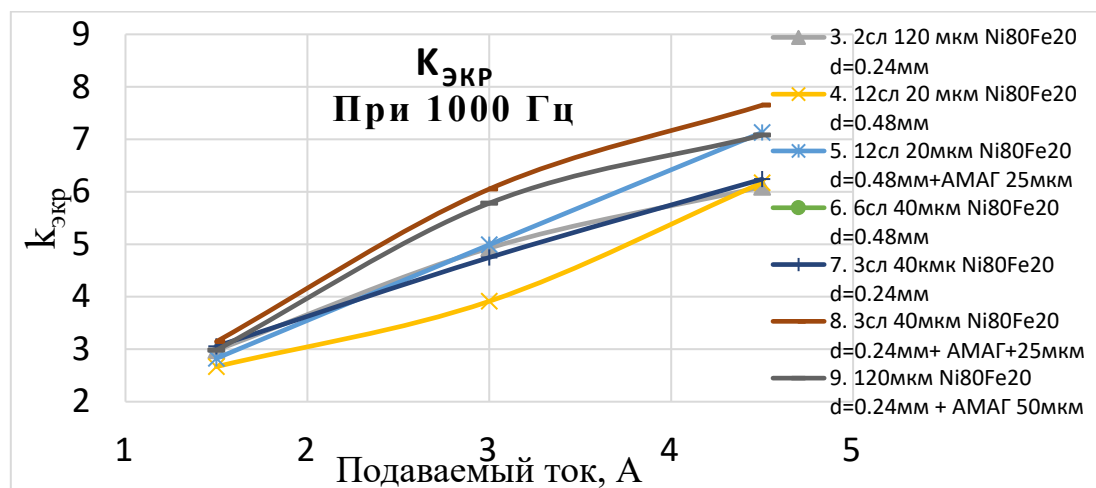


Рис. 1. Значения $k_{экр}$ при 1000 Гц

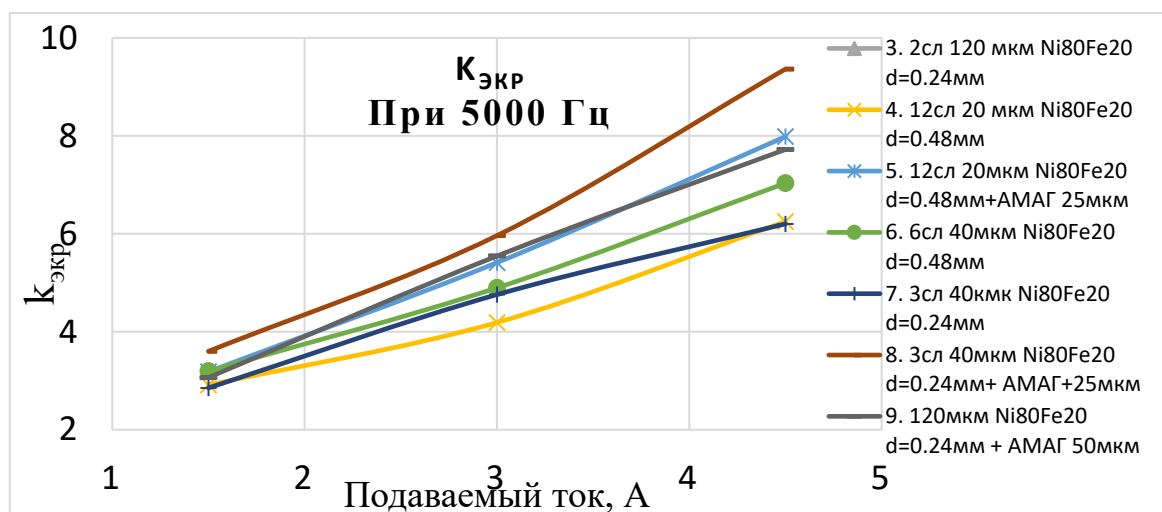


Рис. 2. Значения $k_{экр}$ при 5000 Гц

По результатам эксперимента, можно заметить, что, экраном с наибольшим коэффициентом экранирования выступает экран, который является комбинацией двух пластин алюминия, толщиной = 1,5 мм:

- 3 слоя Ni80Fe20 на двух сторонах алюминиевого основания суммарной толщиной слоев равной $d = 0,24$ мм;
- слой АМАГ172 по 25 мкм на двух сторонах основания.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫНКА РОБОТОТЕХНИКИ В СТРАНАХ АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА

Жизневская Е С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Пономарева Н. П.

Аннотация. В научной работе анализируется развитие рынка робототехники на фоне растущего глобального спроса на автоматизацию. Рассмотрены текущие тенденции мирового рынка, конкурентные позиции производителей из АТР.

Актуальность темы обусловлена стремительным ростом глобального рынка робототехники, который, по прогнозам, к 2030 году может достичь объема в 180 миллиардов долларов США. Этот бум движется конвергенцией искусственного интеллекта, машинного обучения и робототехники, что создает новые возможности для стран – производителей. Автоматизация процессов с использованием робототехники приносит компаниям ключевые выгоды: резкое повышение производительности, стабильное качество продукции, снижение операционных издержек и возможность работать в условиях глобальной нехватки квалифицированной рабочей силы.

Рынок робототехники Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) демонстрирует исключительную динамику роста. На его долю уже приходится более 70 % всех глобальных поставок промышленных роботов. Ожидается, что объем этого рынка увеличится с 36,58 миллиарда долларов США в 2025 году до 65,33 миллиарда к 2030 году, при среднегодовом темпе роста около 12–14 %. Основными драйверами этого роста являются государственные инициативы, такие как «Made in China 2025» в КНР и «Society 5.0» в Японии, направленные на тотальную автоматизацию промышленности и создание «умных» фабрик.

Доминирование региона в мировом производстве, особенно в таких отраслях, как электроника и автомобилестроение, создает устойчивый внутренний спрос на роботизированные решения. Китай является не только крупнейшим потребителем, но и наращивает собственное производство: в 2024 году китайские производители впервые поставили на внутренний рынок больше промышленных роботов, чем иностранные конкуренты (более 50 % рынка). Это свидетельствует о зрелости местной экосистемы и смещении конкуренции в сторону ценовых и технологических факторов.

Однако регион сталкивается с серьезными вызовами. Высокая конкуренция между местными и международными игроками, такими как FANUC (Япония) и Yaskawa (Япония), ведет к постоянному давлению на цены и требует от новых участников рынка предложения уникальных технологических преимуществ. Другим вызовом является сохраняющаяся зависимость и импорта высокотехнологичных компонентов, включая специализированные двигатели, редукторы и системы машинного зрения, что ограничивает полную локализацию и влияет на себестоимость конечной продукции.

Ряд стран АТР играют ключевую роль в глобальных цепочках создания стоимости в робототехнике. Япония и Южная Корея исторически являются чистыми экспортерами готовых робототехнических комплексов и ключевых компонентов. Их продукция поставляется по всему миру, включая Китай, Европу и Северную Америку.

Китай, несмотря на рост внутреннего производства, останется крупнейшим импортером высокотехнологичных роботов и комплектующих для финальной сборки, особенно для задач, требующих высочайшей точности. При этом Китай наращивает экспорт готовых решений в развивающиеся страны Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Таиланд,

Индонезия), которые, в свою очередь, являются растущими рынками сбыта для роботов среднего ценового сегмента. Эти страны импортируют оборудование для автоматизации своих быстрорастущих производственных мощностей, особенно в текстильной, автомобильной и электронной промышленности. Объем рынка робототехники в Юго-Восточной Азии оценивается в 2,8 миллиарда долларов с ежегодным ростом 18–20 %

Азиатский регион обладает рядом структурных преимуществ в данной развивающейся отрасли, которые укрепляют его лидирующие позиции:

1. Глубокая интеграция в глобальные цепочки поставок. Наличие развитой производственной базы и логистической инфраструктуры позволяет быстро внедрять и масштабировать робототехнические решения.

2. Поддерживающая государственная политика. Масштабные национальные программы прямо субсидируют и стимулируют внедрение роботов на предприятиях.

3. Концентрация talent pool. В регионе расположены ведущие технические университеты и исследовательские центры, что обеспечивает приток инженерных кадров в отрасль.

4. Эффект масштаба. Большой объем внутреннего рынка позволяет местным производителям снижать удельные издержки и инвестировать в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

В итоге, рынок робототехники Азиатско-Тихоокеанского региона является самым динамичным и перспективным в мире. Его развитие напрямую связано с общерегиональной стратегией перехода к автоматизированному производству. Несмотря на внутреннюю конкуренцию и зависимость от импорта некоторых критических технологий, концентрация производственных мощностей, мощная государственная поддержка и развитая экосистема предоставляет странам региона долгосрочные конкурентные преимущества, которые будут определять глобальный ландшафт индустрии робототехники на протяжении следующего десятилетия.

Список использованных источников

1. Мировая робототехника: статистика, тренды и ключевые рынки // RoboticsWorld. – 2023. – URL: <https://roboticsworld.ru/cases/mirovaya-robototekhnika-statistika-trendy-i-klyuchevye-rynki/> (дата обращения: 28.10.2025).

2. Industrial Robotics Market Research 2025 // Иннополис. – 2023. – URL: https://innopolis.university/filespublic/Industrial_Robotics_Market_Research_2025.pdf (дата обращения: 28.10.2025).

3. Китай – лидер по роботизации производств // WorldMarketStudies. – 2024. – URL: <https://worldmarketstudies.ru/article/kitaj-lider-po-robotizacii-proizvodstv/> (дата обращения: 28.10.2025).

4. Asia-Pacific Industrial Robotics Market: Beyond the Forecast – Market Sizes & Skyrocketing Future Outlook // Shenzhen Fitaobo Technology Co., Ltd. – 2024. – URL: <https://ru.szftbz.com/blog/asia-pacific-industrial-robotics-market-beyond-the-forecast-market-sizes-skyrocketing-future-outlook> (дата обращения: 28.10.2025).

ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ УНИПОЛЯРНОЙ ТРИОДНОЙ СТРУКТУРЫ С P-N ЗАТВОРОМ

Командышко Н. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Аннотация. Настоящая работа включает краткий литературный обзор, в котором систематизированы сведения о технология формирования униполярной триодной структуры с p-n затвором и обозначены наиболее значимые перспективы полевых транзисторов.

«Полевой транзистор – это электронный прибор, предназначенный для усиления сигналов. Регулировка выходного тока этого транзистора производится за счет электрического поля (напряжением), поэтому его входное сопротивление на низких частотах очень велико. Полевые транзисторы разрабатывались в качестве замены электронно-вакуумной лампы, поэтому их характеристики во многом похожи. В последнее время часто используется английское обозначение полевых транзисторов – FET (Field Effect Transistor). Электрическое поле, воздействующее на сопротивление канала, создается с помощью располагающегося над ним металлического электрода-затвора, который электрически изолирован от канала.

В зависимости от способа изоляции различают: транзисторы с управляющим p-n-переходом (p-n-затвором), изоляция затвора от канала осуществляется обедненным слоем p-n-перехода; транзисторы с металлополупроводниковым затвором (Шоттки); транзисторы с изолированным затвором.

Исторически первыми были полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом. Английское обозначение этих транзисторов – JFET (Junction FET). В полевых транзисторах вывод, эквивалентный эмиттеру, называется исток (и), а вывод, эквивалентный коллектору, называется сток (с).

Полевые транзисторы подразделяют на два основных типа:

- полевые транзисторы с управляющим n-p-переходом;
- полевые транзисторы МДП – типа.
- со встроенным каналом;
- с индуцированным каналом.

В полевом транзисторе с p-n-переходом управление протекающим током и входные характеристики реализуются за счет свойств p-n-перехода.

Основное преимущество перед биполярными транзисторами – это то, что p-n-переход в этом типе транзисторов обычно применяется в запертом состоянии. Это обеспечивает высокое входное сопротивление на низких частотах. Регулировка тока транзистора производится за счет изменения ширины p-n-перехода под воздействием управляющего напряжения.

Производство n-канального JFET начинается с кремниевой подложки p-типа. На ней выращивается защитный слой диоксида кремния (SiO_2). с помощью фотолитографии в этом слое открывается окно, и методом ионной имплантации в подложку вносится донорная примесь, формирующая n-канал транзистора. Далее следует ключевой этап: с помощью новой фотолитографии над центром канала открывается окно, куда имплантируется акцепторная примесь с высокой концентрацией. Эта p^+ -область образует управляющий затвор, создавая два p-n перехода по краям, которые и управляют шириной канала. После этого формируются сильно легированные n^+ -области стока и истока для обеспечения надежных омических контактов. На завершающих этапах наносится слой

металла (алюминия) для создания контактов ко всем электродам, а готовая структура покрывается защитным пассивирующим слоем нитрида кремния.

Проведем краткий обзор современных источников литературы по технологии и свойствам JFET.

Краткий обзор современных источников литературы по технологии и свойствам JFET детально показывает, что эти транзисторы рассматриваются как фундаментальный элемент полупроводниковой электроники, причем акцент в учебных изданиях смещен на базовые принципы работы и моделирования, а не на глубокие технологические аспекты современного производства.

Авторы [1] дают наиболее структурированное описание физической структуры JFET, принципа работы на основе управления шириной канала обратносмещенным р-п переходом, выходных и стокозатворных характеристик, а также математических моделей вроде модели Шокли. Авторы [2] фокусируются на физике явлений, подробно объясняя образование обедненной области в р-п переходе затвора и механизм модуляции проводимости канала. Практический аспект раскрыт в учебнике [3], где JFET рассматривается с точки зрения компьютерного моделирования – приводятся эквивалентные схемы для разных частотных диапазонов, модели для SPICE-симуляторов и примеры использования в аналоговых схемах.

Хотя книга является наиболее старой в списке, она служит прочной классической базой с каноническим выводом основных уравнений и описанием технологических ограничений. В целом эти источники формируют полный учебный цикл. Однако информация о современных производственных процессах, таких как использование широкозонных полупроводников или тонкие фототехпроцессы, в этих учебных пособиях практически отсутствует и требует обращения к специализированной научной периодике и технической документации производителей. В отличие от MOSFET, где затвор изолирован от канала слоем оксида, в JFET затвор образует прямой р-п переход с каналом. JFET является прибором, работающим только в режиме обеднения. Это означает, что для закрытия канала (прекращения тока) на р-п переход затвор-канал подать обратное смещение. При нулевом смещении канал открыт. Техпроцесс JFET проще, чем у MOSFET, так как не требует создания высококачественного ультратонкого подзатворного диэлектрика, что является одной из самых сложных операций в производстве MOSFET. Благодаря отсутствию чувствительного оксида под затвором, JFET гораздо более устойчивы к статическому электричеству (ESD) и радиационным воздействиям.

Таким образом, технология производства JFET представляет собой классический пример планарной технологии, основанной на последовательном проведении фотолитографии, легирования и травления для создания р-п переходов с точно контролируемой геометрией.

Список использованных источников

1. Сычик, В. А. Твердотельная электроника: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-41 01 01 «Технология материалов и компонентов электронной техники». – Мн. : БНТУ, 2021. – 346 с.
2. Микушин, А. В. Физические основы электроники / А. В. Микушин. – СПб. : Лань, 2023. – 148 с.
3. Трухин, М. П. Компьютерное моделирование и проектирование РЭА: системный подход. Часть 1 : учебник для вузов / М. П. Трухин. – СПб. : Лань, 2022. – 408 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИЗДЕРЖЕК ПОСРЕДСТВОМ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Кубрин Д. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: магистр техн. наук Гомма М. А.

Аннотация. Ключевыми факторами устойчивого развития предприятия являются удовлетворение рыночного спроса и максимизация прибыли. Достижение этих целей напрямую зависит от объемов и качества выпускаемой продукции, что, в свою очередь, актуализирует задачу оптимизации производственных издержек.

В данном исследовании анализируется потенциал автоматизации измерительных процессов как инструмента снижения себестоимости и повышения экономической эффективности производства. В условиях глобализации рынка и ужесточения конкуренции перед белорусскими предприятиями машиностроения и приборостроения остро стоит задача повышения конкурентоспособности. Ключевыми направлениями в ее решении являются повышение качества продукции, оптимизация производственных систем и снижение издержек.

Значительную долю в структуре себестоимости продукции составляют затраты на контроль качества, которые, по различным оценкам, достигают 5–25 %. Эти расходы формируются за счет высокой доли ручного труда специалистов ОТК, производственных простоев во время проведения измерений в, а также потенциальных убытков от не выявленного брака при выборочном контроле. В связи с этим в глобальной производственной практике ведутся активные поиски решений по минимизации измерительных затрат.

Одним из наиболее перспективных направлений является концепция интегрированной автоматизации измерений [1]. Ее сущность заключается в переносе операций контроля с этапа готового изделия непосредственно в производственный цикл. Реализуется это за счет использования высокоточного оборудования, такого как станки с ЧПУ, оснащенные встроенными измерительными системами: координатно-измерительными машинами, оптическими сканерами и системами машинного зрения. Данный подход позволяет не только сократить издержки на контроль, но и радикально снизить его длительность, минимизировать потребность в производственных площадях и сократить численность персонала.

В мировой практике выделяют несколько моделей интеграции измерений в производственный процесс:

1. Интегрированный контроль: установка измерительного щупа в шпиндель станка для периодического контроля геометрии детали, компенсации износа инструмента и позиционирования заготовки.

2. Внутриконтурное измерение: выполнение контроля в рамках одной управляющей программы без вмешательства оператора, с возможностью автоматической корректировки параметров обработки.

3. Активный контроль: мониторинг параметров в реальном времени (силы резания, вибрации, температура) для предотвращения брака и адаптации технологических режимов.

4. Замкнутый измерительный контур: идеальная модель, при которой данные измерений непрерывно используются для автономной корректировки и оптимизации всего производственного цикла.

К преимуществам автоматизации измерений относятся: повышение точности и воспроизводимости результатов, исключение человеческого фактора, рост производительности, снижение операционных затрат и рисков брака, а также переход к принципам «Индустрии 4.0».

К основным ограничениям относятся: высокие капитальные затраты, риски производственных простоев при выходе из строя измерительных систем, а также экономическая целесообразность для серийного и массового производства [2].

Несмотря на потенциал, широкому внедрению концепции препятствуют технические, методические и законодательные барьеры:

1. Обеспечение точности и стабильности: Влияние внешних факторов (температура, вибрации) в цеховой среде снижает точность измерений по сравнению со специализированными лабораториями.

2. Учет износа оборудования: необходима разработка новых методик оценки и компенсации износа измерительных компонентов станка.

3. Валидация программного обеспечения: лаборатория должна убедиться в правильности применяемых методов измерения и в связи с этим возникает сложность верификации алгоритмов станка без доступа к исходному коду, что требуется стандартами (например, ГОСТ ISO/IEC 17025) [3].

4. Правовой статус оборудования: согласно закону Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» станок не является средством измерения, что создает проблему обеспечения метрологической прослеживаемости к национальному эталону единиц величин [4].

5. Калибровка и поверка: определение межповерочных интервалов для оборудования, работающего в не нормальных условиях, представляет собой отдельную методическую задачу.

Таким образом, автоматизация измерительных процессов представляет собой стратегическое направление для повышения конкурентоспособности промышленных предприятий. Однако существуют препятствия в реализации автоматизации измерений, главное из которых не техническое, а нормативно-методическое. Для борьбы с этим препятствием необходимо провести адаптацию нормативной базы для внедрения данной технологии. Несмотря на наличие существенного барьера, опыт развитых стран демонстрирует, что данная технология вносит значительный потенциал в сокращении издержек и повышении эффективности производства.

Список использованных источников

1. Внутрипроизводственный контроль (IPC) // Pharmuni. – URL: <https://pharmuni.com/glossary/in-process-control/> (дата обращения: 16.09.2025).

2. Общие проблемы автоматизации поверочных лабораторий // Юнитесс. – URL: <https://unitess.ru/download/obshchie-problemy-avtomatizacii-poverochnyh-laboratoriy-0.html> (дата обращения: 16.09.2025).

3. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий: ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. – Введ. 28.06.2019 (с отменой на территории РБ ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009). – Мн. : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. – 26 с.

4. Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» от 5 сентября 1995 г. № 3848-XII // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Ст. 1 с изм. и допол. В ред. от 27 декабря 2024.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ В ДИАГНОСТИКЕ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

**Кузнецов А. С., студент,
Максименко А. П., студент,
Чиж Р. В., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Гацкевич Е. И.

Аннотация. Рассматриваются физические принципы и аппаратная реализация современных методов ультразвукового неразрушающего контроля. Проведен анализ эволюции приборостроения в данной области, включая переход от ручного контроля к автоматизированным ультразвуковым комплексам. Особое внимание уделено направлению высокочастотного контроля – акустической микроскопии. Рассмотрено ее применение в микроэлектронике для неразрушающей диагностики критических дефектов в интегральных схемах и корпусах типа BGA.

Неразрушающий контроль – комплекс методов, позволяющих оценить целостность материалов и конструкций без их повреждения или нарушения пригодности к эксплуатации. В современном производстве, где требования к безопасности и долговечности изделий растут, методы диагностики имеют критически важную роль. Ультразвуковой неразрушающий контроль (УЗК) выделяется как один из наиболее эффективных. Метод базируется на использовании упругих волн ультразвукового диапазона, которые вводятся в объект и отражаются от внутренних неоднородностей, таких как трещины, поры, инородные включения или расслоения. Анализ параметров отраженных или прошедших сквозь объект сигналов позволяет оператору или автоматизированной системе определить наличие, точное местоположение и геометрические размеры скрытых дефектов.

Эффективность ультразвукового контроля напрямую зависит от качества и функциональности используемых инструментов, которые базируются на фундаментальных физических принципах, в частности, на пьезоэлектрическом эффекте. Ключевым элементом любой системы является пьезоэлектрический преобразователь, способный трансформировать электрические колебания в механические и наоборот. В зависимости от задач диагностики применяются различные методы зондирования. Наиболее распространенным является эхо-импульсный метод, использующий один преобразователь для излучения и приема сигнала, что позволяет проводить контроль при одностороннем доступе к изделию. Также применяется теневой метод, требующий двустороннего доступа, где фиксируется уменьшение амплитуды сигнала при прохождении через дефектную область. Современные дефектоскопы позволяют визуализировать полученные данные в различных форматах. Существует представление в виде А-скана, который является одномерным графиком амплитуды сигнала, В-скана, отображающего двухмерное сечение объекта, и С-скана, формирующего планарное изображение дефектов в определенном слое или объеме.

Развитие приборостроения оказало существенное влияние на эволюцию методов ультразвуковой дефектоскопии. Традиционные ручные методы контроля постепенно уступают место автоматизированным системам, особенно, когда речь идет о крупносерийном производстве или диагностике ответственных узлов. Автоматизированный ультразвуковой контроль (АУЗК) представляет собой технологию, позволяющую проводить высокоскоростное сканирование с высокой степенью повторяемости результатов. Система АУЗК включает в себя не только дефектоскоп и преобразователи, но и сложные средства

позиционирования. Именно точное позиционирование датчика относительно поверхности объекта является необходимым условием для получения корректного С-скана высокого разрешения. Внедрение роботизированных манипуляторов позволяет исключить человеческий фактор, обеспечить стабильность акустического контакта и проводить диагностику объектов со сложной геометрией, что ранее было затруднительно.

Одной из наиболее высокотехнологичных и требовательных областей применения ультразвукового контроля является микроэлектроника. Сектор производства электронных компонентов имеет жесткие требования к разрешающей способности оборудования, так как размеры дефектов исчисляются микрометрами или даже долями микрометров. В этой отрасли классические методы дефектоскопии трансформировались в отдельное направление – акустическую микроскопию. Для реализации контроля используются специализированные сканирующие акустические микроскопы, работающие с высокочастотным, часто гиперзвуковым излучением. Это позволяет достичь микрометрового и субмикрометрового разрешения, необходимого для проверки целостности интегральных схем.

Особую значимость акустическая микроскопия приобрела с распространением корпусов BGA, Flip Chip и CSP, где выводы расположены под корпусом микросхемы и недоступны для визуального осмотра. В процессе производства, а также после климатических и вибрационных испытаний в таких компонентах могут возникать скрытые дефекты. К ним относятся расслоения между компаундом и кристаллом или подложкой, образование пустот в паяных соединениях, микротрещины в кремнии и нарушения герметичности. Такие дефекты, как внутренние отслоения, невозможно выявить с помощью рентгеновского контроля, так как материалы могут иметь близкую плотность, однако для ультразвуковых волн граница раздела между плотным материалом и воздушной полостью является идеальным отражателем.

Применение ультразвукового метода в микроэлектронике позволяет проводить неразрушающую послойную визуализацию внутренней структуры компонента. Акустический микроскоп, сканируя поверхность чипа по растровому принципу, формирует детальное изображение, на котором видны области нарушения адгезии или наличие пустот в шариковых выводах. Это делает метод незаменимым инструментом для входного контроля комплектующих, отладки технологических процессов, сборки и анализа причин отказов аппаратуры. Важно отметить, что ультразвуковое воздействие на используемых мощностях является безопасным для полупроводниковых структур.

Таким образом, ультразвуковой контроль остается одним из самых востребованных методов диагностики в промышленности. Его развитие неразрывно связано с приборостроением. Переход от ручных приборов к роботизированным комплексам на базе фазированных решеток и высокочастотная акустическая микроскопия открывают новые возможности для обеспечения качества. Внедрение автоматизированных систем и совершенствование алгоритмов обработки сигналов позволяют существенно повысить достоверность контроля, что актуально для таких критически важных отраслей, как аэрокосмическая промышленность и микроэлектроника.

Список использованных источников

1. Неразрушающий контроль [В 5 кн.]. Акустические методы контроля / И. Н. Ермолов, Н. П. Алешин, А. И. Потапов. – 1991. – 287с.
2. Костюченко, В. Акустическая микроскопия: выявление скрытых дефектов в микроэлектронике // Наноиндустрия : научно-технический журнал. – 2012. – № 3. – URL: <https://www.nanoindustry.su/journal/article/3240> (дата обращения: 21.11.2025).

Кузнецова Д. И., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Аннотация. Предложена автоматизация проектирования монтажных панелей ПП в САМ350. Разработанные алгоритмы оптимизируют раскладку и объединение плат в панель, автоматически расставляя перемычки и учитывая ограничения. Это обеспечивает надежность конструкции и сокращает время подготовки производства с минимизацией ошибок.

Печатные платы служат ключевым элементом радиоэлектронных устройств, обеспечивая как механическое крепление, так и электрическое соединение компонентов в соответствии с проектной схемой.

Панель из печатных плат позволяет одновременно обрабатывать несколько плат, что ускоряет производство и снижает себестоимость. Это обеспечивает удобство и точность автоматического монтажа компонентов, упрощает контроль качества и выявление брака до разделения плат. Также панели удобны для транспортировки и хранения, минимизируя риск повреждений.

Для того, чтобы создать панель печатных плат в программе САМ350 для начала нужно загрузить Gerber-файлы в программу и распаковать их рисунок 1.

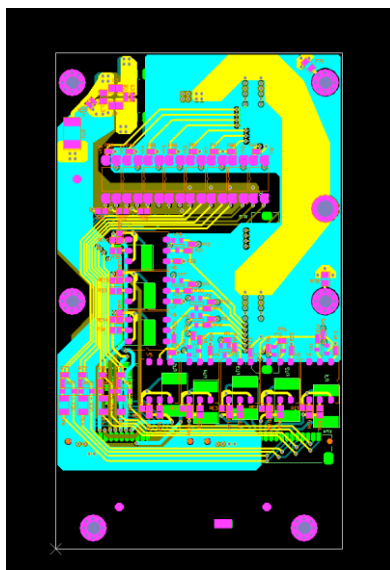


Рис. 1. Печатная плата в программе САМ350

После того как были выгружены Gerber-файлы, определяется тип каждого слоя. Это значит, что в программу все слои печатной платы выгружаются одним именем – Grafic. Моя задача обозначить точно, где какой слой, чтобы в дальнейшем понимать с какими слоями будет работа. Далее нужно проверить слои маски на сторонах Top и Bottom. Защитная маска печатной платы – это слой специального материала, который наносится на поверхность для предотвращения коррозии, коротких замыканий и повреждений медных дорожек, а также для обеспечения изоляции между проводниками. Суть проверки заключается в том, что нужно проверить, нет ли слипшихся контактных площадок.

Когда вскрытие из-под маски закончено, требуется расставить на сторонах Top и Bottom реперные знаки. На слоях Soldermask Top и Soldermask Bottom, это слои со вскрытием из-под маски, нужно обозначить круги 2 мм, а на слоях Top и Bottom 1 мм поверх кругов, нанесенных на слоях маски. Реперные знаки на печатной плате нужны для точного позиционирования и ориентирования платы в процессе производства и монтажа компонентов. Чаще всего их пытаются разместить в трех углах печатной платы. Два реперных знака должны быть максимально удалены друг от друга. Они помогают автоматическим системам правильно распознавать расположение платы, что обеспечивает правильное размещение элементов.

Когда закончена проверка вскрытия из-под маски, расставлены реперные знаки, я приступаю к разработке панели печатных плат. В данном деле очень важно придумать такую заготовку, которая не деформируется при транспортировке. Поэтому для того, чтобы укрепить нашу заготовку для начала нужно определить, какой тип разделения печатных плат будет использован. Самые распространенные способы разделения печатных плат: разделение с помощью фрезы и скрайбирования. Фрезеровка печатных плат представляет собой процесс механической обработки, при котором с помощью специальных фрез удаляется лишний слой материала вокруг дорожек и контактных площадок для создания изолированных электрических цепей. Скрайбирование это подрезка материала на плате в виде буквы V, которая облегчает последующее разделение платы на отдельные части. Скрайбирование используется только для прямоугольных плат, толщиной больше 1,5 мм. В данном случае использовался метод разделение печатных плат с помощью фрезеровки. Для данного способа в программе нужно нарисовать контур фрезы, стандарт 2 мм, то есть по контуру самой печатной платы нарисовать фрезеровку.

После того как был выбран способ разделения – фреза, нужно расставить пере-мычки, с помощью них печатные платы будут скреплены между собой и технологическим полем. Перемычки помогают укрепить конструкцию заготовки. Последний этап в данном процессе является придумать саму заготовку. Желательно, чтобы она не была меньше 100×100 мм и не больше 200×200 мм, но все зависит от вида плат и их конструкции. В данном случае размер печатной платы составляет 68×118 мм. Поэтому оптимальный размер итоговой панели был выбран 152×132 мм. После нужно снова расставить реперные знаки, но уже на технологическом поле заготовки. 3 реперных знака в двух противоположных углах с разницей в расстоянии 10 мм. По завершению всех действий мы получаем заготовку рисунок 2.

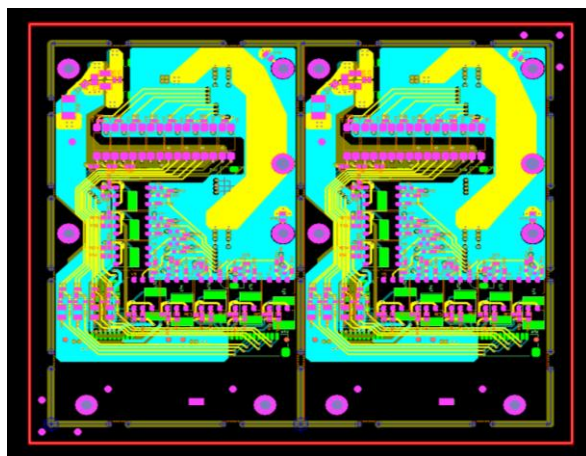


Рис. 2. Заготовка печатных плат

Кучик В. Ю., студент,**Волчанин А. Д., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Готина Л. Н.

Аннотация. Математика продолжит расширять границы применения, становясь ключевым инструментом в искусственном интеллекте, квантовых технологиях, биоинформатике и климатическом моделировании. Ее развитие будет определяться междисциплинарным подходом, созданием новых алгоритмов и решением глобальных научных проблем. В будущем математика не только усилит технологический прогресс, но и предложит принципиально новые методы познания мира.

Математика зачастую воспринимается непосвященными как некая замкнутая, почти мистическая вселенная, состоящая из абстрактных символов, громоздких теорем и сложных формул, существующая исключительно в умах гениев и на пыльных страницах академических фолиантов. Однако эта точка зрения, несмотря на свою распространенность, глубоко ошибочна и не отражает всей полноты картины. Математика – это не застывший монумент, а живой, постоянно пульсирующий и развивающийся организм, это язык, на котором написаны фундаментальные законы Вселенной. Если взглянуть пристальнее, мы увидим, что от описания элегантных траекторий планет вокруг светил и расчета прочности мостов, которые мы пересекаем каждый день, до сложнейших алгоритмов, шифрующих наши личные сообщения в мессенджерах, – математика является не просто вспомогательным инструментом, а тем самым невидимым каркасом, на котором держится вся конструкция современной цивилизации. Цель данной статьи – не просто пересказать известные факты, а ярко и убедительно продемонстрировать, что подлинный «золотой век» математики находится не в прошлом, связанном с именами Евклида, Ньютона или Гаусса, а в нашем настоящем и, что еще более удивительно, в нашем ближайшем будущем. Мы проследим увлекательную метаморфозу ее роли: от скромной «служанки наук», предоставляющей им базовый аппарат, до полноправного лидера, генератора принципиально новых идей и технологических парадигм. Мы детально проанализируем ключевые современные приложения, заглянув «под капот» самых передовых технологий, и смело взглянем за горизонт сегодняшнего дня, чтобы увидеть, какие грандиозные вызовы и революционные открытия ждут математику в грядущие десятилетия. Эта статья призвана показать, что математика сегодня – это не сухая школьная дисциплина, а динамичная, творческая, полная драйва и невероятно востребованная сфера интеллектуальной деятельности.

Современный бум искусственного интеллекта (ИИ), о котором так много говорят в СМИ, был бы абсолютно невозможен без того мощного математического аппарата, большая часть которого была создана десятилетия, а иногда и столетия назад. Давайте представим себе современную нейронную сеть, способную распознавать лица на фотографиях или переводить тексты с одного языка на другой. Что же находится в ее сердце? Это отнюдь не магия, а сложная и элегантная математическая конструкция, переживающая свой подлинный ренессанс благодаря появлению колоссальных вычислительных мощностей.

Линейная алгебра: именно тензоры и матричные операции являются той самой «кровью», которая течет по «венам» нейронных сетей. Любая, даже самая сложная операция по распознаванию изображения, где каждый пиксель представляет собой точку

данных, или по обработке естественного языка, где слова кодируются в числовые векторы, – это, в своей основе, всего лишь последовательность линейных преобразований. Умножение матриц, которое студенты технических вузов изучают на первом курсе, оказывается ключевой операцией, позволяющей автомобилю-беспилотнику принимать решение о повороте.

Математический анализ и Оптимизация: Сам процесс «обучения» нейросети – это, по сути, ни что иное, как поиск минимума многомерной функции потерь. Можно представить себе самый сложный горный ландшафт в пространстве сотен тысяч измерений, где наша цель – найти самую низкую точку долины. Градиентный спуск и его многочисленные вариации – это прямые и логичные приложения дифференциального исчисления, созданного Ньютоном и Лейбницем для решения задач механики.

Теория вероятностей и Статистика: Байесовские методы, названные в честь скромного английского священника XVIII века, лежат в основе обработки неопределенности. Когда голосовой помощник в вашем телефоне пытается понять вашу команду сквозь шум, он использует вероятностные модели. Статистические метрики, такие как точность, полнота и F-мера, являются тем самым компасом, который позволяет разработчикам оценивать качество созданных моделей и совершенствовать их.

Подводя итог, можно с уверенностью заявить, что математика не просто развивается по инерции; она переживает сегодня фундаментальную, тектоническую трансформацию своей сущности. Из науки о числах и фигурах она плавно, но неуклонно превращается в науку о закономерностях, структурах, сложности и самом процессе познания. Ее язык, некогда бывший уделом избранных, становится поистине универсальным языком для всех без исключения областей человеческого знания. Будущие прорывные открытия, без сомнения, будут рождаться именно на стыке дисциплин, и именно математика будет тем самым цементом, тем связующим звеном, которое скрепит их в единую, целостную и величественную картину мира. Изучение математики сегодня – это уже давно не просто механическое заучивание формул и теорем для сдачи экзамена. Это глубокое и всестороннее воспитание особого типа мышления: гибкого, структурированного, логичного, алгоритмического и способного находить изящный порядок в кажущемся хаосе. Это самый надежный и долгосрочный интеллектуальный актив, самый выгодный инвестиционный проект в мире, который меняется с головокружительной скоростью. Как сказал несколько столетий назад Галилео Галилей, «Книга Природы написана на языке математики». И сегодня, вооружившись мощью вычислительной техники и новыми теоретическими прозрениями, мы читаем эту великую книгу как никогда быстро, увлеченно и продуктивно, открывая для себя все новые и новые удивительные, потрясающие воображение главы, предсказать содержание которых никто не берется.

Список использованных источников

1. Tegmark, M. Our Mathematical Universe: My Quest for the Ultimate Nature of Reality. – 2014.
2. Strogatz, S. H. Nonlinear Dynamics and Chaos: With Applications to Physics, Biology, Chemistry, and Engineering. – 2014.
3. Leskovec, J. Mining of Massive Datasets. / J. Leskovec, A. Rajaraman, & J. D. Ullman. – 2020.
4. Капица, С. П. Синергетика и прогнозы будущего / С. П. Капица, С. П. Курдюмов, Г. Г. Малинецкий. – 2003.
5. Hacking, I. The Emergence of Probability: A Philosophical Study of Early Ideas About Probability, Induction and Statistical Inference. – 2006.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА АЛЬТЕРНАТИВ ДЛЯ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Лужинская А. И., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Серенков П. С.

Аннотация. В работе исследуются проблемы, возникающие при использовании метода альтернатив в ходе экспертного оценивания. Основная сложность заключается в психологической трудности для экспертов дать количественную оценку степени превосходства одной альтернативы над другой. Для решения этой проблемы предлагаются и анализируются два подхода, основанные на визуализации оценочного процесса и применении процедуры предварительного ранжирования.

Метод альтернатив представляет собой формализованную процедуру, применяемую для анализа сложных проблем, требующих коллективного мнения специалистов. Его основная задача заключается в выработке согласованного количественного решения относительно сравнительной предпочтительности различных альтернатив [1]. В ходе практического применения метода была обнаружена значительная проблема: эксперты испытывают затруднения при необходимости вербализации и количественного определения того, насколько один вариант лучше другого. Человеческое мышление эффективно оперирует категориями «лучше/хуже», «нравится/не нравится», «приемлемо/неприемлемо». Однако точное определение разницы в предпочтениях в количественной или даже вербальной шкале сравнений представляет сложность, поскольку требует абстрактного мышления. Исследования свидетельствуют, что эксперты более точно и уверенно распознают объекты, используя сенсорное восприятие, что является предметом изучения органолептики. Чувствительность зрительного анализатора, в частности его способность различать оттенки, контрасты, пропорции и пространственное расположение объектов, дает эксперту возможность проводить оценки более интуитивно и с меньшими когнитивными усилиями по сравнению с вербализацией или абстрактным числовым шкалированием. Таким образом, графическое представление информации трансформирует сложную задачу количественного сравнения в более простую и естественную для человека задачу визуального позиционирования и соотнесения. Принцип согласуется с основами сенсорного анализа, где визуальные шкалы и эталоны используются для объективации субъективных впечатлений. В настоящей работе предлагается подход, нацеленный на совершенствование процесса сбора первичных экспертных данных за счет снижения субъективной нагрузки на специалиста. В основу подхода положена гипотеза Э. Деминга: «Графическое отображение процесса на порядок повышает возможности его анализа и совершенствования». Данный подход предполагает графическую реализацию метода альтернатив с использованием специализированного программного обеспечения. Реализация подхода А: последовательное парное сравнение. Эксперт выполняет ранжирование всего множества оцениваемых объектов по степени их предпочтительности. На первом этапе эксперт работает с графической шкалой сравнений (рисунки 1), где фиксирует положение наименее предпочтительного объекта. Затем он определяет на этой шкале местоположение следующего объекта (рисунок 2), визуально оценивая степень различия между ними. Процедура повторяется для каждой последующей пары объектов. Специализированное программное обеспечение преобразует графическое расположение меток в количественные значения и автоматически вычисляет итоговые различия в соответствии с методом альтернатив.

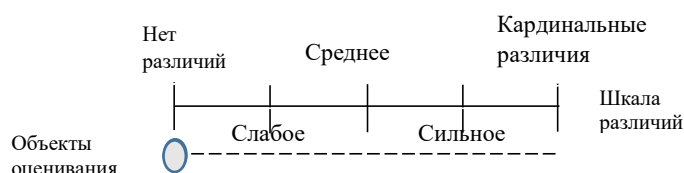


Рис. 1. Исходная шкала с фиксированным положением наименее предпочтительного объекта

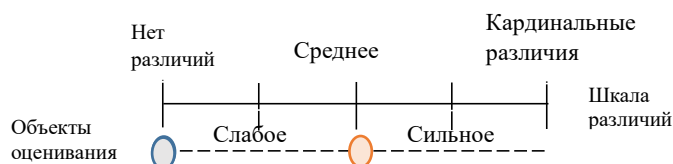


Рис. 2. Визуальная оценка положения второго объекта относительно первого

Реализация подхода Б: сравнение с реперными точками. Из ранжированного ряда выбираются два ключевых объекта: наименее предпочтительный (первый в ранге) и наиболее предпочтительный (последний в ранге).

Эксперту предъявляется графическая ось, на которой он фиксирует метками положения этих двух крайних объектов (рисунок 3). Данные метки формируют границы шкалы. Затем эксперт последовательно оценивает все остальные объекты, размещая их на шкале между двумя реперными точками, визуально определяя их относительную предпочтительность.

Программное обеспечение последовательно отображает шкалу с зафиксированными границами, на которой эксперт располагает метки для каждого из оцениваемых объектов (рисунок 3). Подход Б позволяет абстрагироваться от абсолютных числовых значений и работать исключительно в рамках относительных сравнений, что психологически облегчает задачу эксперта и способствует большей согласованности его оценок.

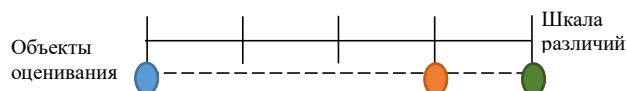


Рис. 3. Оценка объекта относительно фиксированных границ «наилучший/наихудший»

Представленные подходы позволяют компенсировать ключевой недостаток традиционного метода альтернатив, связанный со сложностью количественного определения степеней предпочтения. Второй подход (Б) является особенно перспективным, поскольку он максимально дистанцируется от цифровых шкал, снижает когнитивное напряжение и позволяет эксперту сконцентрироваться на относительных, а не абсолютных суждениях. Проведенный анализ подтверждает, что предложенные модификации метода позволяют: снизить когнитивную нагрузку на экспертов, уменьшить субъективный разброс в оценках и повысить надежность и достоверность группового экспертного оценивания.

Список использованных источников

1. Подиновский, В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин – М.: Наука, 1982. – 256 с.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ
МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВОЙ ЭПИТАКСИИ****Лукьянов В. В., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Аннотация. Настоящая работа включает краткий литературный обзор, в котором систематизированы сведения о современном уровне развития метода молекулярно-лучевой эпитаксии и обозначены его наиболее значимые перспективы.

Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ) представляет собой высокоточную модификацию классической технологии вакуумного напыления, ключевым отличием которой является прецизионный контроль всех стадий процесса. Данный метод основан на осаждении монокристаллических слоев на нагретую подложку путем взаимодействия молекулярных или атомных пучков с ее поверхностью. Нагревание подложки интенсифицирует поверхностную миграцию атомов, обеспечивая их упорядоченное размещение в узлах кристаллической решетки. Это обуславливает эпитаксиальный рост – ориентированное наращивание пленки на монокристаллической подложке. Критическими параметрами для успешной эпитаксии являются степень соответствия постоянных решеток пленки и подложки, точно выверенные интенсивности молекулярных пучков и температурный режим подложки. Проведем краткий обзор современных источников литературы по состоянию и перспективам развития МЛЭ.

Авторы [1] детально анализируют прогресс в технологии МЛЭ для создания квантовых точек с управляемыми параметрами. Особое внимание уделяется методам контроля размеров и плотности точек для применения в лазерах и однофотонных источниках.

В статье [2] рассматриваются передовые методы *in-situ* диагностики, такие как рефлексия быстрых электронов и масс-спектрометрия, при выращивании нитридных гетероструктур. Подчеркивается важность реального контроля для точного управления составом и свойствами слоев в мощной электронике и светодиодах. Источник [3] посвящен применению МЛЭ для создания структур на основе нитрида галлия и карбида кремния. Отмечается, что метод позволяет достичь высокого качества эпитаксиальных слоев, необходимого для производства мощных высокочастотных транзисторов. Авторы [4] демонстрируют, как алгоритмы машинного обучения позволяют оптимизировать сложные взаимосвязи между параметрами роста МЛЭ. Показано, что это значительно сокращает время эмпирического подбора условий и улучшает воспроизводимость структур. В обзоре [5] описываются современные многомодульные установки МЛЭ, в которые напрямую встроены аналитические инструменты. Статья [6] освещает сложности и последние достижения в области легирования широкозонных полупроводников (таких как GaN и ZnO) примесями р-типа. Описываются новые легирующие источники и методы активации примесей, позволяющие повысить концентрацию дырок. Авторы [7] исследуют возможности МЛЭ для выращивания высококачественных пленок топологических изоляторов. Показано, что контроль на атомарном уровне критически важен для проявления их уникальных поверхностных свойств, перспективных для спинтроники. Исследование [8] фокусируется на использовании методов, основанных на дифракции быстрых электронов, падающих под скользящим углом на поверхность объекта, для мониторинга в реальном времени процесса самоорганизованного образования квантовых точек. Детально анализируется, как изменения в дифракционной картине позволяют точно управлять моментом начала и режимом роста наноструктур.

Обзор [9] посвящен прорывам в области выращивания гетероструктур из двумерных материалов (например, графен/гексагональный нитрид бора) методом МЛЭ. Подчеркивается потенциал таких искусственно созданных ван-дер-ваальсовых гетероструктур для создания устройств квантовой обработки информации. Проведенный анализ позволяет выделить несколько ключевых направлений, определяющих будущее технологии молекулярно-лучевой эпитаксии:

1. Переход от эмпирического к цифровому и прогнозному выращиванию. Развитие направлено на глубокую интеграцию систем искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа данных *in-situ* диагностики в реальном времени.

2. Создание гетероструктур с атомарной точностью и новыми функциональными свойствами. Перспектива заключается в комбинировании ранее несовместимых материалов (например, различных полупроводниковых соединений III–V, II–VI с оксидами) для создания гибридных гетероструктур.

3. Расширение областей применения за пределы исследовательских лабораторий: производство сложных многослойных структур для:

– Силовой электроники: мощные транзисторы (HEMT) для 5G/6G коммуникаций и электромобилей.

– Квантовых технологий: выращивание структур для кубитов и однофотонных излучателей.

– Микроэлектроники: создание основ для транзисторов следующего поколения, а также интеграция МЛЭ в существующие КМОП-техпроцессы.

Таким образом, эволюция МЛЭ движется в сторону создания полностью автоматизированных, «интеллектуальных» фабрик по производству сложнейших гетероструктур с атомарной точностью, что откроет новые возможности в микро-, опто- и квантовой электронике.

Список использованных источников

1. Черняев, В. В. Современные тенденции в молекулярно-лучевой эпитаксии квантовых точек для оптоэлектронных применений / В. В. Черняев, Е. С. Лазарева // Физика и техника полупроводников, 2023. – Т. 57, № 2. – С. 115–128.

2. Orlov, D. A. In-situ monitoring and control in molecular beam epitaxy of III-nitride heterostructures / D. A. Orlov, A. V. Novikov // Journal of Vacuum Science & Technology A. – 2023. – Vol. 41, № 3. – P. 033406.

3. Кузнецов, П. И. Молекулярно-лучевая эпитаксия широкозонных полупроводников для мощной электроники / П. И. Кузнецов, А. А. Григорьев // Письма в ЖТФ. – 2022. – Т. 48, № 16. – С. 45–52.

4. Wang, X. Machine learning approaches for optimization of molecular beam epitaxy growth parameters / X. Wang, L. Zhang // Applied Surface Science. – 2023. – Vol. 607. – P. 155028.

5. Сидоров, А. А. Современные установки молекулярно-лучевой эпитаксии с интегрированной аналитикой / А. А. Сидоров, М. И. Петров // Приборы и техника эксперимента, 2022. – № 5. – С. 78–85.

6. Tanaka, S. Advances in p-type doping of wide bandgap semiconductors by molecular beam epitaxy / S. Tanaka, K. Yamamoto // Materials Science in Semiconductor Processing. – 2023. – Vol. 154. – P. 107205.

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МИНИАТЮРНЫХ ТЕРМОПАР ТИП К
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВАРКОЙ НА УГОЛЬНОМ ЭЛЕКТРОДЕ****Назарчук К. А., студент,****Горанов И. В., студент,****Кузнецова Д. И., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Аннотация. В данной работе рассматривается технология сварки хромель-алюмелевых термопар (тип К) с диаметром спая до 0,5 мм электросваркой на угольном электроде. Подробно описаны предпосылки к данной работе, технологии сварки и калибровки термопар.

Введение. Почти в каждом процессе в настоящее время требуется точный контроль температур, иначе. Для этого в настоящее время почти всегда используются термопары различных типов, размеров и форм. В некоторых случаях могут требоваться как можно меньшие термопары, но при этом возникает проблема их устойчивости к высоким температурам. В настоящий момент на рынке термопары с размером чувствительного элемента менее 0,5 мм практически отсутствуют термопары способные не то что измерять, а просто выдержать температуры более 400 °С. Именно поэтому потребовалось подготовить технологию их производства в условиях лаборатории.

Технология изготовления. Сварка проводилась на угольном электроде в присутствии буры. Сначала две проволоки, хромелевая и алюмелевая диаметром 0,3 мм, которые будут составлять термопару, очищаются легким травлением в разбавленной азотной кислоте, после чего делаются скрутка в 1–1,5 см длиной. Конец скрутки откусывается кусачками, после чего к ее обратной стороне присоединяется клемма. На угольный электрод наносится суспензия буры с бензином. Свободный конец скрутки приводится в соприкосновение с электродом и происходит сварка, за счет образования электрической дуги и легкого расплавления конца скрутки. После успешной сварки проводится первичный осмотр на оптическом микроскопе на предмет некачественного спая или других дефектов. В случае успешного прохождения поверхностной проверки проводят более тщательный осмотр на электронном микроскопе. Перед калибровкой так же требуется изолировать термопары. В данном случае термопары изолировались нанесением термостойкого лака. На рисунке 1 представлен пример термопары, сваренной данным методом.

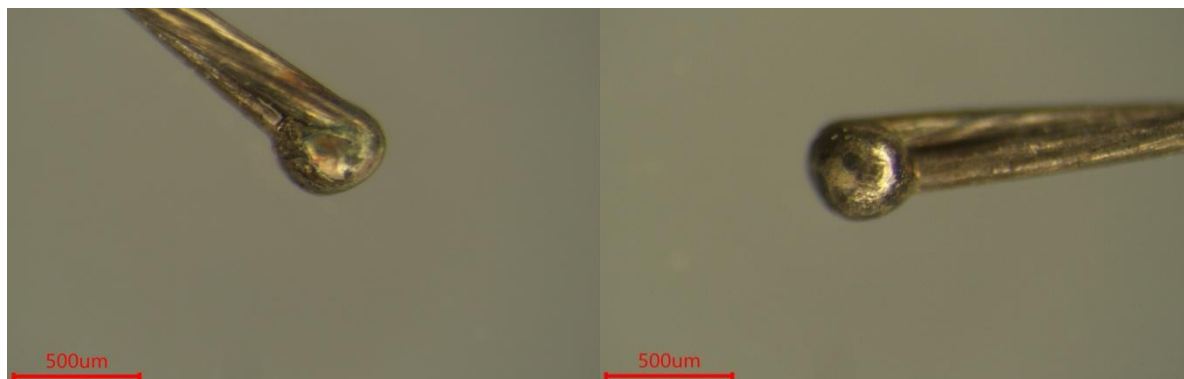


Рис. 1. Снимки термопары с двух разных сторон, линза 2х, увеличение 2х

Технология калибровки. После визуального осмотра требуется убедиться в работоспособности термопар. Для этого использовался паяльник с рабочей температурой 250 °С. Паяльник прогревался, после чего приводился в соприкосновение с термопарой. Выходы термопары подключались к мультиметру для считывания показаний термо-ЭДС. получаемые значения термо-ЭДС сравниваются с международной таблицей НСХ, и в случае соответствия термопары передаются на этап калибровки.

Калибровка проводилась при помощи микропроцессорного измеритель-регулятора ТРМ148 в кипящей дистиллированной воде. Термопары прошедшие прошлые этапы проверки подключаются к ТРМ148, и погружаются в воду. ТРМ148 каждую секунду снимает значения температур, полученные с исследуемых термопар, которые в последствие переносятся в Эксель для анализа, построения графиков и расчета поправочных коэффициентов, которые в последствие будут применяться при последующих измерениях. Пример графика температур, полученного при помощи ТРМ148, показан на рисунке 2. В случае недостаточной стабильности показаний термопары отбраковываются и отправляются на повторную сварку, либо утилизируются.

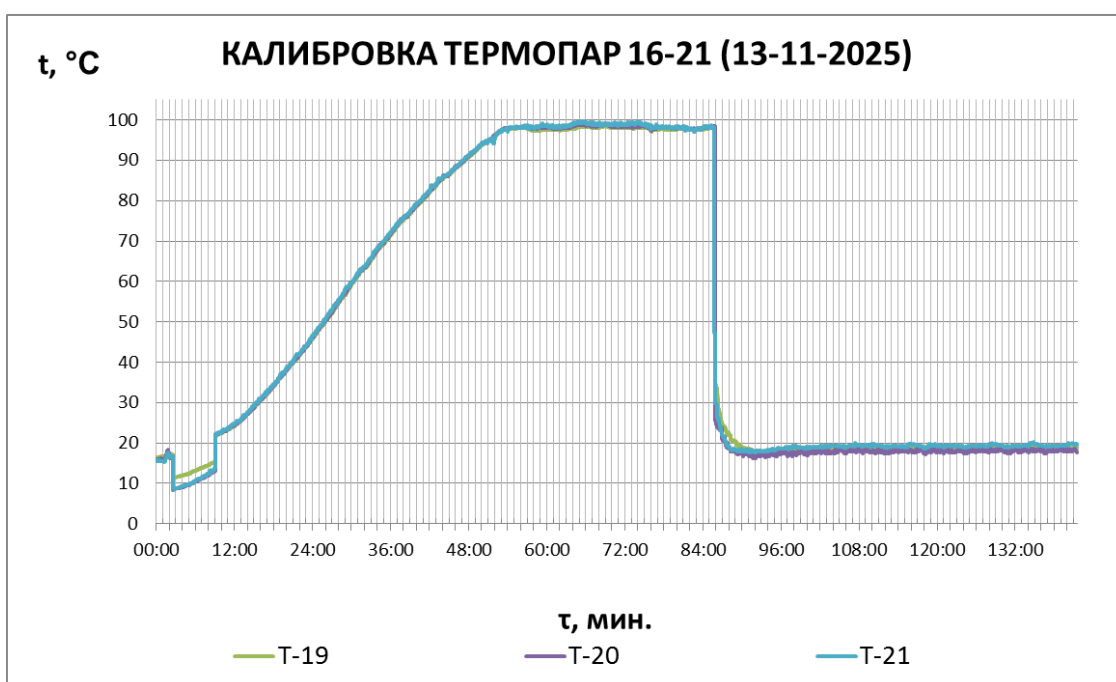


Рис. 2. Температурный график полученных термопар

Заключение. В ходе работы была рассмотрена технология изготовления миниатюрных хромель-алюмелевых термопар (тип К) диаметром 0,3 мм методом электросварки на угольном электроде с использованием буры в качестве флюса. Предложенная методика позволяет создавать термочувствительные элементы, пригодные для работы в условиях высоких температур.

СВАРКА БЕЗ БРАКА НАЧИНАЕТСЯ С ПРАВИЛЬНОГО МАТЕРИАЛА И МЕТОДА

Немогай Я. В., студент

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Сварка – это не просто «склеивание» металлов. Это процесс, который зависит от типа металла, свариваемых условий, толщины листа и требуемых свойств соединения. За последние годы технологии шагнули вперед: появились новые электроды, проволоки, газовые смеси и процессы, которые улучшают прочность, устойчивость к коррозии и экономичность сварки.

Материалы для сварки можно разделить на три группы:

Электроды – для ручной дуговой сварки (MMA/SMAW).

Проволока – для полуавтоматической и автоматической сварки (MIG/MAG, FCAW).

Флюсы и газовые смеси – улучшают качество шва, защищают зону сварки.

1. Электроды (для MMA-сварки).

Электроды для MMA-сварки представляют собой металлический стержень с защитным покрытием. Тип покрытия напрямую влияет на стабильность дуги, качество шва и условия работы.

Рутиловые электроды (R) применяются для углеродистой и низколегированной стали, бытовых и монтажных работ.

Особенности рутиловых электродов: легкий поджиг дуги, стабильное горение, минимальное разбрызгивание, аккуратный внешний вид шва.

Рутиловые электроды выбирают для новичков, ремонта, сварки тонких металлов.

Основные электроды (B) применяются для ответственных конструкций, строительной и несущей стали.

Особенности основных электродов (B): высокая прочность и пластичность шва, низкое содержание водорода, высокая устойчивость к образованию трещин. Требуют прокалки перед работой и сухого хранения.

Основные электроды (B) выбирают для сварки ответственных узлов и толстых металлов.

Кислые электроды (O) применяются для стали общего назначения.

Особенности кислых электродов (O): высокая производительность, хорошо заполняют шов, низкая стоимость. Минусы: повышенная склонность к трещинам, хуже подходят для ответственных соединений.

Кислые электроды (O) выбирают для простых конструкций и неответственных работ.

Целлюлозные электроды (C) применяются для вертикальных и потолочных швов, трубопроводов.

Особенности целлюлозных электродов (C): глубокое проплавление, возможность сварки «сверху вниз», минимальная подготовка кромок. Минусы: повышенное разбрызгивание, требует опыта сварщика.

Целлюлозные электроды (C) выбирают для монтажных работ и полевых условий.

2. Проволока для MIG/MAG и TIG.

Проволока для MIG/MAG используется с защитным газом:

MIG (инертный газ, например Ar) – для алюминия, нержавеющей;

MAG (активный газ, CO₂/смеси) – для углеродистой стали.

Современные проволоки имеют оптимизированный химсостав – меньше шлаковых включений и лучше проваривают тонкие листы.

TIG – тонкая неплавящаяся вольфрамовая электродная палочка плюс присадочный материал: это лучший метод для тонкого алюминия и нержавеющей стали, возможность контролировать теплоподачу, чистый шов, без брызг.

3. Флюсы и защитные газы.

Защитные газы:

CO₂ – недорогой, хорош для стали;

Ar (аргон) – для алюминия, нержавеющей стали;

Смеси Ar + CO₂/O₂/He – улучшают устойчивость дуги и внешний вид шва.

Для сварки под флюсом (SAW) – применяют порошковый материал, который защищает расплавленный металл и улучшает проплавление.

Лучшие методы сварки для основных металлов:

1. Углеродистая и низколегированная сталь.

Лучшие методы:

MIG/MAG (проволока + газ) – универсально для толщин от 1 мм до больших деталей. Быстро и эффективно в производстве.

MMA (электроды) – надежно и дешево, подходит для ремонтов,строек, работ на открытом воздухе.

SAW (под флюсом) – для толстых листов, больших швов и автоматизации.

Рекомендации по материалам: проволока ER70S-6 (для MIG/MAG), электроды E7018 (основные).

2. Нержавеющая сталь.

Сварка нержавеющей стали требует защиты от окисления.

Лучшие методы:

TIG – чистый шов, точный контроль;

MIG с аргонном/смешанным газом – быстрое сваривание;

Рекомендованные материалы: проволока ER308/309/316 – в зависимости от типа стали, TIG-палочки с соответствующим легированием.

3. Алюминий и алюминиевые сплавы.

Лучшие методы:

TIG с аргонном – идеален для тонких листов;

MIG с аргонном/гелий-смешанным газом – быстрее, но требует навыка.

Алюминий легко окисляется, поэтому важно тщательное удаление оксидной пленки перед сваркой.

4. Чугун. Сложен из-за хрупкости.

Методы:

MMA с особыми электродами для чугуна;

TIG/MIG с подогревом в некоторых случаях.

Чугун часто заваривали прутками с высоким содержанием никеля.

5. Титан и другие трудно свариваемые металлы.

Титан требует защиты от воздуха, иначе теряет свойства.

Метод: TIG с высоким уровнем защиты аргонном.

Правильный выбор материалов и метода сварки напрямую влияет на прочность, долговечность и внешний вид шва. Современные электроды, проволоки и защитные газы дают сварщику гибкость и позволяют эффективно работать с самыми разными металлами.

ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДЕТАЛЕЙ ОТ АБРАЗИВНО-УДАРНОГО ИЗНОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОДА ZELLER L61

Немогай Я. В., студент

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В горнодобывающей, строительной, сельскохозяйственной и перерабатывающей отраслях оборудование (ковши экскаваторов, зубья землеройных машин, ножи смесителей, шнеки) работает в условиях комбинированного воздействия: твердые абразивные частицы (песок, горная порода) вызывают интенсивное микрорезание поверхности, а периодические соударения создают нагрузки, способные привести к хрупкому скалыванию чрезмерно твердого, но вязкого материала.



Рис. 1. Варианты использования стали

Задача восстановления таких деталей требует решения диалектического противоречия: твердость vs. вязкость. Слишком твердый материал (например, чугунные наплавки) будет раскалываться от ударов. Слишком вязкий (низкоуглеродистая сталь) быстро стирается. Поэтому выбор сварочного материала и технологии является критическим.

Электрод ZELLER L61 позиционируется как оптимальное решение для условий сильного абразивного износа и средних ударов. Его эффективность обусловлена следующими характеристиками:

Назначение – наплавка износостойкого слоя на детали из углеродистых и низколегированных сталей, стального и марганцовистого литья (типа 110Г13Л).

Химический состав и структура наплавленного металла – электрод обеспечивает формирование наплавленного металла с высоким содержанием углерода и хрома. При правильной технологии формируется структура, представляющая собой карбиды хрома Cr_7C_3 высокой твердости, распределенные в вязкой мартенситной матрице. Именно это сочетание обеспечивает ключевые свойства.

Механические свойства:

Твердость: 58-62 HRC (в состоянии после наплавки). Этого достаточно для сопротивления царапанию большинством абразивов.

Ударная вязкость: умеренные значения (определяемые матрицей) позволяют поглощать энергию удара без образования трещин.

Технологические преимущества: рутиловое покрытие обеспечивает стабильную дугу, легкое повторное зажигание, хорошее формирование валика и самоотделяющуюся шлаковую корку, что важно для многослойной наплавки. Электрод подходит для работы в различных пространственных положениях.

Для эффективной и качественной наплавки электродом L61 недостаточно обычного инвертора «для монтажа». Требуется профессиональное оборудование с широким диапазоном регулировок.

Рекомендуется использовать инверторные источники постоянного тока (DC) с цифровым управлением. Они обеспечивают высокую стабильность дуги, что критично для формирования однородного по структуре наплавленного слоя.

Требуемые характеристики:

Режим работы: DC+ (прямая полярность – деталь на «+»).

Диапазон тока: аппарат должен плавно регулировать ток в диапазоне 140–220А для электродов диаметром 4,0–5,0 мм.

Напряжение холостого хода (U_{xx}): не менее 70В для уверенного зажигания дуги рутиловым электродом.

Продолжительность включения: минимум 60 % при максимальном токе. Наплавка – часто длительный процесс, аппарат не должен перегреваться.

Опционально, но желательно, наличие функции «антиприлипание» (Anti-Stick) и «горячий старт» (Hot Start), которые облегчают начало процесса.

Для предотвращения перегрева, коробления и отпуска (снижения твердости) основного металла и ранее наплавленных слоев обязательно применение водяного охлаждения. Используются либо стационарные камеры, либо гибкие шланги с распылителями.

Манипулятор или токарный станок используются для наплавки тел вращения (валов, роликов), использование вращателя значительно повышает качество (равномерность слоя) и производительность.

Средства подготовки и контроля – УШМ (болгарка) с зачистными и отрезными кругами для подготовки поверхности, термокарандаши для контроля температуры межпроходной, твердомер для проверки результата.

Пошаговая технология наплавки электродом ZELLER L61.

1. Подготовка детали:

Тщательная зачистка области износа до металлического блеска. Удаление всех дефектов (трещин, раковин) разделкой под углом $\sim 90^\circ$. Предварительный нагрев (при необходимости). Для крупногабаритных деталей из среднеуглеродистых сталей и литья рекомендуется нагрев до 150–250 °С для предотвращения холодных трещин.

2. Установка режимов сварки (пример для электрода $\varnothing 4,0$ мм):

Сварочный ток: 160–180 А (постоянный, прямая полярность DC+). Напряжение дуги: ~ 24 –28 В. Скорость наплавки: умеренная, без спешки, для обеспечения хорошего проплавления основы и формирования плотного слоя.

3. Техника выполнения:

Наплавку вести короткой дугой. Угол наклона электрода ~ 10 –15° от вертикали в направлении наплавки. Валики укладывать с перекрытием на 1/3–1/2 ширины. Критически важно контролировать температуру. Максимальная температура детали между проходами не должна превышать 250–300 °С. Контроль «на руку» (если рука не терпит) или термокарандашом. При превышении – остановка и принудительное охлаждение до 50–60 °С.

4. Завершающий этап:

После наплавки детали из склонных к закалке сталей рекомендуется низкий отпуск при 200–250 °С в течение 1–2 часов. Это снимает остаточные напряжения в наплавленном слое в зоне термического влияния, несколько повышая его вязкость без значительной потери твердости. Электрод ZELLER L61, в сочетании с правильно подобранным и настроенным сварочным оборудованием, представляет собой надежное и экономически эффективное решение для восстановления деталей, работающих в условиях абразивно-ударного износа.

Применение данной методики позволяет значительно продлить ресурс дорогостоящих деталей машин, снизить простой оборудования и сократить затраты на ремонтный фонд предприятий.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АРХИТЕКТУР ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Сухобоков А. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Воюш Н. В.

Аннотация. В работе рассматривается использование современных моделей глубокого обучения для автоматического выявления дефектов линий электропередачи на основе аэрофотосъемки. Показаны преимущества применения нейросетевых архитектур при анализе изображений высокой сложности.

Нейронные сети прочно закрепили за собой место среди инструментов, позволяющих автоматизировать задачи диагностики и контроля объектов инфраструктуры. Линии электропередачи относятся к тем инфраструктурным системам, надежность работы которых напрямую определяет безопасность и устойчивость электроснабжения. В связи с этим внедрение интеллектуальных методов для выявления повреждений опор, изоляторов и элементов крепления приобретает особую значимость.

Интеграция аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов и методов компьютерного зрения позволяет получать детальные изображения всей трассы ЛЭП без необходимости выездных обходов. Однако сами изображения зачастую обладают высокой сложностью: меняется ракурс, освещение, состояние атмосферы, часть элементов может перекрываться растительностью или находиться под углом. В подобных условиях применение классических алгоритмов оказывается недостаточно эффективным.

Для решения этой задачи была использована модель YOLO v12 – современная архитектура детекции объектов, рассчитанная на работу с большим числом мелких объектов. Обучение модели проводилось в среде Python с применением библиотеки Ultralytics, обеспечивающей удобный интерфейс для подготовки данных и запуска обучения.

Дополнительным преимуществом стало использование алгоритма нарезки крупных изображений на фрагменты фиксированного размера. Такая методика позволяет обрабатывать снимки высокого разрешения, например, $5\,000 \times 4\,000$ пикселей, не теряя мелких дефектов, которые могли бы быть проигнорированы при прямой подаче на вход модели. При этом перекрытие между фрагментами уменьшает вероятность пропуска объектов на стыках.

Благодаря подходу удалось добиться стабильного определения дефектов на неоднородных данных: при различной высоте полета БПЛА, при сложных погодных условиях, при наличии теней, частичного закрытия опор ветками и проводами. Модель уверенно классифицировала изоляторы, элементы крепления, определяла характерные признаки износа.

Для дальнейшего повышения точности была использована стратегия комбинированного обучения, которая позволяет использовать в процессе большое число неразмеченных изображений. Модель дообучалась на данных, которые она же предварительно пометила, что увеличивает ее устойчивость к редко встречающимся дефектам и улучшает качество распознавания при сложных ракурсах и условиях съемки.

Анализ результатов показал, что использование модели YOLO v12 значительно улучшило качество выявления дефектов на снимках линий электропередачи. Модель эффективно обнаруживала мелкие детали конструкций, детали, скрытые за листвой, элементы ЛЭП в нестандартных погодных условиях. Включение дополнительных методов

обучения повысило точность распознавания, позволив обходиться без увеличения набора данных ручной разметки.

Использование архитектуры YOLO v12, при обработке снимков ЛЭП, удостоверяет, что передовые нейросетевые структуры умеют уверенно разрешать вопросы автоматизированного обнаружения изъянов. Модель продуктивно выделяет составляющие конструкции с фотографий и устанавливает признаки их порчи в разнообразных погодных ситуациях, что делает ее ценным средством для уменьшения нагрузки экспертов, обслуживающих ЛЭП. Внедрение добавочных техник обучения позволяет увеличить потенциал модели и гарантировать повышение точности при ограниченных наборах данных. Подобная методика создает базу для более быстрого, точного и расширяемого мониторинга состояния ЛЭП.

Список использованных источников

1. Джочер, Г. YOLOv12: Достижения в области обнаружения объектов для реальных приложений / Г. Джочер [и др.]. – 2024.
2. Акиба, Т. SANI: Гиперинференция с помощью нарезки для обнаружения объектов / Т. Акиба [и др.] // Journal of Machine Learning Research. – 2022.
3. Гудфеллоу, И. Глубокое обучение / И. Гудфеллоу, Й. Бенжио, А. Курвиль. // MIT Press. – 2016.

THE PROBLEM OF EXCESSIVE SURVEILLANCE: ETHICAL RISKS OF INTRODUCING COMPUTER VISION INTO ROBOTICS

Khaniak Y. D., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: trainee teacher Shukalo M. S.

Abstract. This article is about the ethical problems that appear when service robots with computer vision become common in public and private human spaces. They collect large amounts of personal data, while people have almost no control over this process. The topic argues that the closed model of development creates a deep crisis of trust, because it makes transparency and verification impossible.

The blitz development of service robots and technologies in recent years has changed usual human environments visibly. Robots now work as drivers in taxi, deliver food on the streets, transport objects in storages, and perform other routine tasks. Many of them use computer vision to recognize objects, detect people, and create detailed maps of the spaces where they operate. This technology allows robots to complete tasks efficiently, but it also means that robots constantly observe human behavior and collect information about private spaces, often without direct interaction or permission from the individuals present. Modern society faces a new ethical challenge: people do not fully understand what data robots collect, how long it is stored, or for what purposes it may be used [1].

The core of the problem is the huge difference of information and power between robot producers and the people who live or work near them. A company receives a flow of intimate and sensitive data through its machines. At the same time, ordinary users cannot check the robot's software, see what information is transferred to servers, or know whether these data are later sold, analyzed, or used in ways that were never explained. Even when companies claim they protect privacy, users have no way to verify these statements. Privacy becomes a matter of trust rather than a proven technical guarantee, and trust alone is not a reasonable ethical foundation when technologies operate inside personal living spaces.

This problem becomes clearer in comparison with technologies that people already understand – web browsers, for example. Browsers also collect user data, but their data practices are documented, visible, and can be controlled through settings, extensions, and independent audits. Users can disable cookies, block tracking scripts, delete browsing history, or switch to open-source browsers whose code can be inspected publicly. Most importantly, the user initiates the interaction. With service robots, none of these mechanisms exist. Their cameras operate continuously, their data flows are invisible, and the user cannot simply “turn off” the robot's analytics. Robots collect more intimate spatial information in an environment with much lower transparency.

For this reason, the closed model of robot development is an ethical problem by itself. Internal processes are hidden from independent experts. Algorithms that analyze images and store data cannot be inspected, and the real behavior of the machine cannot be confirmed by outside specialists. Even if a company has honest intentions, the structure of the system does not allow society to confirm this honesty. The inability to verify claims about safety and privacy creates a long-term crisis of confidence. People may accept robots in their environment, but they do so without real choice and without understanding the risks they carry.

This situation becomes more serious because many interactions with service robots are not voluntary. People in public or shared spaces cannot easily avoid a robot that records the environment while doing its tasks. A person walking past a delivery robot does not choose to

take part in that data collection. Consent is symbolic, and individuals lose real control over what information is gathered and how it might be used.

If robots continue to be developed as closed systems, this imbalance will grow. Trust between society and technology will decrease, and companies may face pressure from regulators. Strict rules may appear, which can slow down innovation. Because robots operate in real physical spaces and collect continuous visual information, the risks of misuse or misunderstanding are higher than in many other digital technologies.

To reduce these risks, robot design needs new technical and institutional solutions that increase transparency and provide real protection. One promising approach is to build robots around a standardized and limited communication interface [2]. The robot's "brain" receives data only through a clear and predictable API. The computer vision module works independently and processes raw images internally. It never sends full images to the robot but communicates only through the certified API, transmitting simple metadata, such as obstacle positions or recognized object categories. The public and standardized API allows experts to verify what information the robot can receive and what it cannot.

This design allows the insertion of a filtering module between the computer vision subsystem and the robot's controller. The filter removes sensitive information before it reaches the robot's "brain" and is enforced by hardware. If the computer vision subsystem cannot physically send unprocessed images, a software update cannot bypass protection. This technical barrier makes privacy a built-in property of the robot, not just a company promise.

The system only works if the manufacturer cannot create a hidden alternative channel. The CV module must have exactly one physical output, which complies with the standardized API. The filter must sit directly on this line, and the CV subsystem should have no wireless interfaces, hidden storage, or extra communication ports. The robot is then limited to receiving only the safe and predefined data types allowed by the certified API.

National regulators could certify the filtering module and verify that the CV subsystem has no additional channels. Certification of the entire data path – from camera to final metadata – allows independent experts to check privacy compliance. Any update to the CV software or filtering logic would require new certification, preventing silent changes in data practices.

This approach has disadvantages. Separation of modules makes robots more complex and expensive to produce, and certification increases development time. Companies may need to redesign hardware and follow new standards. Regulators require resources to evaluate these systems. But these costs are justified, because the result is a robot whose behavior can be verified both in theory and in practice.

In conclusion, ethical use of service robots with computer vision cannot rely only on developer promises. When robots operate in human spaces and collect large amounts of data, society needs real, verifiable guarantees. A standardized API between the CV module and the robot's "brain," combined with hardware-enforced filtering and mandatory certification, creates a system in which privacy is protected by design. Robots become safer, more transparent, and easier for people to accept. Privacy becomes a guaranteed element of the robot's architecture, not just a declaration in documentation.

References

1. Lin, P. Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics / P. Lin, K. Abney, G. A. Bekey. – Cambridge, MA: MIT Press, 2011. – 400 p.
2. Calo, M. R. Robots and Privacy // Robot Ethics: The Ethical and Social Implications of Robotics. Cambridge. – MA: MIT Press, 2011. – P. 187–202.

СЕКЦИЯ 4. ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОНОМИКА И ПЕДАГОГИКА

УДК 658.5

THE ROLE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN REDUCING PRODUCTION COSTS

Zhuravleva V. A., student

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: senior lecturer Bulanova N. P.

Abstract. This research paper provides a comprehensive analysis of how artificial intelligence technologies are transforming cost optimization strategies in modern manufacturing. The study examines various AI applications across different production stages and demonstrates their significant impact on operational efficiency and expense reduction.

In today's highly competitive industrial landscape, manufacturing enterprises face increasing pressure to optimize production costs while maintaining high quality standards and operational efficiency. Artificial intelligence has emerged as a transformative technology that enables organizations to achieve substantial cost reductions through intelligent automation and data-driven decision making. According to recent industry analyses, companies that successfully implement AI systems in their manufacturing processes typically achieve 15–35 % reduction in operational costs within the first two years of implementation. This research paper systematically explores the key mechanisms through which AI technologies contribute to production cost optimization, supported by practical case studies and implementation examples from various industrial sectors.

1. AI-Powered Predictive Maintenance Systems.

Traditional approaches to equipment maintenance have inherent limitations that often result in unnecessary expenses and production disruptions. Conventional preventive maintenance follows fixed schedules, while reactive maintenance addresses equipment failures after they occur. AI-driven predictive maintenance represents a paradigm shift in this domain:

- Continuous real-time monitoring of equipment parameters including vibration patterns, thermal characteristics, energy consumption metrics, and acoustic signatures
- Machine learning algorithms analyze historical and real-time data to identify subtle patterns indicating potential equipment degradation
- Advanced neural networks predict remaining useful life of critical components with 85–92 % accuracy.
- Automated maintenance scheduling systems optimize resource allocation and minimize production interruptions

Documented case studies from automotive and heavy industries demonstrate impressive results: 40–50 % reduction in unplanned downtime, 25–40 % decrease in maintenance costs, and 15–25 % extension in equipment lifespan. For instance, a major automotive manufacturer reported saving \$2.3 million annually through AI-driven predictive maintenance implementation across their pressing equipment lines [1].

2. Production Process Optimization Through AI.

Artificial intelligence enables unprecedented levels of efficiency in manufacturing operations through multiple interconnected mechanisms:

- Computer vision systems with deep learning capabilities perform real-time quality inspection, detecting microscopic defects invisible to human inspectors.

- Reinforcement learning algorithms continuously optimize production parameters, adjusting variables such as temperature, pressure, and speed to minimize energy consumption while maintaining quality standards.

- Digital twin technology creates virtual replicas of production systems, enabling simulation-based optimization without disrupting actual operations.

- AI-powered production scheduling systems dynamically adjust manufacturing sequences based on real-time constraints, customer priorities, and resource availability.

Industrial implementations across various sectors show consistent improvements:

8–15 % reduction in raw material consumption, 12–18 % decrease in energy costs, and 20–30 % improvement in overall equipment effectiveness (OEE). A notable example comes from the semiconductor industry, where AI-based process optimization helped achieve 22 % reduction in energy consumption while increasing production yield by 8 %.

3. Quality Control Automation and Enhancement.

Traditional quality control methods often struggle with consistency, speed, and comprehensive coverage. AI technologies revolutionize quality assurance through:

- Automated visual inspection systems utilizing convolutional neural networks achieve 99.7 % detection accuracy for product defects.

- Real-time statistical process control with AI-powered anomaly detection identifies process deviations within seconds.

- Natural language processing algorithms analyze customer feedback and warranty claims to identify potential quality issues.

- Predictive quality models forecast potential defects based on production parameters, enabling proactive adjustments.

Manufacturing companies report substantial benefits from AI-driven quality systems: 25–35 % reduction in product rejection rates, 40–60 % decrease in quality control labor costs, and 15–25 % improvement in customer satisfaction metrics. A consumer electronics manufacturer documented a 28 % reduction in warranty claims after implementing AI-based quality control across their production lines [2].

Artificial intelligence has proven to be a game-changing technology for production cost optimization in modern manufacturing. The comprehensive analysis presented in this research demonstrates that AI technologies enable substantial cost reductions across all aspects of production, from equipment maintenance and process optimization to quality control and supply chain management. The most successful implementations share common characteristics: strategic approach to technology integration, robust data infrastructure, effective change management, and continuous improvement mindset.

The economic benefits of AI implementation significantly outweigh the associated costs, with most organizations achieving return on investment within 12–24 months. As AI technologies continue to evolve, their impact on production economics is expected to grow even further. Future developments should focus on creating integrated AI ecosystems that seamlessly connect all aspects of manufacturing operations, enabling even greater efficiency gains and cost optimization opportunities. Manufacturing enterprises that embrace AI technologies position themselves for sustainable competitive advantage in an increasingly challenging global market.

References

1. Deloitte – AI in manufacturing // Deloitte. – URL: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/industry-4-0/ai-in-manufacturing.html> (date of access: 22.11.2025)

2. PwC – AI in manufacturing // PwC. – URL: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-in-manufacturing-report.pdf> (date of access: 22.11.2025)

THE IMPACT OF THE SUBSCRIPTION ECONOMY ON BUSINESS AND PRODUCTION

Kornitskiy M., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: senior lecturer Slassi Moutabir S. A.

Abstract. The subscription economy is one of the most important areas of modern business and production. This model provides companies with the opportunity to form long-term relationships with customers and generate stable income.

Currently, the topic of subscription economics is one of the most relevant both for scientific research and in the actual practice of business and production in general. Today, this model is one of the most significant strategic directions for modern enterprises, which allows companies not only to expand their customer base, but also to build long-term relationships with consumers, maintain stability and sustainable development in the face of digitalization. Nowadays, customers strive to receive a wide and diverse portfolio of products and services immediately, efficiently and securely, from the comfort of their homes and with flexible payment methods [1]. For the business, the most significant changes were the transition from episodic and non-permanent transactions to continuous relationships. This changes the financial model on a fundamental level, as instead of chaotic revenue spikes associated with new product releases, the company receives predictable cash flow. This stability becomes the basis for strategic planning and long-term investments, as financial indicators shift from the volume of one-time sales to the customer's lifetime value and retention level. The business begins to operate focusing not on attracting the maximum number of buyers of products, but on maximizing the life cycle of each customer-subscriber, which requires a completely new approach to the quality of service and service. The traditional system is giving way to a closed-loop economy. When a company sells not a product, but its functionality or result, its profit directly depends on the durability, quality and possibility of modernization of the manufactured goods. Companies get the opportunity to receive and process more data on user behavior and requests, which allows them to respond to market changes in almost real time and improve the quality of services offered. This makes the business more flexible and competitive thus increasing the degree of personalization of the offer for different audience segments. In manufacturing and retail, the development of the subscription economy is changing the very approaches to selling physical products. Subscriptions and rentals are increasingly being used instead of one-time sales. This allows the company to predict demand and reduce warehouse costs as well as to use more specific techniques of cross-sell (additional sales) and upsell (related sales). This provides businesses with a planned income and the opportunity to invest in development without fear of sharp sales declines. The subscription economy is changing customer behavior. Convenience, flexibility, personalization and a sense of constant value flow for a regular fee come to the fore. The customer no longer needs to think about buying each product or service separately as everything is included in the subscription, and the consumption process itself becomes protected from price fluctuations and residual costs. The effect of small payments is often effective when a small amount is debited automatically every month. Due to this, the burden on the budget feels minimal and consumption becomes a daily habit. Along with this, the business also develops responsibility. If the service stops meeting expectations, the customer easily unsubscribes. Thus, a new competition is being formed at the level of quality and service.

The subscription model also has weaknesses. One of the problems may be customer fatigue from numerous subscriptions. With a large number of monthly payments, the consumer

loses interest and begins to abandon little-used services. The second problem is the high competition with classic sales schemes and hybrid models, which include subscriptions and micro-payments. For businesses, the issue of controlling the flow of customers constantly increasing the value of the service, and working with consumer feedback is becoming urgent. Excessive automation becomes an important risk for production and sales when it is impossible to offer a unique or individual approach to each client, and the market is saturated with monotonous subscriptions. In the coming years, we can expect further penetration of subscriptions into the world of business and production. New hybrid schemes will appear, the role of personalization through the use of artificial intelligence will increase, and B2B subscriptions will continue to develop. For successful adaptation, the key will be the ability to keep the customer's attention, develop unique subscription formats and combine them with loyalty programs, cashback and exclusive offers. Major subscription service providers maintain comprehensive platform capabilities and extensive customer bases that enable revenue growth due to global market expansion with diverse service offerings [2].

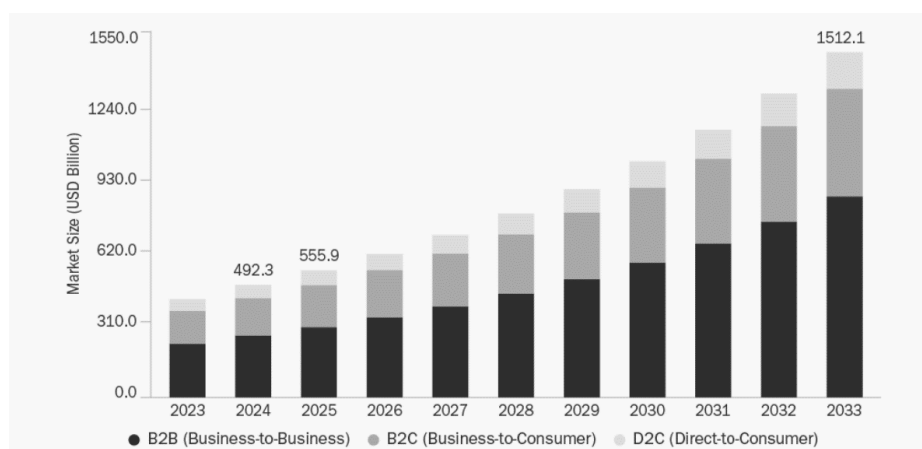


Fig. 1. Forecast of the volume of the global subscription economy market by B2B, B2C and D2C business models until 2033 [3]

Thus, the subscription economy is a multifaceted tool for business and production transformation, with great potential for sustainable growth, forming a new type of interaction between companies and consumers, increasing the quality and variety of goods and services. At the same time, the business needs to take into account the interests of customers and competition in the market. It is critically important to remain flexible, innovative, and attentive to customer needs. High-quality products and the items listed earlier are necessary in order to successfully conduct business in the subscription economy model.

References

1. Курганская, А. А. Экономика подписки: модель потребления в условиях цифровой трансформации / А. А. Курганская // Вестник БГУИР. – 2025. – № 4. – С. 34–45.
2. Future Market Insights. Subscription Economy Market Report: Global Analysis and Forecast 2025–2035. – 2025. – URL: <https://www.futuremarketinsights.com/reports/subscription-economy-market> (date of access: 26.11.2025).

RESEARCH ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE INTEGRATION OF SCIENCE AND INDUSTRY AND REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT

Liu Yue, postgraduate student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Associate Professor, docent Ustinovich I. V.

Abstract. This article explores the relationship between the integration of science and industry and regional economic development. It argues that in today's context of globalization and the knowledge economy, the integration of science and industry and regional economic development are mutually reinforcing and complementary.

Regional economic development is the foundation for the scientific and industrial integration. First, the level of regional economic development determines the level and development of the integration of science and industry. A prosperous regional economy can lay a solid foundation for the deep integration of science and industry through more abundant funding, a more favorable policy environment, and broader development space. Conversely, a weak regional economy can become a bottleneck for the deep integration of science and industry because it cannot provide the necessary resources and environmental support. Second, the regional industrial structure affects the integration of science and industry. A high-quality regional industrial structure can usually generate a clustering effect of high-tech industries. This clustering effect can not only effectively stimulate the speed of industrial upgrading, but also accelerate the pace of technological updates, thereby generating an urgent demand for the integration of science and industry and ample opportunities for integration. This will further build a powerful engine for the integration of science and industry in the region [1]. Third, regional public policies serve the integration of science and industry. Appropriate fiscal and tax policies will provide high-quality services for the integration of science and industry. The reason is that these appropriate public policies can not only optimize the regional industrial structure, but also create a good incubation environment for technological upgrading. This will provide a solid institutional guarantee for the deep integration of science and industry in the region [2].

Scientific and industrial integration is a booster for regional economic development. First, scientific and industrial integration can promote the transformation and application of scientific research results and promote industrial interaction, drive the coordinated development of the three industries, thereby increasing industrial profits and optimizing the local industrial structure [3]. Second, scientific and industrial integration attracts talent. The continuous gathering of professional R&D personnel can enhance the region's talent resources, optimize the talent structure, and accelerate the continuous upgrading and transformation of industries. Third, scientific and industrial integration promotes the growth of industrial profits and local government fiscal revenue. With the increase of local government fiscal revenue, the government has more funds to improve and build infrastructure, which can accelerate the process of local urbanization and promote local modernization. Fourth, scientific and industrial integration can generate new industries. The integration of science and industry will effectively enhance industrial innovation capabilities and technological development levels [4], which will promote increased production efficiency and stimulate the level of export-oriented economy, thereby generating new industries and ultimately strengthening the core of the regional economy and consolidating its core competitiveness. In addition, regional government support will guide and coordinate the integration of science and industry. Given that the government can provide a series of services such as information, finance, technology and consulting for the integration of science and industry, these services are not only directly and deeply related to the level of integration of science and

industry, but the government can also consciously guide the direction of regional integration of science and industry and improve and optimize the integration process of science and industry.

As can be seen from the above, the integration of science and industry and regional economic development are mutually reinforcing and complementary. On the one hand, regional economic development provides opportunities and guarantees for the scientific and industrial integration. Regional economic development lays the foundation for sound economic and social development, promotes industrial agglomeration, and significantly enhances regional economies of scale. It also provides policy and service support for the scientific and industrial integration, improving the government's financial and technical service capabilities, thereby promoting regional innovation awareness. On the other hand, scientific and industrial integration promotes economic development. It increases the region's total economic output, export earnings, economic openness, and fiscal revenue, thus raising the regional economic level. Simultaneously, the new achievements of the integration of science and industry can effectively promote regional industrial agglomeration and the optimization and upgrading of industrial structure, driving the transformation and upgrading of industries within the region. In addition, the new success of the integration of science and industry can effectively promote the regional industrial agglomeration effect and optimize the industrial structure, and enhance the regional scientific and technological innovation and achievement transformation ability while driving the overall transformation and upgrading of industry. This mutually beneficial, dual-engine driving effect injects strong momentum into the realization of high-tech industrial clusters and the profound enhancement of innovation potential.

Conclusion: This article focuses on exploring the positive interaction and mechanisms between the integration of science and industry and regional economic development. The article reveals a potentially interdependent and symbiotic dynamic cycle between these two forces. Specifically, the integration of science and industry is a fundamental driving force for regional economic development, while regional economic development is a prerequisite for the deep integration of science and industry; a positive causal relationship exists between the two.

References

1. Sjöö, K. University–industry collaboration: A literature review and synthesis / K. Sjöö, T. Hellström // *Industry and higher education*. – 2019. – Vol. 33, № 4. – P. 275–285.
2. Guimón, J. Promoting university–industry collaboration in developing countries / J. Guimón // *World Bank*. – 2013. – Vol. 3. – P. 12–48.
3. Rajalo, S. University–industry innovation collaboration: Reconceptualization / S. Rajalo, M. Vadi // *Technovation*. – 2017. – Vol. 62. – P. 42–54.
4. A framework to improve university–industry collaboration / R. Awasthy [et al.] // *Journal of Industry–University Collaboration*. – 2020. – Vol. 2, № 1. – P. 49–62.

**ENGINEERING ECONOMIC EVALUATION OF DIGITAL SUPPLY CHAIN
MANAGEMENT PRACTICES IN CHINESE INDUSTRIAL ENTERPRISES****Sun Ke, Ph. D. student**

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Doctor of Economic Sciences, Associate Professor Yakushenko K. V.

Abstract. This study constructs the "cost-benefit paradox" in the digital supply chains of industrial enterprises in China based on an engineering economics assessment. It finds critical bottlenecks in process re-engineering and talent reserves and suggests the necessity for shifting from technological leadership to economic viability and increased development of interdisciplinary talents.

In the context of global manufacturing's digital and intelligent transformation and the strategic drive of China toward becoming a 'manufacturing powerhouse', digital supply chains have become crucial in strengthening core industrial competitiveness. Currently, however, Chinese industrial practices are permeated by a strong contradiction: faced as they are with massive investment in technologies, there is a lack of systematic assessment of actual economic benefits, with many projects falling into a 'mismatch between input and output'. This makes it pressing to explore this issue through an engineering economics lens, which underlines serious evaluation of costs, benefits, and risks associated with technological solutions. Therefore, this paper seeks to apply engineering economics to diagnose the status quo of the management of digital supply chains in Chinese industrial enterprises. It emphasizes ascertaining actual created economic value and analyzing the existing bottlenecks, to guide business investment away from chasing technological leadership toward focusing on value-creation prioritization. This provides an economically rational foundation for advancing high-quality industrial transformation.

The core principles of engineering economics have been brought into the analysis and translated the effect of technological application into quantitative economic and financial languages. Cost-related indicators directly measure digitalization's capacity to reduce operational expenditure and thus represent the most immediate manifestation of benefits [1]. Asset efficiency metrics, including inventory turnover and cash conversion cycle, appraise how digitalization optimizes resource allocation and accelerates capital flow, reflecting the level of lean management. Further, return on investment metrics examine the long-term economic viability of technological investments from the perspective of value creation. Finally, service and value metrics connect internal efficiency with external customer value and market competitiveness; together, they form a comprehensive yardstick of assessment that ranges from internal cost control to external value realization. Examining the current state of digital supply chain management in Chinese industrial enterprises through this framework reveals a complex and markedly differentiated multi-dimensional economic landscape. Regarding technology application breadth, the penetration of IoT, big data, and cloud computing technologies across procurement, production, and logistics is accelerating rapidly. However, this is frequently accompanied by a 'cost-benefit paradox: Despite initial technological deployments, many enterprises fail to translate substantial upfront investments into tangible financial performance gains. This occurs due to low system integration, inconsistent data quality, and disconnects from operational workflows, resulting in diminished marginal returns on technological investments [2]. This phenomenon of technological silos further exacerbates challenges in process coordination levels. The absence of unified, transparent information-sharing platforms and collaborative mechanisms both internally and with upstream/downstream partners results in severe information barriers and fragmented decision-making across supply chain segments. Such low-level coordination

not only fails to leverage the inherent efficiency gains of digitalization but, by amplifying the bullwhip effect, results in abnormally high inventory levels and inaccurate demand forecasting across the entire chain. This ultimately manifests as a significant surge in transaction costs—including negotiation, coordination, and oversight—eroding corporate profit margins. Concurrently, resource allocation efficiency directly depends on an organization's data-driven decision-making capabilities. A handful of leading enterprises have optimized inventory turnover rates and substantially enhanced fixed asset utilization by establishing precise forecasting, planning, and scheduling models. This revitalizes dormant assets and accelerates capital turnover. However, the resource allocation of most enterprises still relies on traditional experience, resulting in concurrent idle capacity and inventory backlogs. This causes severe resource wastage and asset inefficiency. At its core, this divergence in economic performance stems from organizational structure and decision-making mechanisms. When supply chain departments are positioned as passive 'cost centers' rather than proactive 'value centers', and decision-making processes remain trapped in traditional hierarchical approvals lacking digital empowerment, their response to market shifts inevitably becomes sluggish. The opportunity cost of missed business opportunities is substantial. Conversely, enterprises that have established flat, data-driven organizations can integrate resources and respond to demand more swiftly. This allows them to capture more value in dynamic markets and turn digital investments into true competitive differentiators and financial returns. Based on this multi-dimensional diagnosis, this study crystallizes three core findings: First, the disparities in development are strikingly pronounced; a minority of leading enterprises, leveraging resource and first-mover advantages, has moved forward to the 'value extraction' stage, using data for precision decision-making and model innovation, while most SMEs are constrained to isolated technology pilot schemes. The gap between these two sets of organizations is huge in terms of supply chain cost control, asset efficiency, and final economic benefits, which has shaped an obvious digital gap. Second, the critical choke point that hinders economic benefits is not technological sophistication, but the serious lag of process reengineering and organizational change required to match it. In addition, traditional departmental silos and outdated mechanisms for decision-making have made the value of technological investment unable to be generated in the reshaped value chains. Lastly, an institutional blind spot widely exists in investment; enterprises often prioritize hardware and software investment while seriously neglecting the cultivation and retention of core talent in data science, business analytics, and engineering economics assessment, which results in the predicament of having systems without intelligence and data without insight. Based on the above findings, this paper puts forward: To enterprises, the core of digital strategy should shift from pursuing 'technological leadership' to ensuring 'economic viability'. It should be based on establishing an overall economic benefit tracking accountability system throughout the project cycle—from project initiation and implementation to post-evaluation—and making sure every single investment serves to create value. To government and academia, the joint promotion of benchmark cases for excellent 'digital supply chain economic benefit audit' should be conducted to provide a clear route for SMEs.

References

1. Yang, L. The Impact of Digital Transformation on Enterprise Supply Chain Performance and Precision Management: Based on Evidence from Chinese Companies / L. Yang, X. Liu // *African and Asian Studies*. – 2024. – № 23(1–2). P. 160–182.
2. Xu, Z. Research on the Impact of Digital Economy on the High-Quality Development of Supply Chain in China's Automotive Manufacturing Industry / Z. Xu, H. Zhang, Y. Mao // *Integrated Economies and Policy Insights*. – 2025. – № 1(2). – P. 23–31.

THE ROLE OF BELAVIA STRATEGIC MARKETING IN DEVELOPING REGIONAL TRAVEL ACCESSIBILITY

Yusupov G. M., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: senior lecturer Moutabir S. A.

Abstract. Air transport in the Republic of Belarus is both a key export service and the main channel of rapid external connectivity. The article outlines current features of Belavia's marketing strategy, and formulates several directions for more development-oriented strategic marketing.

For a landlocked state, air transport is critically important for participation in global flows of goods, people and ideas. In Belarus, most international routes are concentrated near the capital, while the rest of the territory is only indirectly linked to the global air network. Within this system the national carrier plays a system-forming role [3]. As the main operator at Minsk National Airport, Belavia not only competes on the transport market, but also defines the structure of the route network, the level of service and many elements of national aviation policy. Strategic choices therefore affect its own economic results and the accessibility of regions and their development prospects. The Belarusian air transport market is highly concentrated. The national carrier dominates regular passenger services, while other airlines occupy niche segments. This configuration creates a stable, relatively closed competitive environment. It also leads to strong dependence of territorial accessibility on the strategy of a single company [2].

Economic-geographical analysis shows a clear contrast between the capital region and the rest of the country: high density of routes and frequencies around Minsk and significantly weaker access to air services in many districts. Formally, several regional airports exist, yet only a small part of them handle regular passenger flights. For a considerable share of the population, using air transport implies additional time and expenses to reach the capital or even foreign airports.

Belavia's strategic behaviour is influenced by constraints of a small national market, high fixed costs and a regulated environment. This explains the cautious nature of many decisions, but also reveals several limitations. The carrier mainly addresses broad groups of business and leisure travellers, labour migrants and transit passengers. Fare products are relatively simple with limited differentiation inside classes and a modest range of optional services.

Online booking, mobile applications and a loyalty programme are already standard. However, deeper use of data for personalised offers, behavioural segmentation and predictive demand models are still emerging. In a situation where many passengers plan and evaluate trips entirely online, this technological lag increases the risk of losing competitiveness on contested routes. The pricing model is predominantly conservative with limited use of advanced revenue management and a small share of income from additional services. Global practice shows that paid baggage options, seat selection, comfort packages and partner offers can significantly strengthen financial stability without a sharp rise in base fares.

Taking into account both spatial and managerial analyses, several directions for improvement of Belavia's strategic marketing can be outlined: 1) investment in data analytics would support dynamic pricing, accurate segmentation and personalised communication; 2) integration of web, mobile and loyalty data could help tailor offers to different groups and increase route profitability; 3) a wider set of fare families and optional services would allow the carrier to address diverse expectations without undermining its core brand; 4) bundling flights with

accommodation, ground transport or regional tourism products could also strengthen cooperation with local economies [3].

A clearer statement about the role of Minsk as a convenient hub for movements between specific regions could enhance the airline's profile. Communication should emphasise safety, modern fleet, punctuality and the cultural attractiveness of Belarus as a transit and destination country.

Alongside financial indicators, internal planning could include metrics linked to regional development: number of regions served by regular flights, frequency from regional airports or the share of population with reasonable access to air services. Even at an analytical level, such indicators would keep spatial cohesion within the horizon of strategic decisions.

Stronger links with local authorities, universities and research groups can provide additional instruments for analysing demand, testing new routes and evaluating broader effects of air services. Joint projects with tourism organisations may help build sustainable flows on routes that are important for regional policy.

All in all, the Belarusian air transport system demonstrates how spatial structure, market concentration and management strategy are interdependent. Belavia, as the main carrier, secures stable links with key destinations and maintains a strong national brand. At the same time, the focus on the capital hub and cautious innovation limit the contribution of air transport to balanced regional development. Modernization of strategic marketing does not require radical solutions. Gradual strengthening of digital tools, richer product differentiation, clearer international positioning and explicit attention to territorial accessibility can enhance competitiveness while supporting broader socio-economic goals. For a landlocked country seeking both external openness and internal cohesion, such an evolution of the national carrier's strategy is of more than sectoral importance.

References

1. Антипова, Е. А. Экономико-географические факторы развития воздушного транспорта и доступность пассажирских авиаперевозок в Республике Беларусь / Е. А. Антипова, Т. В. Сливинская // Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология = Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology. – 2020. – № 2 – С. 47–59.
2. Корнилова, К. И. Оценка результативности и эффективности системы управления пассажирскими авиаперевозками / К. И. Корнилова // Материалы форума «Развитие интернационализации и экономической интеграции в новых реалиях» в рамках 19-го Международного научного семинара «Мировая экономика и бизнес-администрирование» : XXI Международная научно-техническая конференция «Наука – образованию, производству, экономике», Республика Беларусь, Минск, 23-24 марта 2023 г. / Белорусский национальный технический университет. – Мн. : Четыре четверти, 2023. – С. 34–37.
3. Тарасенок, А. И. Проблемы внедрения инновационных технологий в сектор туристической индустрии Республики Беларусь и пути их решения / А. И. Тарасенок, В. Н. Малеронок // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость: материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 14 мая 2020 г.). – Мн.: БГЭУ, 2020. – С. 268–269.

Zaitsev N. V., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: Ph. D., Associate Professor Solovyova L. V.

Abstract. The article analyzes the record growth of global debt, which reached \$305 trillion (355 % of global GDP) by 2023. The author identifies the structural causes of this phenomenon and argues that the existing financial architecture requires fundamental reform to prevent a large-scale debt crisis and ensure long-term financial stability.

A significant challenge facing today's interconnected economy has intensified: escalating levels of worldwide indebtedness. By the beginning of 2023, combined debts across nations, businesses, and individuals had reached a record high of \$305 trillion – approximately 355 % of global gross domestic product.

Despite occasional fluctuations toward equilibrium, debt figures now surpass those seen during the crisis of 2008, with continued expansion evident. This research aims to identify the forces behind increasing global debt and propose strategies for establishing a robust financial framework suitable for this century.

It examines influences shaping debt trajectories and speeds since the pandemic and considers if existing funding approaches will prove viable, exploring potential transformations for the international monetary structure. In this case, the topic is relevant precisely because without resolving issues with the accumulation of global debt, the country faces the prospect of collapse with massive defaults and, consequently, recessions and social instability in all corners of the planet, and most importantly in emerging economies, which are most susceptible to changes in the monetary policy of developed countries.

Preexisting flaws in the global monetary framework, initially exposed near the turn of the century and persisting in trends seen after the universal economic slump, fostered fresh risks and difficulties toward the end of the previous decade.

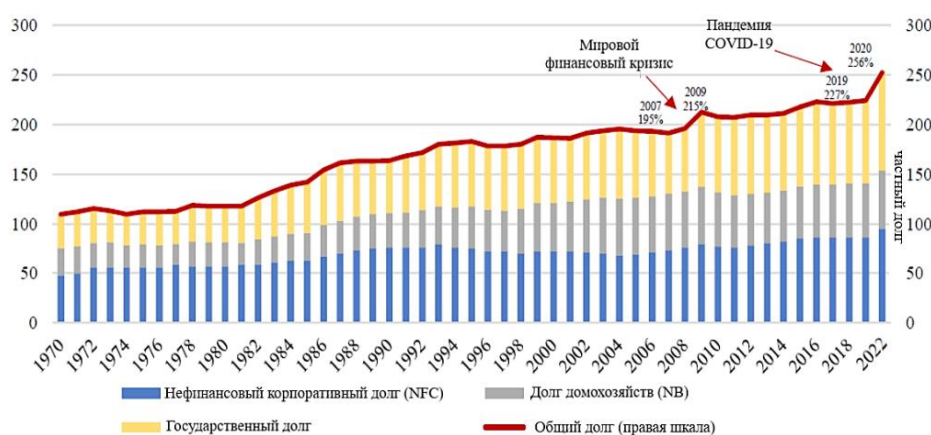


Fig. 1. Structure of debt in the global financial system

– A growing pile of indebtedness started building up from 2010 onward. Consequently, figures from the World Bank show that, by the close of 2022, worldwide debt reached an unprecedented high of 267 % of Gross Domestic Product. Primarily, this stemmed from rising levels of private borrowing in emerging economies (Fig. 1).

– The threat of new crisis phenomena and shocks in countries with transformational economies, as well as the likelihood of economies of scale due to their spillover in the regional and global dimensions [1].

Global debt trends show some worrying signs. One key issue is a change in how debt builds up. In the past, debt growth followed a cyclical pattern. But today, the patterns suggest structural changes in the global financial system. This shift is mostly due to the continued use of Quantitative Easing (QE) by major central banks since the 2008 financial crisis. This has kept borrowing costs artificially low for over a decade. The large Fiscal Stimulus packages introduced during both the 2007–08 Financial Crisis and the COVID-19 pandemic have led to a Liquidity Trap. Economists say that it's now nearly impossible to return monetary policy to normal without causing serious problems for the global economy.

Established in the middle of the 20th century with the IMF and World Bank (Bretton Woods), the International Financial System (IFS) is structured such that it is becoming more and more insufficient to meet modern financial difficulties. Key areas of inadequacy include: asymmetrical regulation that focuses on the burden placed on borrowing countries but not on lending nations; a lack of effective mechanisms for restructuring sovereign debt, which leads to prolonged periods of crisis such as Argentina and Greece; and the fact that the US Dollar serves as the world's reserve currency, which has created "Global Financial Cycle" and "Inflation Exportation" problems across nations [2].

The research carried out uncovers that the worldwide debt issue is not only a delayed consequence of temporary economic difficulties but also the outcome of systemic imbalances in the global financial system architecture. The expansionary monetary and fiscal policies over the last fifteen years, although they have aided in crisis avoidance, have engendered a perilous dependence on cheap money and have been the cause of the piling up of structural imbalances. The findings of the analysis point to the fact that the threat of a large-scale debt crisis will become more and more tangible if the international financial institutions and the rules of the game are not fundamentally reformed, especially in the environment of monetary policy tightening and global growth deceleration.

Список использованных источников

1. Наталич, Д. И. Формирование глобальной финансовой архитектуры мирового хозяйства / Д. И. Наталич // Региональная и отраслевая экономика. – 2024. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-globalnoy-finansovoy-arhitektury-mirovogo-hozyaystva> (дата обращения: 21.10.2025).

2. Reforming global debt architecture // Mo Ibrahim Foundation. – 2023. – URL: <https://mo.ibrahim.foundation/our-research/data-stories/reforming-global-debt-architecture> (дата обращения: 21.10.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ОБУЧЕНИИ РУССКОМУ ЯЗЫКУ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Азява О. А., преподаватель-стажер

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье рассматривается роль использования искусственного интеллекта (ИИ) в преподавании русского языка как иностранного в техническом ВУЗе. Освещаются некоторые инструменты использования ИИ, которые позволяют сделать учебным процесс более интерактивным.

Фундаментальным компонентом человеческого существования является язык, который выполняет ряд функций: коммуникативную, мыслеформирующую, номинативную, аккумулятивную, экспрессивную, контактоустанавливающую, эстетическую, апеллятивную. Исходя из этого можно утверждать, что при овладении речью человек способен выразить свою идентичность, а также интегрироваться в культурное и социальное пространство. В век глобализации традиционная педагогика претерпевает ряд изменений, одно из которых связано с внедрением цифровых технологий, и, в частности, искусственного интеллекта (далее ИИ).

Искусственный интеллект (англ. artificial intelligence) – это способность компьютера обучаться, принимать решения и выполнять действия, свойственные человеческому интеллекту [1]. ИИ позволяет трансформировать подходы к обучению, обеспечивая персонализацию, и интерактивность учебного процесса.

Как указывает В. В. Котельникова, «цифровизация образования открывает новые горизонты для эффективного усвоения знаний, а также способствует развитию навыков, необходимых для взаимодействия с современной технологической средой» [2, с. 108–110].

Последнее время можно все чаще столкнуться с проблемой отсутствия мотивации у студентов технических направлений к изучению гуманитарных дисциплин. Наблюдается тенденция к восприятию гуманитарных дисциплин как второстепенных по отношению к профильным инженерным и математическим курсам. В данной статье рассматривается одно из решений проблемы – интеграция технологий ИИ в современную модель преподавания гуманитарных учебных дисциплин для студентов технической направленности.

Социум не стоит на месте и в век активного развития цифровых технологий у обучающихся формируется клиповое мышление, что ставит перед педагогом задачу максимально разнообразить учебный процесс. Внедрение мультимедийных материалов, которые позволяют визуализировать грамматические компоненты изучаемой темы, озвучивать тексты, обеспечивает комплексность процесса обучения. Овладение навыками использования ИИ открывает для педагога новые горизонты его профессионального развития. Использование ИИ при подготовке к учебным занятиям позволяет ее автоматизировать. Подбор текстов по специальности с учетом уровня владения русским языком перестает быть трудностью, поскольку при грамотно составленном запросе чат-бот сгенерирует подходящий текст. Важную роль в методике преподавания РКИ играет индивидуализация процесса обучения. Использование ИИ позволяет педагогу подготовить задания индивидуального характера для каждого студента за считанные минуты. Так, например, после прочтения текста для проверки первичного восприятия студентам со средним и высоким уровнем владения языком можно предложить вопросы открытого характера, а студентам с более низким уровнем целесообразно предложить задания

тестового характера. Преподаватель дает одинаковые формулировки к заданиям, однако материал самих упражнений будет соответствовать языковому уровню обучающихся.

Языковые карточные игры, созданные с помощью ИИ, способны изменить отношение к учебному процессу. Такие игры позволяют активизировать критическое мышление обучающихся, а также развивают коммуникативную, грамматическую, лексическую и речевую компетенции. Их использование позволяет сочетать игровой компонент с учебными целями. Так, например, при изучении темы «Выражение времени в сложном предложении» обучающимся было предложено вытянуть две карточки, на которых были написаны глаголы, с которыми необходимо было составить предложения. В рамках темы «Виды глаголов» была использована игра на поиск видовой пары глаголов. В рамках темы «Спор и диспут как жанры научного стиля» обучающиеся вытягивали карточку с научным фактом, говорили согласны или не согласны, аргументировали свою точку зрения, а другие обучающиеся задавали дополнительные вопросы отвечающему. Таким образом, игры стимулируют речевую деятельность, побуждают студентов к ответу и развивают речевую компетенцию. Студенты технических специальностей ценят динамику и соревновательность и игровой формат подходит для их реализации.

В заключении отметим, что использование ИИ при подготовке к учебным занятиям, а также в рамках самих учебных занятий открывает перспективные направления для развития процесса обучения и повышает его эффективность. Современные обучающиеся требуют современных подходов к обучению и такие технологии как ИИ позволяют этого достичь. Интеграция инновационных инструментов не только облегчает овладение языковыми компетенциями, но и усиливает интерес обучающихся к культурным и лингвистическим особенностям, что помогает формировать внутренние мотивы к изучению гуманитарных дисциплин. Однако под воздействием технологий не стоит забывать о традиционных методах и приемах преподавания. Следует рассматривать ИИ как инструмент в руках скульптора, который помогает мастеру воплотить все замыслы и расширить его творческие возможности.

Список использованных источников

1. Искусственный интеллект (AI), машинное обучение и глубокое обучение: в чем разница // Skillbox. – URL: https://skillbox.ru/media/code/iskusstvennyy_intellect_masinnoe_obuchenie_i_glubokoe_obuchenie_v_chyem_ranitsa/ (дата обращения: 27.11.2025).

2. Котельникова, В. В. Когнитивные аспекты осмысления смешанной речемыслительной деятельности международной коммуникации / В. В. Котельникова // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – № 7 (18). – Тамбов: Грамота, 2012. – С. 108–110.

КИБЕРБЕЗОПАСНОСТЬ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕСОМ

**Ананич А. Д., студент,
Савицкая Е. В., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: магистр техн. наук старший преподаватель Петровская Т. А.

Аннотация. В данной статье рассмотрим, что собой представляет кибербезопасность в информационных системах управления бизнесом. Проанализируем ключевые инструменты безопасности – от обучения сотрудников и фильтрации трафика до регулярных обновлений и контроля доступа.

Кибербезопасность – это практика защиты систем, сетей и данных от любых форм цифровых атак. Целью этих атак обычно является доступ к конфиденциальной информации, ее изменение или уничтожение, вымогательство денег с помощью программ-вымогателей или нарушение повседневных бизнес-процессов. с ростом числа устройств и уровня подключения к Интернету растут и связанные с ними риски. Поэтому внедрение мер кибербезопасности стало необходимостью для предотвращения подобных вторжений и обеспечения безопасности ваших данных [1].

Кибербезопасность защищает бизнес-данные и информацию о клиентах, которые являются ключевыми факторами бесперебойной работы бизнеса. Неотъемлемыми элементами кибербезопасности для бизнеса являются:

1. Резервное копирование данных: регулярно создавайте резервные копии критически важных данных и систем, чтобы в случае атаки, например, программ-вымогателей, можно было восстановить информацию.

2. Шифрование данных: Используйте шифрование для защиты конфиденциальных данных как в покое, так и в движении, что поможет предотвратить доступ к ним со стороны злоумышленников.

3. Многофакторная аутентификация (MFA): внедрите многофакторную аутентификацию для всех учетных записей, чтобы повысить безопасность при входе в систему и снизить вероятность несанкционированного доступа.

4. Политики безопасности: Разработайте и внедрите четкие политики безопасности, которые будут описывать допустимые действия сотрудников с информацией и технологиями.

5. Мониторинг и аудит: Осуществляйте постоянный мониторинг сетевой активности и проводите регулярные аудиты безопасности для выявления и устранения уязвимостей.

6. Учебные симуляции: проводите регулярные симуляции кибератак или фишинговых угроз, чтобы подготовить сотрудников к действию в случае реальной угрозы.

7. Обновления антивируса и вредоносного ПО: регулярно обновляйте антивирусное и вредоносное ПО, чтобы защитить себя от новых угроз [1].

Кибербезопасность важна для бизнеса, поскольку кибератаки могут иметь серьезные последствия, такие как финансовые потери, ущерб репутации и сбои в работе.

Для бизнеса кибербезопасность подразумевает защиту не только собственных активов компании, но и данных и другой конфиденциальной информации ее клиентов. В этом смысле кибербезопасность функционирует через многоуровневую систему защиты, включающую людей, процессы и технологии.

Люди – должны быть обучены выявлять попытки фишинга, использовать надежные пароли и следовать протоколам безопасности высокого уровня.

Процессы – компании должны иметь структурированные планы по выявлению, защите и восстановлению после кибератак.

Технологии – использование брандмауэров, антивирусного программного обеспечения и шифрования для защиты устройств, сетей и облачных систем [2].

Для того чтобы защитить свой бизнес от киберпреступности необходимо изучить свои данные, определяя тип и объем данных, с которыми работает ваша компания, чтобы точно оценить ее потребности в безопасности. Регулярно выполняйте резервное копирование, убеждаясь, что все важные данные и файлы регулярно резервируются на защищенном сервере на случай потенциальной утечки. Предоставьте доступ к конфиденциальным данным только необходимому персоналу. Это снизит риск разглашения. Обучайте персонал распознавать попытки фишинга и социальной инженерии, тем самым укрепляя первую линию защиты от таких нарушений. Проверка биографических данных сотрудников поможет снизить внутренние угрозы. Поддерживайте актуальность программного обеспечения; необходимо периодически обновлять системное ПО. Устанавливайте свежие исправления безопасности и самые последние версии программного обеспечения. Инвестиции в цифровую безопасность приносят бизнесу множество преимуществ: от снижения вероятности утечек данных и успешных кибератак до создания репутации надежного и безопасного поставщика.

Соблюдение нормативных требований позволит избежать риска манипуляций и штрафов. А чрезвычайные меры помогают предотвращать проблемы, связанные с бизнес-процессами, и связанные с ними атаки на сеть. Таким образом, цифровая безопасность крайне важна для любого бизнеса любого размера: в условиях постоянно растущего уровня киберугроз внедрение эффективных мер кибербезопасности для обеспечения безопасности бизнеса становится необходимостью. Будь то защита конфиденциальной информации или обеспечение непрерывности работы, инвестиции в кибербезопасность гарантируют долгосрочный успех бизнеса. Поэтому, если вы хотите укрепить безопасность своего бизнеса, рассмотрите такие варианты, как бизнес-кредит, для финансирования необходимых улучшений.

В заключение следует отметить, что кибербезопасность жизненно важна для компаний любого типа и размера. В связи с ростом киберпреступности компаниям необходимо принимать эффективные меры безопасности для защиты своих активов и данных. Будь то защита конфиденциальной информации или обеспечение непрерывности работы, инвестиции в кибербезопасность гарантируют долгосрочный успех бизнеса.

Список использованных источников

1. Роль владельца бизнеса в обеспечении кибербезопасности: делегировать нельзя контролировать. – URL: https://www.nic.ru/help/rol6-vladel6ca-biznesa-v-obespechenii-kiberbezopasnostidelegirovat6nel6zyakontrolirovat6_14075.html?utm_source=google.com&utm_medium=organic&utm_campaign=google.com&utm_referrer=google.com (дата обращения: 28.11.2025).

2. Ларионова, Н. Кибербезопасность в бизнесе – игнорировать нельзя использовать / Н. Ларионова. – URL: <https://incruassia.ru/understand/kiberbezopasnost-v-biznese-riski/> (дата обращения: 28.11.2025).

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ АРХИТЕКТУРЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА БИЗНЕС-МОДЕЛИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОННОЙ ЭКОНОМИКИ

Андриевская В. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р экон. наук, профессор Беляцкая Т. Н.

Аннотация. Рассмотрены подходы к проведению исследования по влиянию технологий искусственного интеллекта на бизнес-модели малых и средних предприятий. Представлена разработанная блок-схема архитектуры исследования, элементы которой определяют ключевые этапы организации исследования по данной проблематике.

В условиях электронной экономики процессы диджитализации радикально меняют традиционные бизнес-модели и системы управления малыми и средними предприятиями. В настоящее время скорость прогресса и практического применения систем искусственного интеллекта (ИИ) существенно превышает уровень теоретической базы и методологических инструментов, предназначенных для управления процессами цифровой трансформации на предприятиях, а появление генеративных моделей ИИ обуславливает необходимость переосмысления существующих управленческих подходов в бизнес-моделировании. Объект исследования – бизнес-модели малых и средних предприятий. Предметом исследования является влияние искусственного интеллекта на бизнес-модели малых и средних предприятий. Цель исследования – изучение влияния искусственного интеллекта на бизнес-модели малых и средних предприятий в условиях электронной экономики. Задачи исследования:

- исследовать проблематику в ходе аналитического обзора литературы;
- провести анализ влияния искусственного интеллекта на бизнес-модели малых и средних предприятий в условиях электронной экономики;
- сформировать современную концептуальную бизнес-модель малых и средних предприятий, интегрирующую в себя технологии искусственного интеллекта.

Рабочая гипотеза исследования заключается в необходимости исследования влияния ИИ на бизнес-модели малых и средних предприятий в условиях электронной экономики с учетом современных технологических возможностей ИИ. Для достижения поставленной цели и решения обозначенных задач будут использоваться методы системного и ситуационного анализа, методы эмпирического исследования, методы экспертных оценок, графические методы. Изучение процессов применений технологий ИИ в управлении бизнес-операциями охватывает широкий спектр научного поиска среди ученых и разработчиков по всему миру. Для лучшего понимания проблемы обратимся к литературным источникам. Так согласно исследованиям [1] на рубеже XX–XXI веков эволюция подходов к цифровой трансформации бизнеса прошла 4 этапа:

- первый этап отмечается в период с 1990 по 2000 годы: доминирующий подход «Автоматизация»: ключевые технологии периода это ERP и CRM, а фокус преобразований направлен на рационализацию внутренних процессов;
- второй этап датируется периодом 2000–2010 гг. и имеет название «Информатизация»: через веб-технологии и технологии электронной коммерции акцент делается на развитие цифровых каналов;

– третий этап на рубеже 2010–2020 гг. характеризуется как «Цифровизация»: объект внимания устремлен на создание цифровых продуктов с использованием мобильных технологий и облачных вычислений;

– четвертый этап с 2020 года и по настоящее время, характеризуется доминирующим подходом «Цифровая трансформация»: ключевая технология этого периода – это искусственный интеллект, а фокус преобразований направлен на построение цифровых экосистем. Современные организации все чаще используют системы искусственного интеллекта как эффективное средство улучшения бизнес-процессов. Он обладает широким спектром возможностей: от автоматизации повторяющихся операций до открытия новых путей развития для предприятия. При широком взгляде ИИ эффективно решает основную задачу классического бизнеса: увеличение прибыли за счет снижения издержек. Однако успешная интеграция ИИ в бизнес-модель организации зависит от устранения существующих барьеров в рассматриваемой организации, например таких как нехватка компетенций, высокая стоимость внедрения и сложность адаптации сотрудников к новым технологиям [2]. Эти обстоятельства подчеркивают востребованность проведения исследований по выбранной тематике. На рисунке 1 представлена разработанная блок-схема архитектуры исследования по влиянию искусственного интеллекта на бизнес-модели малых и средних предприятий в условиях электронной экономики.

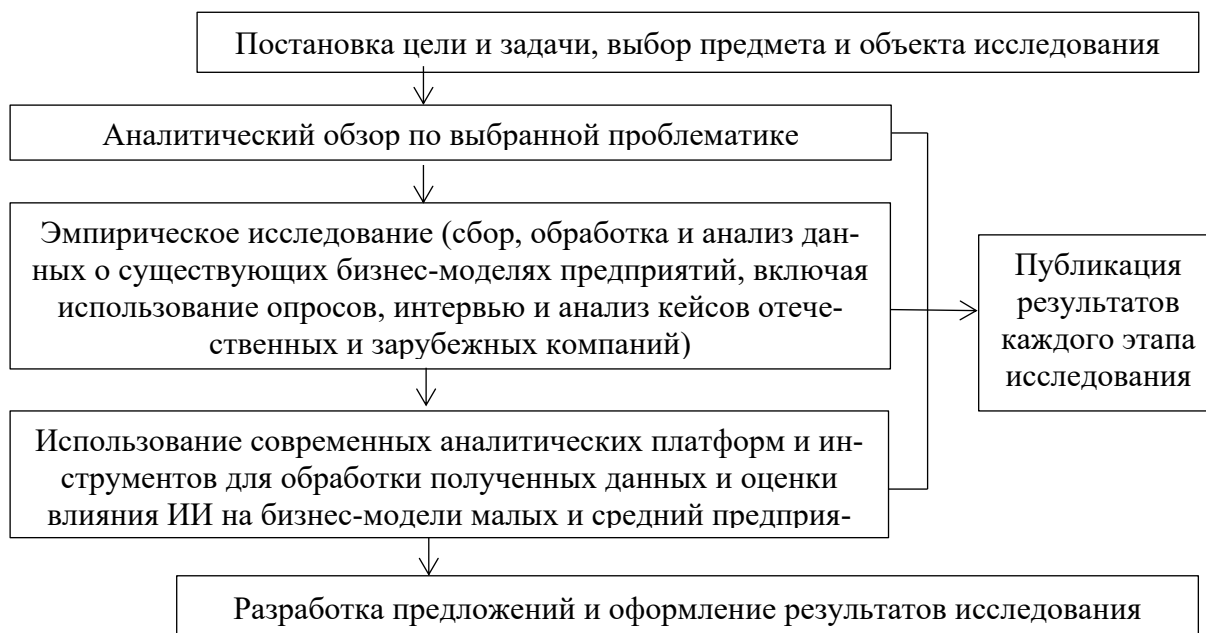


Рис. 1. Блок-схема архитектуры исследования

Данная схема разработана с учетом современных вызовов ИИ для бизнеса и отражает ключевые этапы организации авторского исследования по данной проблематике.

Список использованных источников

1. Скворцова, Н. А. Цифровая трансформация бизнес-процессов на основе технологий искусственного интеллекта (российский и международный опыт) / Н. А. Скворцова, А. В. Захаров, И. И. Булатов // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15. – № 1. – С. 131–152. – URL: <https://1economic.ru/lib/122526> (дата обращения: 26.11.2025).

BIG DATA В БУХГАЛТЕРСКОМ УЧЕТЕ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ФИНАНСОВОЙ АНАЛИТИКИ

Андриевская П. Н., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Веренич Г. Д.

Аннотация. Статья рассматривает современные подходы к бухгалтерскому учету в условиях цифровизации. Big Data становится ключевым инструментом при анализе финансовых данных, позволяя обрабатывать большие объемы информации и создавать прогнозные модели.

В современном цифровом пространстве происходит незаметная, но мощная трансформация экономики. Финансовая информация не только фиксирует числовые данные, но и занимается своего рода их прогнозированием на основе анализа текущих данных.

Огромные объемы структурированных и неструктурированных данных, генерируемых практически ежесекундно в цифровом мире, называются большими данными или Big Data [1]. Они могут поступать из таких источников как:

- Транзакционные данные (продажи, покупки, платежи, поступления и др.).
- Оперативные данные (информация производственных систем, цепочек поставок, CRM-систем и ERP платформ).
- Внешние данные (тенденции рынка, экономические показатели).
- Интернет вещей – IoT (информация с подключенных, носимых устройств и датчиков).
- Данные веб-сайтов (аналитика трафика, взаимодействие с пользователями и тенденции онлайн-продаж).
- Данные о партнерстве (информация, передающаяся посредством сотрудничества, транзакций с поставщиками и финансовых соглашений).

Из-за того, что Big Data определяется как совокупность данных, которые слишком велики или сложны для анализа с помощью стандартных баз данных или электронных таблиц, они идеально соответствуют типу данных, с которыми может сталкиваться бухгалтерия. Благодаря растущему использованию больших данных в бизнесе, специалисты по бухгалтерскому учету получили доступ к более ценной информации из больших массивов данных.

Анализ больших данных позволяет бухгалтерам получить более глубокое представление о деятельности клиентов для принятия обоснованных решений, что в конечном счете ведет к улучшению финансового прогнозирования, усовершенствованному управлению рисками и более точной финансовой отчетности [2].

Финансовые организации рискуют сделать неправильный выбор, полагаясь на интуицию в своих будущих проектах. Они часто упускают из виду, что в современных условиях в экономике изменения происходят достаточно быстро, поэтому то, что актуально при предложении их продукта или услуги, может не соответствовать текущим рыночным трендам. Поэтому в финансовой отрасли возникает необходимость внедрить аналитику больших данных для более эффективного принятия решений и возможности быстро выявлять новые бизнес-перспективы.

Большие данные, как правило, эффективны в бухгалтерском учете. Самое важное изменение, привносимое большими данными в бухгалтерский учет – это возможность анализировать экономические показатели в реальном времени. Специалисты получают

доступ к работе с самой актуальной информацией, и им не придется ждать окончания отчетного периода для составления отчета.

Анализ больших данных способствует выявлению мошеннических действий, помогает вычислять подозрительные закономерности и необычные отклонения в операциях. Соответственно есть возможность вовремя пресечь неблагоприятные операции и в результате снизить риски финансовых махинаций.

Внедрение Big Data сокращает объем рутинной работы, связанной с обработкой документов и формированием отчетов, при этом повышается продуктивность сотрудников и уменьшается риск человеческого фактора. Организации, которые используют в своей работе большие данные, могут предоставлять более подробные и персонализированные отчеты клиентам и партнерам, тем самым быть более конкурентоспособными.

Big Data предоставляет информацию не только о финансовых показателях, параллельно с ними представляются социальные, экологические и другие показатели. Ввиду учета нефинансовых показателей формируется более комплексная отчетность. Несмотря на преимущества внедрения больших данных в бухгалтерский учет, в их использовании есть и определенные недостатки.

Во-первых, для использования больших данных требуется установка серьезной технической базы и специальное обучение сотрудников. Не каждая организация может позволить инвестировать средства в современное программное обеспечение, оборудование и обучение персонала. Во-вторых, данные часто поступают неструктурированными и требуют тщательной фильтрации и настройки алгоритмов. Ошибки на начальных этапах настройки алгоритмов или некорректная интерпретация данных могут привести к искажению отчетности и принятию неверных управленческих решений. В-третьих, большие данные являются уязвимой и критичной информацией для организации. В сетевой среде большие данные подвержены рискам утечки информации, уязвимостям в системах и вирусным атакам. Особую угрозу представляют неструктурированные данные, которые могут содержать в себе скрытые угрозы. Из этого следуют дополнительные затраты на укрепление мер защиты. Следующим пунктом являются юридические и этические вопросы. Большие данные предполагают сбор различной информации о клиентах. с одной стороны, это помогает повысить качество финансовых услуг за счет кастомизации. с другой стороны, увеличиваются риски ненадлежащего использования персональных данных и необходимость их защиты. Любое потенциальное ненадлежащее использование больших данных и недостаточная информационная безопасность могут подорвать доверие потребителей в долгосрочной перспективе [3].

Таким образом, при внедрении больших данных в бухгалтерский учет следует подходить комплексно и правильно планировать использование потенциала больших данных, грамотно учитывая преимущества (возможность принятия обоснованных решений и создания новых возможностей) и недостатки (защита конфиденциальности и высокая стоимость внедрения).

Список использованных источников

1. Big Data in Accounting // FinancialCents. – 2025. – URL: <https://financialcents.com/ai-accounting-terms/big-data-in-accounting/> (date of access: 20.11.2025).
2. Demetriou, N. The Importance of Big Data in Accounting // ICSLearn. – 2023. – URL: <https://www.icslearn.co.uk/blog/accountancy/the-importance-of-big-data-in-accounting/> (date of access: 20.11.2025).
3. Использование Больших данных в финансовом секторе и риски финансовой стабильности // Банк России. – 2021. – URL: https://www.cbr.ru/Content/Document/File/131359/Consultation_Paper_10122021.pdf (дата обращения: 28.11.2025).

БОЛЬШИЕ ЯЗЫКОВЫЕ МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНЫХ КЕЙСОВ ДЛЯ ДИСЦИПЛИНЫ «РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ПО»

Анцыпов Н. А., ст. преподаватель

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Большие языковые модели позволяют быстро создавать множество вариативных учебных кейсов для разработки и анализа требований, включая как корректные, так и проблемные формулировки, что компенсирует нехватку реальных спецификаций и ограниченное учебное время, а также снижает повторяемость решений и повышает качество практической подготовки студентов.

Дисциплина «Разработка и анализ требований» важна в подготовке специалистов в области программной инженерии (как инженеров-программистов, так и менеджеров) т. к. исследования в области инженерного образования и стандарты, используемые в индустрии, говорят, что работа с требованиями является важным этапом жизненного цикла ПО и базовой компетенцией для разработчиков, аналитиков и тестировщиков, а ошибки, допущенные на ранних этапах, остаются наиболее затратными для исправления в дальнейшем [1].

Сложности в освоении дисциплины связаны с ограниченным объемом практики (в таблице 1 приведена информация о часах изучения дисциплины «Разработка и анализ требований к ПО» из учебных планов подготовки специалистов по нескольким специальностям различных направлений и уровней образования).

Таблица 1 – Часы отведенные на изучение дисциплины

Специальность (профилизация)	Часов всего	Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа
7-06-0412-01 «Менеджмент» (профилизация «Информационные технологии», дневная магистратура)	108	16	20	72
6-05-0612-01 «Программная инженерия» (заочная, бакалавр)	120	6	10	112
6-05-0612-01 «Программная инженерия» (дневная, бакалавр)	120	32	24	65

Представленное количество часов не позволяет организовать работу с широким спектром примеров и обеспечить достаточную практику анализа требований в разных условиях.

Подготовка учебных кейсов по требованиям сталкивается с рядом ограничений т. к. доступ к реальным спецификациям в большинстве случаев закрыт (корпоративные документы защищены соглашением о неразглашении и/или представляют собой «коммерческую тайну»), поэтому преподавателю приходится формировать примеры самостоятельно, что неизбежно снижает их разнообразие и приводит к повторению уже используемых сценариев. Типовые варианты как интернет-магазин, система обработки заказов и т. д. давно утратили учебную новизну и уже рассмотрены в большинстве рекомендуемой литературы, а примеры некорректных или проблемных формулировок требований в литературных источниках приведены в очень малом количестве хотя являются характерными для реальных проектов. Современные LLM (Large Language Model, большие

языковые модели) способны эффективно генерировать наборы требований в заданном шаблоне, терминологии и стиле.

Также языковые модели позволяют формулировать некорректные или проблемные требования. Противоречивые формулировки, неполные описания, двусмысленные конструкции или требования, нарушающие критерии проверяемости, – все это представляет значительную ценность для обучения и практически отсутствует в традиционных учебных примерах, но именно они позволяют отрабатывать ключевые навыки анализа требований – поиск неоднозначностей, выявление конфликтов, формирование уточняющих вопросов. Создавать такие примеры вручную сложно, а использование моделей позволяет получать их в достаточном объеме.

Кроме того, LLM позволяют на основе одного исходного кейса получить десятки модификаций, отличающихся составом стейкхолдеров, границами системы, функциональным объемом или уровнем требований без значительных временных затрат. В условиях ограниченного числа аудиторных часов это позволяет разным группам предоставить разные версии одного задания, что снижает вероятность распространения готовых решений и позволяет сохранить учебную ценность практики предоставив студентам учебные материалы приближенные к тем с которыми они столкнутся в профессиональной деятельности. Используя языковые модели, можно значительно экономить время, вместо 3–5 часов на ручное создание одного полноценного кейса, процесс сокращается до одной рабочей сессии при этом сохраняя такой же уровень согласованности и детализации. Преподавателю это дает возможность «быстро» формировать задания различного масштаба и сложности, а сэкономленное время направить на верификацию сгенерированного результата и более глубокую работу со студентами (проверку решений, разбор ошибок и развитие аналитического мышления). LLM не освобождают преподавателя от методического контроля. Генерируемые артефакты требуют проверки т. к. модель может предлагать формулировки, которые выглядят убедительно, но при анализе оказываются неполными, логически разорванными или выходящими за рамки исходной постановки. Полученные требования необходимо верифицировать и при необходимости корректировать, чтобы итоговый материал соответствовал уровню и целям курса. Использование больших языковых моделей позволяет компенсировать дефицит учебных материалов по разработке и анализу требований, возникающий из-за ограниченного учебного времени и недоступности реальных спецификаций. LLM дают возможность быстро формировать разнообразные, содержательные и методически полезные кейсы – как корректные, так и проблемные – и обеспечивают вариативность заданий, недостижимую при ручной подготовке. При корректной постановке запросов и последующей верификации результатов модели становятся эффективным инструментом расширения учебного пула, сохраняя при этом качество и реалистичность материалов и позволяя сосредоточить усилия преподавателя на аналитической работе со студентами.

Список использованных источников

1. Systems and software engineering – Life cycle processes – Requirements engineering : ISO/IEC/IEEE 29148:2018. – New York : Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, 2018.
2. Daun, M. A systematic literature review of requirements engineering education / M. Daun, A. M. Grubb, V. Stenkova [et al.]. – Requirements Eng. –2023. – № 28. – P. 145–175. – URL: <https://doi.org/10.1007/s00766-022-00381-9> (дата обращения: 28.11.2025).

**ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ
ЖКХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ****Атрошенко К. В., студент,****Шман Е. А., студент,****Зинчук С. А., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. В работе рассмотрены возможности применения технологии распределенного реестра (блокчейна) для модернизации энергетики и ЖКХ Республики Беларусь. Отмечены ключевые барьеры внедрения, связанные с необходимостью модернизации инфраструктуры, регуляторной базой и техническими ограничениями текущих блокчейн-сетей.

В условиях глобального энергетического перехода и роста сложности, который связан с децентрализацией и внедрением возобновляемых источников энергии, достаточно важным становится внедрение цифровых технологий для мониторинга и контроля. Технология распределенного реестра, а именно самая популярная его разновидность – блокчейн, выступает в качестве наиболее перспективной технологии, способной обеспечить необходимый уровень информационного обмена, мониторинга и управления в таких сложных сетях. Развитие цифровой экономики в Республике Беларусь базируется на Декрете Президента № 8 от 21 декабря 2017 года «О развитии цифровой экономики», который направлен на создание условий для внедрения в экономику технологии распределенного реестра. Парк высоких технологий является основной площадкой для проведения правового эксперимента новых правовых институтов [2]. Технология распределенного реестра (блокчейн) имеет значительный потенциал в энергетическом секторе, особенно в контексте перехода к децентрализованной генерации и использованию возобновляемых и местных источников энергии. Блокчейн может позволить продавцам и покупателям электрической и тепловой энергии напрямую взаимодействовать друг с другом без участия посредников. Также технология блокчейн может обеспечить автоматический мониторинг, отслеживание и запись информации, что обеспечивает прозрачность транзакций. Децентрализованная система может снизить издержки из-за отсутствия посредников. Для успешного внедрения блокчейна требуется использование умных контрактов, который представляют собой машинные алгоритмы, автоматически исполняющие прописанные условия. Например, при избытке мощности умные контракты могут автоматически обеспечивать зарядку накопителей, а при нехватке – подачу энергии из накопителей потребителям [2]. Также Беларусь активно реализует программы по энергосбережению с целью вовлечения в топливно-энергетический сектор собственных ресурсов, включая возобновляемые и местные источники энергии. На объектах, которые используют местные виды топлива, уже внедряются автоматизированные системы мониторинга и учета энергоресурсов (АСУ). Внедрение блокчейна на уровне АСУ может позволить реализовать моментальную оплату и автоматизированное ограничение потребления электрической и тепловой энергии [1]. Цифровизация ЖКХ является приоритетным направлением. Блокчейн может позволить создать архив всех данных фактурирования, связанных с потреблением энергии. Так как блокчейн практически невозможно изменить без согласования всех участников сети, неизменяемость транзакций в нем помогает разрешать споры среди участников рынка и обеспечить обязательное выполнение транзакций. Блокчейн может упростить управление услугами, обеспечивая

надежный и конфиденциальный пул данных. Его невозможно оспорить, в итоге чего могут снизиться издержки, которые могут обеспечить снижение энергетических счетов для некоторых видов потребителей. Технология распределенного реестра способствует повышению платежной дисциплины, так как услуги являются prepaid. Блокчейн может открыть новые возможности для получения доходов местными органами власти и создания местной добавленной стоимости, путем облегчения и управления P2P-транзакциями. В Беларуси существует ряд проблем, связанный с передачей электроэнергии. Например, в Республике Беларусь тариф на электроэнергию для всех граждан практически одинаковый. Однако некоторые потребители живут далеко от станции, некоторые ближе, но тариф для них не меняется, хотя при увеличении расстояния увеличиваются издержки на транспортировку энергии. Таким образом, если тариф будет разным для потребителей, которые живут на разных расстояниях к электростанциям, это будет очень выгодно для государства. Блокчейн и смарт-контракты могут обеспечить разные тарифы. Смарт-контракты будут сами отслеживать, на какое расстояние транспортируется электроэнергия, а также сами показывать тариф. Таким образом, Республика Беларусь обладает хорошей правовой системой для масштабного внедрения блокчейна в энергетику и ЖКХ. Декрет № 8, легализовавший блокчейн и умные контракты, это подтверждает. В энергетике блокчейн выступает необходимым инструментом для децентрализованной системы, позволяя эффективно управлять потоками энергии от возобновляемых источников энергии и местных видов топлива. Смарт-контракты могут обеспечить автоматизацию управления сетями и баланса спроса и предложения. В сфере ЖКХ блокчейн гарантирует прозрачность автоматизированной системы расчетов, повышение платежной дисциплины и снижение операционных издержек, что создает большой потенциал для модернизации услуг [3]. Однако Республика Беларусь сталкивается с рядом вызовов, из-за которых блокчейн не может быть внедрен быстро и во все отрасли. Самая главная причина – это значительные инвестиции, так как требуется полностью модернизировать инфраструктуру. Также сегодня не существует строгих правил и регламентов, которые позволят регулировать потребителей, использующих технологию распределенного реестра и смарт-контракты. Также большими проблемами являются технические, которые связаны с пропускной способностью сети блокчейн, особенно при использовании смарт-контрактов. Они обрабатывают и отправляют большой объем данных в блокчейн и еще при высокой нагрузке на сеть, операции и транзакции могут обрабатываться достаточно долго. Также с решением данных проблем может помочь государственная поддержка.

Список использованных источников

1. В России строится платформа управления энергетикой на блокчейне // *E²nergy: энергетика Евразии и мира*. – URL: <https://eenergy.media/news/21438> (дата обращения: 29.11.2025).
2. О развитии цифровой экономики: Декрет Президента Республики Беларусь от 21 декабря 2017 г. № 8: в ред. от 18 марта 2021 г. № 1 // ЭТАЛОН: информ.-поисковая система (дата обращения: 29.11.2025).
3. Оганезов, И. А. Перспективные возможности блокчейна для эффективного использования местных энергетических ресурсов на сельских территориях Республики Беларусь / И. А. Оганезов, Н. В. Щербина, А. В. Буга // *BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня: материалы VII Международная науч.-практ. конференция, Минск, 19–20 мая 2021 г. / Белорусский государственный аграрный технический университет [и др.]*. – Мн., 2021. – С. 287–298. – URL: <https://top-technologies.ru/article/view?id=37933> (дата обращения: 29.11.2025).

МАЛЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КАК ДРАЙВЕР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА И РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРИИ БЕЛАРУСИ

Бакевич Л. О., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Жудро Н. В.

Аннотация. В работе рассматривается роль малых инновационных предприятий (МИП) в развитии инженерии и экономического роста Беларуси. Показано, каким положительным эффектом обладают МИП, с какими проблемами сталкиваются, и какие направления поддержки позволяют усилить вклад МИП в экономику.

Конкурентоспособность экономики является одним из важнейших показателей для благосостояния страны. Инновационное развитие, являющееся стратегическим приоритетом Беларуси, модернизирует промышленность и укрепляет автономность, тем самым повышая конкурентоспособность. Важную роль в этом играют МИП, способные быстро реагировать на технологические изменения, создавая новые продукты и предлагая инженерные решения. МИП ускоряют трансфер и адаптацию технологий, реформируют существующие отрасли и стимулируют экономический рост. В международной практике МИП часто служат площадками для испытания технологий, сокращают инновационный цикл и снижают риски, становясь ключевым инструментом модернизации экономики.

Среди положительных эффектов, обусловленных развитием МИП, можно выделить:

1. Инновации как фактор промышленного развития. Промышленность является ведущей отраслью экономики Беларуси. В этих условиях МИП играют важную роль в технологическом обновлении, поскольку предлагают решения в сферах приборостроения, информационных технологий, электроники, биотехнологий, материаловедения и энергосбережения [1]. МИП активно вовлечены в проекты по внедрению технологических инноваций, которые повышают уровень технологичности производств, способствуют росту добавленной стоимости и увеличению объемов выпуска. Их деятельность способствует модернизации производства, снижению издержек, развитию экспортных компетенций и повышению производительности.

2. Диверсификация экономики и международная конкурентоспособность. Белорусская экономика традиционна ориентирована на крупные промышленные комплексы, однако МИП, функционируя в научно-технических парках, IT-кластерах и современных проектах с НАН Беларуси, способствуют диверсификации сегментов экономики, усиливая ее устойчивость. Более того, малые предприятия приносят в национальную экономику механизмы быстрого реагирования на внешние изменения – фактор, особенно важный в условиях ограничений на экспорт и трансформации глобальных цепочек поставок.

3. Рост человеческого капитала и занятости. МИП создают рабочие места для инженеров, исследователей и специалистов в области высоких технологий. Тем самым они снижают риск «утечки мозгов» и создают среду для профессионального роста внутри страны. Также малые предприятия нередко становятся первой ступенью в карьерной лестнице молодых специалистов, формируя инновационно-ориентированную культуру и предпринимательское мышление.

В связи с этим, государство проводит свою политику и выстраивает инфраструктуру поддержки МИП. В Беларуси действует система институтов инновационной инфраструктуры, включающая технопарки, бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий. МИП, размещенные на их базе, получают возможность к снижению стартовых затрат, доступ к оборудованию, консультационную и образовательную поддержку.

Однако финансирование остается одной из ключевых проблем. Исследования показывают, что большинство МИП функционируют за счет собственных средств и испытывают потребность в дополнительных механизмах государственной поддержки. Важным аспектом является формирование эффективного организационно-экономического механизма создания МИП. Разработанные рекомендации включают алгоритм запуска предприятия, который акцентирует внимание на маркетинговом анализе, определении рыночных потребностей и снижении рисков разработки продукта.

Для развития МИП необходимо совершенствовать нормативную и инвестиционную среду, а именно: упрощать налоговую документацию, стимулировать венчурное финансирование, привлекать иностранные инвестиции и увеличивать роль частного сектора. Исследователи подчеркивают необходимость комплексной реформы в сфере инновационного предпринимательства и развития инновационных инфраструктур. Также важным аспектом является подготовка кадров – введение образовательных программ по инновационной экономике и предпринимательству, так как формирование компетенций у обучающихся и студентов способствует росту числа специалистов, способных создавать МИП.

Беря во внимание международный контекст, основываясь на «OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2025», стоит отметить, что мир переживает фазу ускоренной технологической конвергенции и ужесточения геополитической конкуренции. Для стран с ограниченными ресурсами, но сильной научной школой, каковой является Беларусь, ключевыми направлениями развития становятся гибкость научных систем и способность малого бизнеса внедрять новые технологии быстрее, чем крупные корпорации.

Международная практика показывает, что инновации часто концентрируются среди небольшого числа лидеров. Чтобы увеличить их влияние, необходимо стимулировать участие широкого круга МИП. OECD рекомендует расширять диффузию технологий и вовлекать региональные предприятия в инновационную экономику. Для Беларуси это означает необходимость развития инфраструктуры в областях и районах, что усилит территориальную интеграцию и позволит создать сеть МИП по всей стране.

Следует также отметить, что при введении и развитии МИП существуют следующие барьеры: финансовые ограничения и недостаток венчурного капитала, недостаточная интеграция науки и бизнеса, слабый трансфер технологий, региональное неравенство инновационной активности, кадровый дефицит в инженерных специальностях.

Для преодоления данных барьеров и успешного функционирования МИП можно выделить главные направления развития: создание и стимулирование комплексной инновационной политики, направленной на поддержку МИП, усиление финансовых механизмов (грантов, налоговых стимулов, венчурных фондов), расширение инновационной инфраструктуры и числа инженерных лабораторий, развитие региональных инновационных экосистем, стимулирование сотрудничества университетов и МИП, мобильность ученых и исследователей.

Таким образом, МИП имеют потенциал к становлению весомым драйвером развития инженерии и экономического роста в целом в Беларуси, благодаря гибкости, быстрому внедрению технологий и ориентации на новые рынки. Для раскрытия данного потенциала необходима системная поддержка и комплексный подход к развитию инноваций.

Список использованных источников

1. Стома, Н. В. Инновационное развитие промышленности Республики Беларусь / Н. В. Стома. – Т. 1. – Мн.: НАН Беларуси, 2024. – С.778–782.

**ИНЖЕНЕРНАЯ ЭКОНОМИКА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: ОЦЕНКА
ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ****Барышкова Е. А., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Миронович А. А.

Аннотация. Инженерная экономика рассматривает эффективность внедрения «зеленых» технологий. Анализируется их экономическая целесообразность и влияние на устойчивое развитие. Выводы подтверждают значимость интеграции экологических решений для долгосрочной стабильности.

Современные вызовы, связанные с изменением климата и истощением природных ресурсов, требует поиска новых моделей экономического развития. Инженерная экономика, как дисциплина, объединяющая технические и финансовые аспекты, играет важную роль в оценке эффективности «зеленых» технологий. Устойчивое развитие предполагает баланс между экономическим ростом, социальной справедливостью и экологической безопасностью [1].

Инженерная экономика представляет собой дисциплину на стыке техники и финансов, ориентированную на оценку затрат, выгод и рисков при внедрении новых технологий с учетом принципов альтернативности, временной стоимости денег и оптимизации. Концепция устойчивого развития предполагает баланс трех компонентов – экономического роста, экологической безопасности и социальной справедливости, что требует интеграции экологических и социальных факторов в экономические расчеты. «Зеленые» технологии включают возобновляемую энергетику, энергоэффективные материалы, циркулярные производственные циклы и цифровые системы управления ресурсами, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду и повышение эффективности. В совокупности инженерная экономика и устойчивое развитие формируют основу для доказательства того, что экологические инновации не только полезны для природы, но и выгодны для экономики, обеспечивая долгосрочную стабильность и конкурентоспособность [1].

Оценка экономической целесообразности «зеленых» технологий в экономике базируется на сочетании финансовых и экологических методов анализа. В первую очередь применяются классические инструменты инвестиционного анализа: расчет чистой приведенной стоимости (NVP), внутренней нормы доходности (IRR) и срока окупаемости, позволяющие определить эффективность вложений в долгосрочной перспективе. Эти показатели дополняются анализом жизненного цикла (LCA), который учитывает затраты и выгоды на всех стадиях существования технологии – от производства и эксплуатации до утилизации. Такой подход позволяет выявить скрытые издержки и преимущества, связанные с экологическим воздействием и социальными эффектами [2].

Важным элементом методологии является сравнительный анализ альтернативных решений, где традиционные технологии сопоставляются с «зелеными» по критериям затрат, рисков и устойчивости. При этом учитываются факторы неопределенности, такие как колебания цен на энергоносители, изменения нормативной базы и возможные экологические штрафы. Дополнительно в расчеты включаются показатели ESG (Environmental, Sosial, Governance), отражающие устойчивость бизнеса и его соответствие международным стандартам. Таким образом, методология оценки строится на комплексном подходе, который объединяет финансовую эффективность, экологическую результативность и социальную значимость, обеспечивая объективное обоснование внедрения «зеленых»

технологий [2]. Рассмотрение реальных примеров позволяет наглядно показать экономическую целесообразность экологически ориентированных решений. Первым примером являются солнечные электростанции. Несмотря на высокие капитальные затраты на установку панелей и инфраструктуры, долгосрочные выгоды выражаются в снижении эксплуатационных расходов и возможности продажи избыточной энергии в сеть. В странах с развитой системой «зеленых тарифов» срок окупаемости составляет 5–7 лет, после чего проект приносит чистую прибыль. Вторым примером является энергоэффективное строительство. Здания, построенные с применением современных теплоизоляционных материалов и «умных» систем управления энергопотреблением, демонстрируют снижение расходов на отопление и кондиционирование до 40 %. Дополнительным преимуществом является рост рыночной стоимости недвижимости, что делает такие проекты привлекательными для инвесторов. Третий пример – это циркулярная экономика и переработка отходов. Компании, внедряющие замкнутые производственные циклы, сокращают затраты на сырье и минимизируют расходы на утилизацию. Например, переработка пластика и металлов позволяет снизить зависимость от внешних поставщиков и формирует положительный имидж предприятия, соответствующий ESG-стандартам. Следующим примером является ветроэнергетика. Ветропарки требуют значительных инвестиций, но обеспечивают стабильное производство энергии при низких эксплуатационных расходах. В регионах с благоприятными климатическими условиями срок окупаемости составляет 8–10 лет, а дальнейшая эксплуатация приносит устойчивый доход. И, наконец, пятый пример – цифровые технологии управления энергопотреблением. Внедрение «умных» сетей (smart grids) и систем мониторинга позволяет оптимизировать распределение энергии, снижая потери и повышая эффективность использования ресурсов. Такие решения особенно актуальны для крупных промышленных предприятий и городских инфраструктур [3]. Внедрение «зеленых» технологий сопровождается рядом закономерностей. Во-первых, стартовые инвестиции в экологически ориентированные решения, как правило, выше по сравнению с традиционными технологиями. Однако долгосрочные выгоды выражаются в снижении эксплуатационных расходов, повышении энергоэффективности и уменьшении зависимости от внешних поставщиков ресурсов [3]. Во-вторых, экологические инновации способствуют росту конкурентоспособности предприятий. Компании, внедряющие возобновляемые источники энергии или системы переработки отходов, получают не только экономический эффект, но и формируют положительный имидж, соответствующий международным стандартам устойчивого развития и ESG-критериям. Это облегчает доступ к инвестициям и кредитным ресурсам [2]. В-третьих, социальный эффект внедрения «зеленых» технологий проявляется в создании новых рабочих мест, повышении качества жизни и формировании культуры рационального потребления. Таким образом, экономическая целесообразность экологических инноваций выходит за рамки чисто финансовых показателей и охватывает более широкий спектр устойчивых преимуществ [3]. В совокупности результаты подтверждают, что интеграция «зеленых» технологий обеспечивает долгосрочную стабильность производственных систем, снижает риски, связанные с изменением климата и нормативными ограничениями, и формирует основу для устойчивого развития экономики.

Список использованных источников

1. Гусев, А. А. Инженерная экономика: учебник для вузов / А. А. Гусев. – М. : Юрайт, 2020. – 412 с.
2. Соловьева, И. А. Экономическая оценка возобновляемых источников энергии / И. А. Соловьева // Экономика и управление. – 2020. – № 4. – С. 45–53.

ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕТОДОЛОГИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: ПЕРЕХОД ОТ СТАТИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ К АДАПТИВНЫМ AI-ПОДХОДАМ

**Бичко А. Д., студент,
Никитина М. Д., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Веренич Г. Д.

Аннотация. В работе рассматривается, как цифровизация влияет на подходы к инженерно-экономическому обоснованию проектов. Показано, что традиционные статические методики уже не отражают реальной динамики современной экономики. Обосновывается необходимость перехода к гибким AI-системам, которые способны обновлять расчеты в режиме реального времени.

Цифровая экономика развивается настолько быстро, что многие классические инструменты анализа уже физически не успевают за изменениями. Бизнес-процессы становятся сложнее, данные – разнообразнее, а прогнозы – менее стабильными. На этом фоне традиционная методология инженерно-экономического обоснования проектов, построенная на фиксированных параметрах и жестких предположениях, начинает давать сбои.

Главная проблема заключается в том, что такие модели статичны: они опираются на прошлые данные и предполагают, что внешняя среда остается относительно стабильной. В реальности цифровой рынок меняется за месяцы, а иногда и за недели, поэтому оценка инвестиций по старым правилам часто оказывается неточной или устаревшей еще до завершения расчетов.

В условиях быстроменяющихся рынков появляется необходимость оценивать не только экономические показатели, но и способность проекта адаптироваться, например, скорость реакции на изменение спроса, гибкость ресурсной структуры, вероятность успешного масштабирования, адаптивность бизнес-модели к цифровым платформам. Эти параметры невозможно оценить классическими методами, но их можно моделировать в AI-системах [1].

Классическое инженерно-экономическое обоснование проекта базируется на прогнозах денежных потоков и вероятностных оценках рисков. Но в условиях цифровой трансформации можно столкнуться не только с рисками, но и с неопределенностью, которую невозможно уложить в математически «аккуратные» модели.

Особенно сложно анализировать проекты, где ключевую роль играют сетевые эффекты: рост пользовательской базы, расширение экосистемы, изменения поведения участников платформы. Такие процессы развиваются нелинейно.

Внедрение динамических AI-систем приводит к целому ряду последствий для практики управления проектами. Рассмотрим разницу экономиста и новых технологий.

В настоящее время экономист перестает быть просто аналитиком и превращается в интегратор: он должен понимать принцип работы цифровых платформ, разбираться в потоковых данных, участвовать в разработке симуляционных моделей, консультировать инженеров и IT-специалистов по вопросам ценности и эффективности.

Новые технологии открывают следующие возможности: автоматизацию расчетов инженерно-экономического обоснования проекта для больших портфелей проектов, ментальное выявление экономических отклонений, «самообучающиеся» инвестиционные модели, оценку проектов, основанных на алгоритмах, которые сами меняют свою логику со временем (например, рекомендательные системы).

Еще одним дополнительным перспективным вектором является интеграция ESG-метрик. В современных условиях все больше инвесторов оценивают не только экономическую, но и экологическую, социальную и управленческую устойчивость проектов. AI-системы могут автоматически анализировать: углеродный след производства, социальный эффект внедрения технологий, соответствие корпоративным стандартам устойчивости. Классические инженерно-экономические обоснования – это выполнять не способны.

Еще один важный момент в переходе к AI-системам – распространение гибких методологий разработки (например, Agile). Продукт и бизнес-логика меняются по ходу проекта, поэтому пытаться заранее расписать финансовые показатели на годы вперед становится бессмысленно. Экономисту приходится учитывать постоянную эволюцию продукта, а не работать с зафиксированной моделью.

В ответ на эти вызовы формируется новая логика инженерно-экономического анализа – переход от статичных моделей к динамическим системам на базе искусственного интеллекта.

Идея заключается в создании своего рода «живого» цифрового двойника проекта, который автоматически обновляется при появлении новых данных.

Переход к динамическим AI-системам серьезно изменяет роль экономиста-инженера. Он становится не просто специалистом по расчетам, а проектировщиком аналитических систем, работающих с большими массивами данных. Это требует новых знаний: понимания основ машинного обучения, методов обработки данных и цифровой архитектуры.

Проведенный анализ показывает, что методология инженерно-экономического обоснования должна адаптироваться к реалиям цифровой экономики. Статические модели уже не отражают сложность современных процессов, и потому все большее значение приобретают динамические AI-подходы [2].

Концепция системы инженерно-экономического обоснования нового поколения позволяет преодолеть ограничения традиционных методов и формирует основу для более обоснованных инвестиционных решений. В дальнейшем развитие таких систем будет связано с интеграцией предиктивной аналитики, симуляционных инструментов и технологий поддержки управленческих решений в реальном времени, что сделает инженерно-экономическое обоснование проектов действительно адаптивным и гибким.

Список использованных источников

1. Цифровая трансформация. Основные понятия и терминология // НАН Беларуси. – URL: <https://nasb.gov.by/rus/activity/nauchno-metodicheskoe-obespechenie-razvitiya-informatizatsii/books.pdf> (дата обращения: 29.11.2025).
2. Ковалев, М. М. Цифровая экономика – шанс для Беларуси / М. М. Ковалев, Г. Г. Головенчик. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2018. – 327 с.

КОМПРОМИСС МЕЖДУ ТЕОРИЕЙ И ПРАКТИКОЙ В ЛОГИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ БАЗ ДАННЫХ

Браницкая В. В., студент,

Корзун А. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Михасик Е. И.

Аннотация. Теория представляет идеальную структуру баз данных, но на практике такие модели часто оказываются неудобны в использовании. В статье рассматривается ключевая проблема при создании баз данных: как совместить теорию с практикой. Описывается, как найти баланс между теоретическим эталоном и практической результативностью.

Проектирование базы данных можно сравнить со строительством дома, где нужно найти баланс между эстетикой архитектурного проекта и реальными потребностями жильцов. с одной стороны существуют строгие математические правила организации данных, с другой – практические ограничения MySQL и конкретные бизнес-требования к скорости работы системы.

Логическое проектирование баз данных представляет собой сложный процесс поиска баланса между академическими принципами и реальными требованиями эксплуатации. Разработчики постоянно сталкиваются с дилеммой: следовать строгим правилам нормализации или отступать от них ради повышения производительности. Эта проблема особенно актуальна при работе с MySQL, где специфические особенности системы управления базами данных напрямую влияют на эффективность различных подходов к проектированию. В контексте баз данных логическое проектирование воплощается в виде ER-диаграмм и реляционных схем, которые документируют логику хранения и обработки данных. Данный подход снижает риски дорогостоящих доработок на завершающих стадиях проектирования и создает основу для последующей оптимизации системы. Ключевым элементом реляционного подхода баз данных является концепция нормализации – метод организации данных, предназначенный для снижения дублирования и устранения возможных несоответствий в информации. Этот процесс реализуется через последовательное соблюдение нормальных форм, где каждая последующая форма устанавливает более строгие требования к структурированию информации, подтверждая их логическую последовательность и надежность.

Процесс нормализации осуществляется по ступенчатому принципу. Первый уровень нормализации устанавливает основные положения, исключая повторяющиеся группы данных и обеспечивая элементарность записей. Вторая нормальная форма исключает неполные зависимости, образуемые при связи атрибутов исключительно с частью комплексного ключа. Третья нормальная форма решает проблему производных связей разрывая связи между неосновными атрибутами. Каждая следующая ступень нормализации последовательно устраняет специфические виды избыточности и зависимостей, характерные для предыдущей формы.

Соблюдение принципов нормализации обеспечивает несколько важных преимуществ:

- гарантированная целостность – каждая единица информации хранится единожды, что исключает возможность противоречивых данных и упрощает процессы обновления;

- логическая прозрачность – модель интуитивно отражает предметную область, обеспечивая понятность структуры для всех участников проекта;
- адаптивность архитектуры – система легко модифицируется и расширяется благодаря четкому разделению ответственности между компонентами.

Таким образом, нормализация представляет собой сбалансированную систему принципов, которая через последовательные этапы преобразования данных создает оптимальную основу для построения надежных, масштабируемых и логически прозрачных баз данных.

Применение нормализованных баз данных в реальных проектах на MySQL сталкивается с серьезными практическими трудностями. Многочисленные JOIN-операции в запросах к сильно нормализованным схемам приводят к значительному замедлению работы системы. При этом сложность составления и последующего сопровождения SQL-запросов прогрессивно возрастает по мере увеличения уровня нормализации базы данных.

Оптимизатор MySQL вносит свои коррективы в работу с нормализованными базами. Сложные запросы с множественными соединениями часто выполняются неоптимально из-за ограниченных возможностей планировщика. Дополнительные сложности создают узкие места в параллельной обработке и кэшировании.

Денормализация становится ключевым стратегическим ответом на вызовы нормализованных моделей. Эта методология основана на осознанном внедрении управляемой избыточности информации для ускорения операций извлечения данных. Выбор в пользу денормализации требует предварительного глубокого изучения паттернов обращения к данным и четкого понимания целевых показателей производительности.

Конкретные методы денормализации включают:

- использование предварительно рассчитанных показателей для исключения ресурсоемких операций агрегации;
- дублирование часто используемых полей из связанных сущностей для минимизации join-операций;
- введение специализированных полей для оптимизации работы с иерархическими структурами.

Комбинированные архитектурные решения предлагают разделение системы на модули с разным уровнем нормализации. Транзакционные процессы обычно сохраняют нормализованную структуру, тогда как аналитические подсистемы и отчетные инструменты используют денормализованные представления. Такой синтез позволяет извлекать выгоду из преимуществ обеих концепций.

Архитектура MySQL предлагает комплекс инструментов для компенсации издержек денормализации. Технология вычисляемых столбцов позволяет материализовывать производные данные без дублирования алгоритмов расчета. Сохраняемые вычисляемые столбцы функционируют как высокопроизводительные материализованные представления, тогда как виртуальные аналоги оптимизируют использование дисковой памяти.

Рациональная индексация приобретает первостепенное значение в контексте денормализованных моделей. Составные индексы требуют тщательного проектирования под преобладающие шаблоны запросов. Селективная индексация субнаборов информации позволяет эффективно работать с крупными таблицами. Непрерывный аудит и корректировка индексной стратегии становятся обязательной практикой для сохранения производительности.

Внедрение денормализации должно базироваться на формализованной процедуре принятия решений. Диагностика проблемных запросов, системный мониторинг ресурсной нагрузки и картографирование паттернов доступа к данным позволяют выявлять критические точки. Каждая инициатива по денормализации должна

сопровождаться комплексным анализом потенциальных рисков и разработанным механизмом сохранения консистентности информации.

Постоянный контроль рабочих показателей системы позволяет проводить верификацию оптимальности принятых проектных решений. Аналитика выполнения запросов, отслеживание использования ресурсов и сбор показателей эффективности создают основу для превентивного выявления проблем. Мониторинговые возможности MySQL дают развернутую картину поведения системы в различных сценариях эксплуатации.

Нахождение оптимального баланса между теоретическим эталоном и практической результативностью остается главной задачей для разработчиков. При построении системы на платформе MySQL, важно соблюдать баланс между контролируемой нормализацией, обеспечивающей достоверность информации с рациональной денормализацией, гарантирующей требуемую производительность. Глубокое понимание особенностей СУБД, пристальное внимание к техническим требованиям и систематическая проверка рабочих параметров дают возможность нахождения оптимальных балансов, подходящих для особых деловых задач.

Список использованных источников

1. Николаева, Е. В. Логическое проектирование информационных систем / Е. В. Николаева // Информатика и образование. – 2023. – № 1. – С. 34–56.
2. Петров, П. Ю. Реляционные базы данных: от теории к практике / П. Ю. Петров // Компьютерные науки. – 2020. – № 4. – С. 23–45.
3. Сидоров, А. Н. Нормализация и денормализация в проектировании баз данных / А. Н. Сидоров // Системный анализ. – 2022. – № 2. – С. 89–104.
4. Советов, Б. Я. Базы данных: теория и практика / Б. Я. Советов, Я. В. Яковлев // Информационные системы. – 2022. – № 3. – С. 45–78.
5. Федоров, М. П. MySQL: эффективное использование и оптимизация / М. П. Федоров // Программирование. – 2020. – № 2. – С. 78–95.

ДИЗАЙН УПАКОВКИ КАК ФАКТОР КОНКУРЕНТНОГО ПРЕИМУЩЕСТВА НА РЫНКЕ

Буславская П. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Короленок К. С.

Аннотация. Рассматривается роль дизайна упаковки в условиях высокой конкуренции на рынке. Показано, что упаковка выполняет не только функцию защиты самого товара, но и является ключевым инструментом формирования конкурентного преимущества, влияя на восприятие бренда, лояльность потребителей и итоговый коммерческий успех продукта.

В современном мире мы ежедневно сталкиваемся с бесчисленным количеством товаров как на полках магазинов, так и в интернете. В этой высококонкурентной рыночной среде, где продукты зачастую обладают схожими характеристиками и качеством, именно дизайн упаковки становится тем решающим фактором, который привлекает внимание в первую очередь. Удачный дизайн может информировать потребителя о продукте, передать ценности компании и выделить товар среди конкурентов. Эти аспекты делают упаковку не только средством коммуникации, но и инструментом маркетинга, способным влиять на потребительское поведение. Дизайн упаковки также играет важную роль в создании эмоциональной связи с потребителем. Упаковка – это визуальная идентичность продукта, которая остается в сознании потребителя даже после того, как сам товар будет использован. Современный дизайн превратился из инструмента информирования в мощный механизм управления потребительскими решениями, ключевая задача которого вызывать положительные ассоциации и воспоминания, способствовать формированию лояльности к бренду. История развития упаковки представляет собой многовековой процесс, отражающий эволюцию человеческой цивилизации. От простых материалов, использовавшихся в древние времена для защиты товаров, до современных инновационных упаковочных решений, технологический прогресс в этой области претерпел значительные изменения [1]. Появление печатного станка в конце XV века кардинально изменило роль упаковки, наделив ее рекламной функцией. Теперь на ней размещали рисунки товаров, брендовые символы и тексты, что делало ее мощным средством продвижения и повышения продаж. А визуальное оформление стало ключевым элементом, преобразовав упаковку из простого защитного контейнера в активный маркетинговый инструмент. В период промышленной революции массовое производство привело к заполнению рынка большим количеством однотипных товаров, из-за чего появилась необходимость в создании отличительных символов для дифференциации продукта среди конкурентов. Производители товаров пришли к выводу, что упаковка может не только содержать название товара, но и передавать определенное сообщение. В XX веке, с развитием рекламы и брендинга, коммуникативная роль упаковки стала доминирующей. Теперь упаковка должна была стать узнаваемой не только вблизи, на полке, но и с экрана телевизора – в рекламных роликах, где ее показывали крупным планом. Это требовало создания простых, запоминающихся и ярких визуальных образов. В результате логотипы стали лаконичнее, цветовые решения – смелее, а силуэты – более уникальными. Однако главной трансформацией стало осознание, что упаковка может говорить не только о продукте, но отражать определенный стиль жизни, вызывая у потребителя эмоции, ассоциации и мечты. Социальные сети кардинально изменили маркетинг, превратив упаковку из статичного элемента в динамичный инструмент диалога с потребителем. В цифровой среде, где первое впечатление

формируется за доли секунды, дизайн упаковки становится критически важным. Пользователи Instagram и TikTok активно комментируют визуальные решения брендов, создавая бесценный источник обратной связи. Анализ этих отзывов позволяет компаниям адаптировать дизайн упаковки к меняющимся тенденциям и предпочтениям целевой аудитории. Это способствует повышению гибкости и конкурентоспособности брендов. При выборе товаров большая часть ассортимента попадает в поле периферического зрения потребителей, и только некоторые упаковки привлекают целенаправленное. Исследования показывают, что 72 % покупателей принимают решение о покупке товара непосредственно у полки, а 85 % потребителей считают, что дизайн упаковки существенно влияет на принятие решения о покупке. В последние годы наблюдается тенденция к развитию и преобладанию минимализма и упрощения в дизайне упаковки. Основная концепция заключается в отсутствии избыточных элементов, только лаконичные формы для представления ключевой информации, включая название бренда. Визуальная перенасыщенность современного медиапространства обусловила возрастающую значимость минимализма как стратегии бренд-коммуникации. Исследования в области визуального восприятия подтверждают: человеческий глаз естественно фиксируется на простых формах и чистых композициях в перегруженной визуальной среде. Минимализм в упаковке закономерно становится стратегическим инструментом экологизации бизнеса. Сокращение используемых материалов и упрощение конструкции напрямую ведет к снижению ресурсных затрат на производство и логистику – например, отказ от многослойного пластика в пользу мономатериала может уменьшить углеродный след упаковки на 30–40 %. Для растущей аудитории осознанных потребителей такая упаковка служит визуальным маркером разделяемых ценностей, они готовы платить больше за экологичные товары. Экологическая ответственность бренда может не быть его основной характеристикой, но использование экологически чистой упаковки может стать конкурентным преимуществом. Задача брендов – найти баланс между тремя факторами: функциональностью упаковки, ее стоимостью и экологичностью. Благодаря инновационным стратегиям (модульность, вторичные материалы, новые виды биоразлагаемого пластика) бренды могут перейти к более безопасным для окружающей среды методам упаковки. Несмотря на тенденции к минимализму и внедрение природоохранной концепции, упаковка должна оставаться источником исчерпывающей информации о продукте. Хорошо продуманная упаковка должна содержать разнообразные текстовые и графические данные (пищевая ценность, состав, инструкции по применению), которые легко читаемы и понятны. Это помогает управлять ожиданиями потребителей и повышать их удовлетворенность. Например, точное описание вкуса или текстуры продукта с помощью иконок и кратких формулировок помогает избежать разочарования после покупки и формирует доверие к бренду. Эволюция дизайна упаковки прошла сложный путь развития, претерпев трансформацию от базового защитного элемента до одного из ключевых инструментов маркетинга. В современных условиях упаковка играет важную роль в формировании потребительского выбора. Способность привлекать внимание, передавать ценности бренда и выделять товар среди конкурентов делает упаковку незаменимым элементом успешной рыночной стратегии.

Список использованных источников

1. История развития упаковки от древности до современности // WellSklad. – URL: <https://wellsklad.ru/blog/istorija-razvitija-upakovki-ot-drevnosti-do-sovremennosti/> (дата обращения: 24.11.2024).

ЭКОНОМИКА ДАННЫХ: ОЦЕНКА СТОИМОСТИ И МОДЕЛИ МОНЕТИЗАЦИИ ПЕРСОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Васильева А. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Веренич Г. Д.

Аннотация. Статья посвящена исследованию экономики данных как новой парадигмы, где персональная информация становится стратегическим ресурсом. Анализируются проблемы оценки стоимости данных и несправедливые модели монетизации, доминирующие в Web2.

Современная экономическая парадигма переживает глубинные изменения, связанные с цифровой трансформацией. В этом контексте персональные данные утратили роль пассивной информации и превратились в стратегический ресурс, сравнимый по значимости с традиционными факторами производства. Формируется новая экономическая система – экономика данных, где процессы создания, обмена и обработки информации становятся основным источником добавленной стоимости. На рисунке 1 представлена динамика поискового запроса «Экономика данных» в Google по всему миру в период с 01.01.2004 по 26.11.2025, что подтверждает развитие и интерес людей к данному сектору экономики [2].

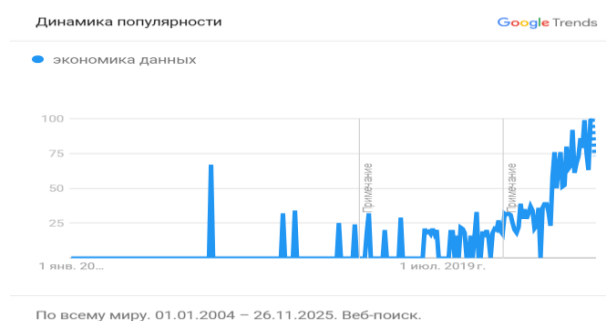


Рис. 1. Динамика поискового запроса «Экономика данных» в Google

Однако стремительное развитие этого сектора выявило системный дисбаланс. Крупные технологические корпорации аккумулируют колоссальные массивы данных, извлекая из них сверхприбыли, в то время как физические лица, генерирующие этот ресурс, фактически исключены из цепочек создания стоимости. Возникает ситуация экономической несправедливости, когда пользователь, чьи поведенческие паттерны, предпочтения и социальные связи являются сырьем для многомиллиардного бизнеса, не получает за них прямого вознаграждения и обладает лишь иллюзорным контролем над их использованием. Проблема оценки стоимости персональных данных является одной из наиболее сложных в современной экономической науке. Традиционные методы оценки активов демонстрируют свою ограниченность применительно к этому нематериальному, контекстуально-зависимому ресурсу. Сложность оценки напрямую влияет на существующие модели монетизации. Пользователь передает права на свою информацию, которая затем используется для построения рекламных моделей, продажи аналитических отчетов и тренировки алгоритмов искусственного интеллекта. Ответом на несправедливость этой модели стало появление альтернативных форматов. Data Marketplaces, или биржи данных, пытаются институционализировать рыночный оборот данных. Dawex является

хорошим примером, ведь платформа позволяет организациям торговать обезличенными и собранными воедино структурированными наборами данных. В Dawex можно приобрести анонимизированные данные о транспортных потоках, агрегированные данные о потребительском спросе в определенном регионе, данные с промышленных датчиков. Продавцами на площадке являются организации и исследовательские институты. Однако, данные платформы все еще остаются инструментом B2B-сегмента, обычному потребителю вряд ли понадобятся анонимные сводки данных с промышленных датчиков и другая аналогичная информация. Более радикальные изменения несут в себе децентрализованные модели, ассоциируемые с концепцией Web3. В их основе лежит принцип возврата пользователю суверенитета над его данными. Технология блокчейна позволяет создавать системы, где индивид хранит информацию в защищенных децентрализованных хранилищах и предоставляет к ней доступ на строго определенных условиях за прямое вознаграждение. Эта инициатива пока находится в зачаточном состоянии, но задает вектор движения к экономике данных, основанной на правах собственности и прямых транзакциях [1]. Тот интернет, который используется сейчас, для скачивания приложений и использования поиска – это классическая модель Web2, где индивид одновременно и пользователь, и продукт данных, а все данные об индивиде централизованно контролируются корпорациями-платформами. А в парадигме Web3 у пользователя есть шанс стать полноправным владельцем своих цифровых активов и данных, которые хранятся децентрализованно. Ключевое отличие заключается в переходе от экономики бесплатных услуг, скрыто оплачиваемых личной информацией пользователей, к экономике прямых одноранговых транзакций, где любое использование данных требует явного согласия пользователя и вознаграждается. Сейчас экономика данных находится в фазе активного экспериментирования, а не массового применения. Большинство проектов в Web3 – это прототипы, которые часто ломаются, имеют неудачный пользовательский опыт. Массового пользователя отпугивает сложность, а именно: необходимость управления паролями (технически, это просто 12 или 24 случайных английских слова, выданных пользователю при создании кошелька, из которых генерируются пароли к конкретным кошелькам и т. п.), комиссии за транзакции и риск мошенничества. Пока эти барьеры не будут преодолены, Web3 останется только областью иллюзий. Таким образом, экономика данных находится на переломном этапе своего развития. Существующие методики оценки оказываются непригодными для рядового участника рынка, а доминирующая модель монетизации носит несправедливый характер. Выход из этой ситуации видится в синтезе трех элементов: технологических, экономических и регуляторных. Только при условии построения сбалансированных отношений, где пользователь становится полноправным участником экономического оборота своих данных, можно говорить об устойчивом и этичном развитии цифровой экономики в долгосрочной перспективе.

Список использованных источников

1. Бурмакина, Л. А. Технологии Web3: влияние на подходы к осуществлению государственного контроля в финансово-бюджетной сфере / Л. А. Бурмакина, О. И. Долганова // Вопросы управления. – 2024. – № 9–1. – С. 24–30.
2. Динамика интереса к теме «Web3» по данным Google Trends. – URL: <https://trends.google.ru/trends/explore?date=all&q=%2Fg%2F11gxxgj7gf8&hl=ru> (дата обращения: 23.05.2024).

**ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ
В ПРОФЕССИОНАЛЬНООРИЕНТИРОВАННОМ ОБУЧЕНИИ
АНГЛИЙСКОМУ ЯЗЫКУ ТАМОЖЕННИКОВ**

**Ворох В. С., студент,
Муравейко А. А., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Жевлакова А. Ю.

Аннотация. Рассматриваются современные цифровые технологии в преподавании профессионального английского языка будущим таможенникам. Актуальность заключается в систематизации информационных технологий применительно к специфике таможенной сферы и разработке рекомендаций по их интеграции в образовательный процесс.

В эпоху глобализации мировой экономики и расширения международных торговых отношений владение профессиональным английским языком становится критически важным для специалистов таможенной службы. Современный таможенник должен свободно ориентироваться в англоязычной документации и применять специализированную терминологию в практической деятельности. Стремительное развитие информационных технологий открывает перед учреждениями высшего образования новые возможности для модернизации образовательного процесса и повышения качества языковой подготовки будущих таможенников. Теоретическим основанием для применения цифровых решений в языковом образовании служит теория мультимодального обучения, согласно которой использование различных модальностей – текста, аудио, видео, графики и интерактивных элементов – способствует более эффективному усвоению материала [1]. Цифровые технологии предоставляют возможность создавать богатую образовательную среду, которая учитывает индивидуальные особенности восприятия информации обучающимися. Онлайн-тестирование представляет собой одно из наиболее распространенных и эффективных цифровых решений в обучении профессиональному английскому языку. Современные платформы для создания и проведения онлайн-тестов, такие как Moodle, Google Forms и Quizlet, предоставляют широкий спектр возможностей для оценки различных аспектов языковой компетенции будущих специалистов таможенного дела. По функциональному назначению выделяют диагностические тесты, определяющие исходный уровень владения языком; формирующие тесты, используемые в процессе обучения для мониторинга прогресса; итоговые тесты, оценивающие достижение учебных целей. По типу заданий различают тесты с выбором одного или нескольких правильных ответов, задания на установление соответствия, заполнение пропусков, упорядочивание элементов, а также задания открытого типа, требующие развернутого ответа [2, 3]. Для обучения профессиональному английскому языку специалистов таможенного дела особую ценность представляют тесты, ориентированные на проверку знания специализированной терминологии, понимания профессиональных текстов и способности применять языковые знания в контексте таможенной деятельности. Важным преимуществом онлайн-тестов является возможность получения детальной аналитики результатов, что позволяет корректировать учебный процесс и обеспечивать более целенаправленную поддержку обучающихся. Онлайн-тесты также способствуют развитию автономности студентов в изучении языка, формируя навыки самооценки и саморегуляции [2, 3]. Цифровые тренажеры – интерактивные программные средства, предназначенные для формирования и совершенствования конкретных языковых навыков через практику. В отличие от тестов, основная функция которых заключается в оценке,

тренажеры ориентированы на обучение и предоставляют студентам возможность многократно отрабатывать языковой материал с постепенным увеличением сложности. Для обучения профессиональному английскому языку специалистов таможенного дела могут использоваться различные типы тренажеров: лексические, направленные на расширение словарного запаса и отработку профессиональной терминологии; грамматические, позволяющие отрабатывать грамматические структуры, типичные для профессионального дискурса таможенной сферы; тренажеры для развития навыков чтения профессиональных текстов с интерактивными элементами и встроенными словарями [2, 3]. Эффективность использования цифровых тренажеров значительно повышается при их интеграции в целостную систему обучения. Тренажеры не должны рассматриваться как замена традиционных форм работы, а скорее как дополнение, позволяющее обеспечить индивидуализацию обучения, увеличить объем практики и освободить аудиторное время для более сложных коммуникативных задач. Важной частью процесса обучения является взаимодействие студентов. Современные платформы для видеоконференций, такие как Zoom и Google Meet, превратили виртуальные классы в полноценные образовательные пространства, предлагая богатый арсенал инструментов для интерактивного обучения. Благодаря функциям вроде сессионных залов для групповой работы, интерактивных досок и совместного редактирования документов преподаватели могут создавать динамичные и вовлекающие форматы занятий, проводить ролевые игры, моделирующие профессиональные сценарии – например, переговоры между должностным лицом таможенных органов и представителем импортера. Для успешной интеграции цифровых технологий в обучение профессиональному английскому языку необходим комплексный подход, основанный на принципе педагогической целесообразности. Любые цифровые решения должны быть не самоцелью, а инструментом для достижения конкретных учебных задач. Реализация этого подхода требует систематического повышения квалификации преподавателей, чтобы они не только осваивали новые платформы, но и понимали принципы их педагогического применения. Одновременно с этим важно развивать цифровую грамотность студентов, обучая их эффективно и критично работать с онлайн-ресурсами.

Таким образом, современные информационные технологии представляют собой существенный компонент современной образовательной среды, который при грамотном педагогическом использовании способен значительно повысить качество подготовки специалистов таможенного дела, обеспечить формирование профессиональных навыков на уровне, соответствующем требованиям современной экономики и цифрового общества [3].

Список использованных источников

1. Дерябина, С. А. Профессиограмма преподавателя иностранного языка в условиях цифровизации образовательного пространства / С. А. Дерябина, Т. А. Дьякова // Высшее образование в России. – 2019. – № 4. – С. 142–149.
2. Денисова, С. С. Информационные технологии в обучении иностранному языку / С. С. Денисова // Информационные технологии в образовании, науке и производстве : материалы научно-технической интернет-конференции, Минск, 21–22 ноября 2022 г. / сост. М. Г. Карасева. – Мн. : БНТУ, 2023. – С. 270–274.
3. Сысоев, П. В. Методика обучения иностранному языку с использованием новых информационно-коммуникационных интернет-технологий / П. В. Сысоев, М. Н. Евстигнеев. – М.: Глосса-Пресс, 2010. – 182 с.

РИСКИ В ПРОЕКТНЫХ КОМПАНИЯХ: ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКА РИСКОВ**Гавриленко Ю. С., магистрант**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. соц. наук, доцент Кандричина И. Н.

Аннотация. Для проектно-ориентированных компаний, отличающихся гибкостью и инновационностью, управление рисками интегрировано в этапы проекта и носит упреждающий характер, способствуя сокращению циклов разработки и быстрой реакции на нужды клиентов. Современное управление рисками в таких организациях становится всеобъемлющей системой, поддерживающей принятие решений и создающей ценность.

Управление рисками – это процесс управления, с помощью которого организация систематически выявляет, оценивает потенциальные неопределенности и реагирует на них для достижения стратегических целей. Согласно определению Международной организации по стандартизации (ISO 31000:2018), управление рисками – это систематический подход к управлению и контролю рисков организации посредством скоординированных действий, суть которого заключается в контроле рисков в приемлемых пределах. Этот процесс состоит из четырех последовательных элементов: для выявления рисков требуется SWOT-анализ, метод Delphi и другие методы.

С точки зрения функционирования предприятия, необходимость управления рисками отражается на двойном уровне стратегической поддержки и создания ценности. По данным Глобального института McKinsey, в компаниях с надежной системой управления рисками общая доходность акционеров (TSR) за пять лет снижается на 28 %. На стратегическом уровне управление рисками способствует принятию решений, обеспечивая баланс между риском и доходностью.

Современное управление рисками превратилось во всеобъемлющую систему, которая включает в себя структуры управления, культурное воспитание и расширение технологических возможностей. В процессе идентификации рисков проектным компаниям необходимо разработать систему многомерного анализа и систематически выявлять потенциальные угрозы с помощью структурированного подхода. В качестве примера финансовых рисков предприятия обычно используют динамический мониторинг финансовых показателей в сочетании со стресс-тестированием. В процессе оценки рисков проектным компаниям необходимо сочетать количественные и качественные методы анализа, чтобы получить научную оценку вероятности риска, его воздействия и стратегии преодоления. Качественный анализ фокусируется на описании атрибутов риска и оценке опыта, а обычно используемые инструменты включают экспертную оценку, матрицу рисков и анализ дерева ошибок. Взяв в качестве примера проект строительства моста Гонконг-Чжухай-Макао, осуществляемый Китайской государственной строительной группой, компания использовала метод Delphi для организации 12 инженерных экспертов, для проведения трех раундов анонимной оценки и, наконец, определила риск строительства подводного туннеля как наиболее приоритетный технический риск. Этот метод позволяет снизить субъективную предвзятость благодаря структурированному процессу, но по-прежнему существуют ограничения, связанные с использованием экспертных знаний. Количественный анализ основан на математических моделях и исторических данных, позволяющих получить более точную количественную оценку. Основными характеристиками проектно-ориентированной компании являются ее организационная структура, основанная на проектах, и динамический механизм распределения ресурсов. Такие предприятия обычно

используют матричный режим управления, который объединяет функциональные отделы и проектные команды для формирования многомерной сети сотрудничества [1]. с точки зрения бизнес-характеристик, проектно-ориентированные компании демонстрируют замечательную гибкость и способность к внедрению инноваций. Согласно отраслевому отчету, опубликованному Международным институтом управления проектами (PMI) в 2023 году, компании, использующие проектно-ориентированную модель, сокращают цикл разработки новых продуктов в среднем на 37 процентов и быстрее реагируют на потребности клиентов на 42 процента. Это преимущество обусловлено его уникальным механизмом поэтапного управления. Каждый проект проходит через пять стандартизированных процессов запуска, планирования, выполнения, мониторинга и закрытия и оснащен специальным узлом контроля качества. По сравнению с традиционными функциональными организациями механизм управления рисками в компаниях, ориентированных на проекты, является перспективным и системным. Поскольку бизнес-модель проектно-ориентированных компаний в значительной степени зависит от выполнения и реализации конкретных проектов, риски, с которыми они сталкиваются в процессе своей деятельности, являются чрезвычайно сложными и динамичными. Технологический риск является одной из наиболее важных проблем для таких компаний, особенно в проектах, связанных с новыми технологиями или сложным инжинирингом. Технические риски отражаются не только на аппаратном уровне, но и на совместимости программных систем, а уязвимости в системе безопасности данных могут спровоцировать цепную реакцию. Этот риск подрывает доверие клиентов, где серьезный технологический инцидент может привести к исключению компании из белого списка поставщиков. Влияние рыночного риска на проектно-ориентированные компании носит нелинейный характер. Рыночные риски также могут привести к неправильному распределению ресурсов, и когда несколько проектов сталкиваются с одновременным сокращением спроса, компании могут оказаться в сложной ситуации, избыточных производственных мощностей и ограниченного денежного потока. Финансовые риски оказывают влияние на передачу на протяжении всего жизненного цикла проекта. Этот риск особенно заметен в проектах с большим объемом активов. Неправильное управление денежными потоками может привести к «эффекту бабочки». При матричной организационной структуре управленческий риск усиливается. Модель управления «штаб-квартира + проектный отдел», разработанная в рамках проекта строительства моста Гонконг – Чжухай – Макао, повысила эффективность принятия решений, но также выявила проблему размытых границ между полномочиями и ответственностью. Взаимодействие этих факторов риска представляет собой сложную угрозу. Такого рода системные риски требуют от предприятий создания многомерного механизма раннего предупреждения о рисках и перехода от пассивного реагирования на управление рисками к активному внедрению во весь процесс реализации проекта. В настоящее время ведущие предприятия, начали использовать технологию BIM + blockchain для создания системы цифрового двойника рисков для осуществления мониторинга в режиме реального времени и интеллектуального реагирования на факторы риска, что указывает на то, что управление рисками проекта развивается в направлении оцифровки и интеллект.

Список использованных источников

1. Балдин, К. В. Управление рисками в инновационно-инвестиционной деятельности предприятия: учебное пособие. – М.: Дашков и К, 2013. – 420 с.
2. Уродовских, В. Н. Управление рисками предприятия: учебное пособие. – М.: Вузовский учебник, ИНФРА-М, 2012. – 168 с.

МАРКЕТИНГОВОЕ ПАРТНЕРСТВО КАК НАПРАВЛЕНИЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Гапеева Е. И., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Хохлова Н. М.

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы маркетингового партнерства как перспективного направления стратегического развития предприятия. Проведен анализ зарубежного опыта, проблем и перспектив развития партнерства для повышения эффективности маркетинговой деятельности.

В настоящее время, для повышения конкурентоспособности предприятий, основной задачей является поиск новых стратегий, которые помогут повысить эффективность их функционирования. Одним из подходов в решении этого вопроса является совершенствование маркетинговой деятельности. Актуальность данной задачи обусловлена необходимостью повышения конкурентоспособности предприятий, трансформацией традиционных маркетинговых подходов, необходимостью определения перспективных стратегий и условий их развития на предприятиях. В условиях высокой конкуренции, традиционные инструменты маркетинга уже так эффективны. В связи с этим появляется необходимость уделять большее внимание инновационным инструментам и стратегиям. Зачастую, применение инновационных технологий, оказывается дорогостоящим процессом, в связи с чем предприятия, пытаясь оптимизировать свои расходы, объединяют усилия. Например, если несколько предприятий продают схожую продукцию для одной целевой аудитории, то они могут объединить свои маркетинговые усилия в вопросах рекламной кампании, снизить расходы, увеличить продажи и завоевать лояльность клиентов в долгосрочной перспективе. Такой подход называется маркетинговым партнерством или кросс-маркетингом и является действенным инструментом повышения эффективности деятельности предприятия [1]. Кросс-маркетинг позволяет компаниям использовать взаимные ресурсы, а также иные возможности для достижения своих маркетинговых целей, формировать долгосрочные партнерские отношения, привлекать внимание аудитории к новым продуктам за счет сотрудничества с уже известными брендами, снижать затраты на рекламу за счет дополнительных источников финансирования. Поэтому все чаще предприятия используют кросс-маркетинг в своих маркетинговых стратегиях как дополнение к традиционным инструментам маркетинга. В большинстве случаев, кросс-маркетинг, как результат синергии брендов, позволяет предприятиям его использующим, увеличить доход от продаж на уже существующих рынках сбыта, выйти на новые сегменты с минимальными затратами, получить дополнительные источники финансирования, возможность развивать партнерские отношения, снижение рисков, быструю отдачу от инвестиций и, в конечном счете, повысить лояльность аудитории.

Инструменты кросс-маркетинга направлены на укрепление партнерских отношений и увеличение объема продаж за счет интеграции интеллектуального капитала, материальных ресурсов и всех участников рыночной среды. к настоящему времени уже накоплен достаточный положительный опыт маркетингового партнерства. Однако совместные проекты не всегда могут быть долговременными и эффективными. Недобросовестные партнеры, различие корпоративных культур, законодательные и правовые ограничения сводят к минимуму эффект от мероприятий такого партнерства. Для того чтобы кросс-маркетинг был интересен и удачен следует соблюдать три основных правила: во-первых, партнер не должен быть конкурентом, во-вторых, целевая

аудитория партнеров должна совпадать и в-третьих, предлагаемые товары и услуги должны быть одной ценовой категории [2]. Зарубежный опыт кросс-маркетинга демонстрирует успешное применение его инструментов при создании совместного контента, персонализации предложений, кобрендинга. Например, персонализация предложения компании «Coca-Cola» путем замены своего логотипа на бутылках на имена популярных личностей. Целью мероприятия было укрепить социальные связи, стимулировать покупки повысить узнаваемость бренда. Ярким примером кобрендинга является партнерское мероприятие бренда Nike и Apple, которые совместно выпустили серию кроссовок, оснащенных датчиками iPod iPhone. Датчики фиксируют показатели нагрузки, а в наушниках озвучиваются рекомендации тренера. Каждая тренировка загружается в специальный ресурс Nike, где далее можно ими управлять и корректировать дальнейшие действия. Данная партнерская стратегия помогла увеличить объемы продаж и расширить аудиторию покупателей. В России каршеринговый сервис BelkaCar провел акцию совместно с Музеями Москвы. В каждом автомобиле находились купоны на посещение музеев, а в музеях выдавали промокоды на снижение стоимости поездки. Оба партнера расширили базу клиентов и из бренды стали более узнаваемыми [3]. В Беларуси уже достаточно широко распространены технологии маркетингового партнерства. Например, предоставление банковских услуг на территории продовольственных магазинов, магазины шаговой доступности на автозаправочных станциях, что позволяет увеличить прибыль от расширения целевой аудитории. Применение кросс-маркетинга особенно актуально в условиях быстроменяющихся тенденций, высокой конкуренции, развития цифровых технологий, а также при ограниченности финансовых ресурсов. Однако, при всей перспективности маркетингового партнерства, существует ряд проблем, препятствующих его развитию. Это высокая стоимость организации совместных проектов, консерватизм некоторых руководителей, недоверие к новым технологиям, отсутствие опыта внедрения инновационных маркетинговых инструментов, потенциальные конфликты интересов, отсутствие прямой конкуренции на некоторых рынках, что затрудняет выбор партнера.

Тем не менее, использование стратегии маркетингового партнерства уже доказало свою эффективность [4]. Данный подход уже не означает простое сотрудничество. Сейчас это долгосрочное, содержательное, построенное на близости интересов партнеров креативное соавторство. Компании не просто помогают и дополняют друг друга, они вместе создают образы, сервисы и поводы для привлечения аудитории. Маркетинговое партнерство становится не временной мерой, а устойчивым форматом.

Список использованных источников

1. Гапеева, Е. И. Применение кросс-маркетинга на белорусском рынке / Е. И. Гапеева // Проблемы и тенденции научных преобразований в условиях трансформации общества : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (13 июня 2025 г., г. Самара). – Уфа : Аэтерна, 2025. – С. 47–48.
2. Карпова, С. В. Маркетинг: теория и практика: учебное пособие для вузов / С. В. Карпова, С. В. Мхитарян, В. Н. Русин. – М. : Издательство Юрайт, 2024. – 383 с.
3. Партнерские взаимоотношения участников рынка // Retail.ru. – URL: <https://www.retail.ru/articles/partnerskie-vzaimootnosheniya-uchastnikov-rynka> / (дата обращения: 08.06.2025).
4. Хохлова, Н. Принципы влияния на клиента в маркетинге и продажах / Н. Хохлова, Н. Клименко // Научно-практический журнал «Маркетинг: идеи и технологии», № 2. – Мн., 2020. – С. 67–69.

СИСТЕМЫ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСАХ

Гаро В. А., студент,
Лозовик К. В., студент

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Жевлакова А. Ю.

Аннотация. Исследуются теоретические аспекты построения и функционирования систем с обратной связью. Анализируются принципы работы, классификация и практическое применение в современных системах автоматического управления. Особое внимание уделено вопросам устойчивости и эффективности таких систем.

Системы с обратной связью составляют основу современной теории автоматического управления и находят широкое применение в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, энергетику и робототехнику [1]. Основным принципом функционирования таких систем заключается в непрерывном сравнении фактического выходного параметра с заданным значением и корректировке управляющего воздействия на основе полученной разницы.

Классификация систем с обратной связью включает следующие основные типы:

- отрицательные и положительные обратные связи;
- жесткие и гибкие системы управления;
- одноконтурные и многоконтурные структуры [2].

Математическая модель системы с обратной связью описывается передаточной функцией замкнутой системы:

$$W(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s) * H(s)},$$

где $G(s)$ – передаточная функция прямого канала; $H(s)$ – передаточная функция обратной связи.

Для анализа динамических характеристик системы используется дифференциальное уравнение:

$$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Kx(t),$$

где TT – постоянная времени; KK – коэффициент усиления.

Методы анализа качества систем с обратной связью включают оценку следующих показателей:

- перерегулирование (не более 20–30 %);
- время регулирования;
- статическую ошибку;
- запас устойчивости по фазе и амплитуде.

Ключевые преимущества систем с обратной связью включают:

- повышение точности управления;
- снижение влияния внешних возмущений;

- увеличение быстродействия системы;
- компенсацию изменений параметров объекта управления [3].

Однако внедрение обратной связи создает определенные испытания, главным из которых является проблема обеспечения устойчивости. Для анализа устойчивости систем с обратной связью применяются следующие критерии:

- алгебраический критерий Гурвица;
- частотный критерий Найквиста;
- логарифмические частотные характеристики [4].

В таблице 1 представлены сравнительные характеристики различных типов обратных связей.

Таблица 1 – Сравнительные характеристики

Тип обратной связи	Преимущества	Недостатки	Область применения
Отрицательная	Повышение устойчивости, точности	Сложность реализации	Системы стабилизации
Положительная	Усиление сигнала	Риск потери устойчивости	Генераторы сигналов
Жесткая	Простота реализации	Ограничение эффективности	Простые системы регулирования
Гибкая	Высокая точность	Сложность настройки	Прецизионные системы

Практическое применение систем с обратной связью в промышленности Республики Беларусь демонстрирует их высокую эффективность. На предприятиях машиностроительного комплекса внедрение многоконтурных систем управления позволило повысить точность обработки деталей на 15–20 % [5]. В энергетическом секторе системы с обратной связью обеспечивают:

- стабилизацию частоты в энергосистемах;
- поддержание оптимальных режимов работы оборудования;
- автоматическое регулирование мощности генераторов.

Важным аспектом является проектирование цифровых систем с обратной связью, которые обладают следующими преимуществами:

- высокая точность обработки сигналов;
- возможность реализации сложных алгоритмов управления;
- простота изменения параметров настройки;
- надежность и помехозащищенность.

Перспективные направления развития включают:

- адаптивные системы с переменной структурой обратной связи;
- интеллектуальные системы на основе нечеткой логики;
- нейросетевые методы идентификации и управления.

Список использованных источников

1. Сидорович, В. А. Теория автоматического управления / В. А. Сидорович. – Мн. : БНТУ, 2020. – 428 с.
2. Орлов, М. В. Устойчивость систем автоматического управления / М. В. Орлов. – Мн. : Новое знание, 2019. – 312 с.
3. Громов, А. С. Частотные методы анализа систем управления / А. С. Громов, И. В. Новиков. – Мн. : Вышэйшая школа, 2022. – 275 с.

СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ (KPI)

Говоров А. Ю., студент,

Ворошилов А. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корнилова К. И.

Аннотация. Рассматриваются проблемы трансформации стратегических целей организации в управляемые операционные действия с использованием системы ключевых показателей эффективности (KPI). Показана необходимость комплексного подхода к формированию KPI, включающего методологическую, техническую и организационную готовность. Обоснована роль KPI как инструмента, обеспечивающего связь между стратегией компании и повседневной деятельностью персонала.

Проблема перевода стратегических целей организации в управляемые повседневные действия – одна из базовых в современной теории менеджмента. KPI (Key Performance Indicators) решают именно эту задачу: они превращают абстрактные ориентиры в измеримые величины, позволяющие оценивать прогресс, выявлять отклонения и принимать корректирующие решения. В условиях, когда внешняя среда усложняется (регуляторные изменения, конкуренция, цифровая трансформация), значение KPI как инструмента управления по результатам существенно возрастает: они дают руководству не только отчетность о прошлом, но и сигнал для прогнозирования и реагирования на будущее [1]. Эссенция KPI заключается не в простом исчислении метрик, а в их способности отражать критические факторы успеха организации. KPI служат связующим звеном между миссией и операционными процессами: корректно подобранные показатели показывают, какие именно поведенческие изменения и процессные улучшения необходимы для достижения стратегической цели. Исторически KPI вырастали из идей управления по целям (MBO) и далее развивались в системах сбалансированных показателей и управленческих дашбордов. Классическая схема «цели → показатели → действия» стала основой многих современных методик: от Balanced Scorecard Каплана–Нортон до гибких систем OKR. При этом KPI развились в двух направлениях. Первое – это финансово-операционные метрики, традиционно важные для измерения экономического результата. Второе – нефинансовые показатели (удовлетворенность клиентов, качество процессов, обучение персонала), которые в профессиональных и сервисных организациях часто являются главными детерминантами успеха. Современная практика управления по результатам требует баланса этих двух групп показателей [2]. Формирование KPI опирается на несколько фундаментальных принципов, выполнение которых определяет практическую ценность показателей. Во-первых, KPI должны быть измеримы: отсутствие объективной методики измерения делает показатель бессодержательным. Во-вторых, KPI обязаны быть релевантны стратегическим целям: показатель, не влияющий на достижение приоритетов, создает лишнюю нагрузку и шум в системе. В-третьих, KPI должны быть контролируемы ответственными звеньями: если на значение метрики влияет множество внешних факторов, ее нельзя связывать с персональной мотивацией без корректировок. В-четвертых, целевые значения KPI должны быть достижимы, но требовать усилий – баланс «вызова и реальности» критичен для мотивации. Наконец, KPI должны быть системными: набор показателей формируется так, чтобы разные метрики дополняли и проверяли друг друга, предотвращая искажения поведения сотрудников [1]. В процессе построения системы ключевых показателей эффективности важно учитывать

их иерархическую структуру и распределение по уровням управления. Это позволяет обеспечить стратегическую согласованность целей, оперативную управляемость и прозрачность контроля на всех уровнях организационной системы. КРІ целесообразно классифицировать по трем основным уровням – стратегическому, тактическому и операционному, – что отражает логику декомпозиции целей компании и их трансляции до конкретных исполнителей [2]. Трехуровневая система КРІ обеспечивает вертикальную интеграцию управленческих целей и формирует сквозную связь между стратегией компании и повседневной деятельностью персонала. Стратегические показатели определяют долгосрочные приоритеты и целевые ориентиры развития, тактические – отражают эффективность отдельных бизнес-процессов и подразделений, а операционные – характеризуют индивидуальный вклад сотрудников. Такая структура способствует формированию целостной системы управления результативностью, где каждый участник организации осознает свою роль в достижении общих целей. Помимо уровня и типа показателей, особое внимание уделяется «паспорту КРІ» – документу, в котором фиксируются описание показателя, формула расчета, периодичность измерения, источник данных, ответственный и правила интерпретации. Такой паспорт обеспечивает воспроизводимость результатов и снижает споры о методологии вычислений. Без паспортов КРІ быстро теряют управленческую ценность: отчеты становятся несовместимыми и непрозрачными. Практически все исследования и кейсы успешного внедрения КРІ подчеркивают, что их ценность возрастает при реализации трех взаимосвязанных условий: технической готовности (данные и ИТ), методологической зрелости и организационной культуры. Когда эти условия соблюдены, КРІ дают компании преимущество в управляемости, эффективности и адаптивности; когда одно из условий отсутствует, КРІ рискуют превратиться в «бумажную» формальность. Взаимосвязь между стратегическими ориентирами организации и операционной деятельностью персонала должна быть четко структурирована. Одним из эффективных инструментов, обеспечивающих такую связь, выступает система ключевых показателей эффективности. Процесс функционирования КРІ носит циклический характер и демонстрирует, каким образом стратегические цели трансформируются в конкретные измеримые действия, подлежащие контролю и последующей корректировке. Система КРІ формирует замкнутый управленческий цикл, обеспечивающий непрерывную обратную связь между стратегическим и операционным уровнями управления. Такой подход делает управление динамичным и адаптивным: стратегические ориентиры не остаются статичными, а регулярно корректируются в зависимости от достигнутых результатов и изменений внешней среды. Таким образом, можно сформулировать ключевые практические импликации. Во-первых, КРІ следует рассматривать как средство трансформации стратегии в операционную практику, а не как самостоятельную систему контроля. Во-вторых, для КРІ критичны качество данных и методика их расчета: любые аморфные или спорные метрики немедленно снижают доверие к системе. В-третьих, КРІ работают только в сочетании с процедурой анализа и принятия решений: без четких правил, кто и как реагирует на отклонения, цифры остаются информацией, а не управлением. И, наконец, КРІ требуют гибкой поддержки: регулярной ревизии, адаптации к новым целям и прозрачной коммуникации с персоналом – без этого их потенциал будет ограничен.

Список использованных источников

1. Капустин, Н. И. Управление эффективностью организации / Н. И. Капустин. – Мн. : Новое знание, 2021. – 248 с.
2. Лившиц, Б. М. Планирование на предприятии: современные подходы / Б. М. Лившиц. – М. : Юрайт, 2020. – 320 с.

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОГО БИЗНЕСА

Гончаревич М. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние искусственного интеллекта (ИИ) на развитие современного бизнеса. Анализируются актуальные тренды в технологиях, его преимущества, влияние на эффективность работы и конкурентоспособность компаний.

Современный искусственный интеллект адаптируется к динамичной бизнес-среде, становясь катализатором повышения операционной эффективности и производительности компаний. Технология способствует совершенствованию клиентского сервиса и рационализации издержек. Благодаря автоматизации рутинных процессов, ускорению принятия управленческих решений и расширению аналитических возможностей, ИИ превращается в стратегический актив бизнеса.

Искусственный интеллект – это одна из самых важных современных технологий. ИИ помогает компаниям разбираться в больших объемах данных, предсказывать, что будет на рынке, предлагать каждому клиенту то, что ему нужно, и принимать важные решения. Это приводит к тому, что компании работают лучше, тратят меньше денег и достигают других улучшений. Он включает в себя умение компьютеров учиться (машинное обучение), работать с огромными объемами информации (большие данные) и выполнять задачи автоматически (автоматизация).

Существует несколько способов применения ИИ в бизнесе:

1. Автоматизация процессов: интеллектуальные системы берут на себя рутинные и регламентированные операции, существенно снижая нагрузку на персонал и минимизируя риск ошибок.

2. Маркетинг и продажи: алгоритмы анализа данных позволяют оптимизировать рекламные кампании и точнее прогнозировать потребительское поведение.

3. Клиентская поддержка: использование чат-ботов и виртуальных ассистентов обеспечивает круглосуточный доступ к сервисам и повышает качество взаимодействия с аудиторией.

4. Аналитика и прогнозирование: ИИ открывает возможности для глубокого анализа больших данных, выявления скрытых трендов и построения комплексных моделей будущего развития.

5. Управление персоналом: интеллектуальные системы способствуют автоматизации процессов рекрутинга, оценке эффективности сотрудников и формированию индивидуальных траекторий профессионального роста.

Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью современного бизнеса. Увеличение инвестиций в цифровые технологии и ИИ-решения отражает его растущее значение, проявляющееся в широком применении в финансах, логистике, медицине и образовании. Теперь это не просто фактор конкурентоспособности, а стратегический императив для формирования новых, технологически ориентированных и жизнеспособных бизнес-моделей.

Экономический потенциал искусственного интеллекта заключается в повышении рентабельности бизнеса через сокращение издержек и генерацию уникальных коммерческих предложений, способствующих занятию устойчивой рыночной ниши.

Вместе с тем, интеграция ИИ в бизнес-процессы связана с преодолением ряда системных барьеров. Успех данного процесса зависит от решения вопросов информационной безопасности, развития человеческого капитала и совершенствования нормативно-правового поля. Пренебрежение этими факторами чревато негативными социально-экономическими последствиями.

В краткосрочном периоде актуализируется проблема кадрового дефицита, что требует как подготовки узких специалистов, так и формирования базовых компетенций в области ИИ у широкого круга профессионалов. Указанные задачи диктуют необходимость выстраивания комплексной системы образовательных и регуляторных мер.

В перспективе искусственный интеллект станет детерминирующим фактором экономического развития. Организации, эффективно освоившие его применение, получат долгосрочные конкурентные преимущества и займут лидирующие позиции в своих отраслях.

Список использованных источников

1. Искусственный интеллект в бизнесе: тенденции и перспективы // Example Domain. – 2025. – URL: <https://www.example.com/ai-in-business-trends> (дата обращения: 25.11.2025).
2. Применение технологий искусственного интеллекта для повышения конкурентоспособности компании // Example Domain. – 2025. – URL: <https://www.example.com/ai-competitiveness> (дата обращения: 26.11.2025).
3. Цифровая трансформация и искусственный интеллект: стратегии внедрения // Example Domain. – 2025. – URL: <https://www.example.com/ai-digital-transformation-strategy> (дата обращения: 27.11.2025).

ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Григорьев А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Зеленковская Н. В.

Аннотация. На сегодняшний день процессы цифровизации охватывают все сферы деятельности человека, в том числе и сферу производства. При внедрении новых технологий, в том числе цифровых двойников, крайне важно опираться на существующие правовые документы, которые регулируют их внедрения.

В целях всестороннего стимулирования и поддержки инициатив по цифровизации промышленных предприятий в Республике Беларусь действует стратегическая программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы [1]. Одним из ее центральных компонентов является подпрограмма «Цифровое развитие отраслей экономики», которая определяет в качестве приоритетной задачу по расширению спектра и эффективности применения инструментов цифровой экономики. Непосредственным инструментом решения этой задачи является комплексная цифровая трансформация предприятий и производственных комплексов.

Данная трансформация предусматривает глубокую оптимизацию существующих бизнес-процессов через интеграцию передовых технологий, соответствующих парадигме «Индустрии 4.0». Это включает в себя, в частности, формирование полноценных цифровых двойников производственных систем, развертывание современных платформенных решений для всеобъемлющего управления производством, а также разработку и внедрение высокоэффективных инструментов оптимизации взаимодействия со всеми ключевыми стейкхолдерами: заказчиками, поставщиками и собственной клиентской базой. Данные меры направлены на повышение производительности, снижение издержек и адаптацию к новым вызовам.

На территории Российской Федерации с 01.01.2022 действует ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий» [2]. Он играет существенную роль в формировании правового поля и регулирования внедрения цифровых двойников промышленных предприятий. Его основное значение заключается в установлении единой терминологии, определении базовых принципов, целей и архитектурных подходов к созданию и использованию цифровых двойников изделий. Тем самым создается стандартизированная основа для коммуникации между всеми участниками процесса – разработчиками технологий, промышленными предприятиями и регулирующими органами, что является первым шагом к правовой упорядоченности.

Также рассматриваемый документ выступает в качестве ориентира и основы для разработки конкретных нормативных актов и внутрикорпоративных стандартов. Он устанавливает общие положения, которые могут быть инкорпорированы в технические регламенты, стандарты организаций, методические указания и договоры при проектировании, производстве и эксплуатации изделий с использованием цифровых двойников. Это снижает риски разночтений и споров, связанных с качеством и соответствием создаваемых цифровых моделей.

Соответствие положением ГОСТа может быть требуемым условием для участия в государственных закупках, получения сертификации или выхода на определенные рынки, где цифровые двойники являются неотъемлемой частью технологического

процесса. Таким образом, он косвенно стимулирует предприятия к внедрению унифицированных подходов к цифровым двойникам, формируя лучшие практики и способствуя развитию отрасли в целом в рамках установленных стандартов. Таким образом можно отметить, что сегодня на территории Республики Беларусь и Российской Федерации действуют правовые документы, которые регулируют вопросы регулирования цифровых двойников на промышленных предприятиях в целом (таблица 1).

Таблица 1 – Правовые документы регулирующие внедрения цифровых двойников

	Республика Беларусь	Российская федерация
Название документа	Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы	ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения
Дата внедрения	02.02.2021	01.01.2022
Уровни регулирования	Стратегический	Нормативно-технический
Основное регулирование	Комплексное стимулирование и поддержка инициатив по цифровизации промышленных предприятий	Стандартизация создания и использования цифровых двойников на уровне конкурентного изделия
Преимущества	Программа выступает в качестве механизма всестороннего стимулирования и поддержки инициатив по цифровизации промышленных предприятий	Создает основу для коммуникации между всеми участниками процесса: разработчиками, промышленными предприятиями и регулирующими органами

Проведенный анализ государственного регулирования показал, что вопросы цифровизации и внедрения цифровых двойников на промышленных предприятиях активно поддерживается и регулируется на стратегическом и нормативно-техническом уровнях как Республике Беларусь, так и в Российской Федерации.

Таким образом, на территории обеих стран действует необходимые правовые документы, которые регулируют вопросы внедрения цифровых двойников, обеспечивая тем самым необходимую основу для дальнейшего развития цифровой экономики в промышленности.

Список использованных источников

1. ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180928> (дата обращения: 29.11.2025).

2. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы, 2 февр. 2021 г., № 66. – URL: <https://www.mpt.gov.by/ru/gosudarstvennaya-programma-cifrovoe-razvitie-belarusi-na-2021-2025-gody> (дата обращения: 29.11.2025).

ОТ ЦЕПОЧКИ СОЗДАНИЯ СТОИМОСТИ К ЭКОСИСТЕМЕ: УЧАСТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПЛАТФОРМЕННЫХ МОДЕЛЯХ

Грицевич С. А., старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Современные бизнес-экосистемы формируют новые модели ценности, основанные на взаимодействии предприятий разного технологического уровня. Интеграция низкотехнологичных предприятий и высокотехнологичного сектора, предлагающих взаимодействие с цифровыми платформами, позволяет перейти от линейной цепочки добавленной стоимости к динамичной сети совместного создания ценности. В такой модели традиционные предприятия выступают не только производственными партнерами, но и активными участниками инновационного процесса.

В мировой практике именно платформенные решения становятся ядром экосистем в бизнесе [1], обеспечивая обмен данными, использование открытых инноваций, гибкость и адаптивность. Для предприятий легкой промышленности, традиционно ориентированных на массовое производство, участие в платформенных моделях открывает новые возможности: кастомизацию, интеграцию с цифровыми сервисами и обретение новых конкурентных преимуществ.

Встраивание предприятий легкой промышленности в платформенные экосистемы требует стратегической адаптации, а не радикальной перестройки. Швейные и текстильные предприятия могут выступать в экосистемной модели межорганизационных взаимодействий в нескольких ключевых ролях:

- надежный производственный партнер, обеспечивающий оперативное выполнение заказов через цифровые каналы;
- локальный производственный хаб, сокращающий логистические издержки и ускоряющий реакцию на запросы рынка;
- инновационный интегратор, внедряющий цифровые инструменты управления;
- поставщик кастомизированных изделий, отвечающий на тренд массовой персонализации;
- эксперт по устойчивому производству, формирующий ценность через экологические и социальные практики.

Опираясь на мировой опыт межорганизационных взаимодействий с участием цифровых инструментов, следует выделить два базовых сценария интеграции для совместного создания ценностного предложения:

1. «Традиционный продукт + цифровая услуга» (например, физические изделия дополняются сервисами кастомизации, обратной связи и цифровой логистики и др.).
2. «Цифровой продукт + физическая услуга» (например, виртуальные примерочные и онлайн-консультации соединяются с ателье и индивидуальным пошивом и др.).

Оба варианта создают гибридные бизнес-модели, где ценность рождается на стыке материального производства и цифровой инфраструктуры. В формировании бизнес-экосистемы как новой формы взаимодействия участвуют не только производители и ИТ-компании, но и дизайнеры, логистика, маркетинг, финансовые партнеры, а также пользовательские сообщества. Это позволяет превысить границы классической цепочки поставок и создавать комплексное ценностное предложение.

В модели, где совместно созданное ценностное предложение выступает в качестве традиционного продукта и цифровой услуги, предприятие легкой промышленности

сохраняет свою производственную специализацию, но дополняет ее цифровыми сервисами. Через платформу клиенты получают доступ к кастомизации изделий, выбору тканей, фасонов и декоративных элементов. Заказы поступают напрямую в производственную систему, что позволяет оперативно запускать мелкосерийное производство. Преимущества будут заключаться в расширении рыночного охвата за счет цифровых каналов; снижении транзакционных и складских издержек; повышении лояльности клиентов через персонализированный сервис; возможности интеграции ESG-практик и отслеживания их эффективности. Швейное или текстильное предприятие становится не просто исполнителем заказа, а активным участником цифровой цепочки, способным адаптировать продукт под индивидуальные запросы.

В модели, где совместно созданное ценностное предложение выступает в качестве цифрового продукта с дополняющей его физической услугой, цифровая платформа выступает как основное средство взаимодействия с клиентом: виртуальные примерочные, стилистические редакторы, онлайн-консультации. Физическая услуга предоставляется швейным предприятием в виде индивидуального пошива, примерок и доработки изделий. Такое сочетание позволяет создать омниканальный клиентский опыт, где цифровая интерактивность дополняется высоким качеством традиционного сервиса. Преимущества для традиционного предприятия легкой промышленности будут отражены в усилении бренда через персонализированное взаимодействие; позиционировании в премиальном сегменте; участии в создании уникального продукта, формируемого совместно с клиентом; в росте доверия и вовлеченности аудитории. Текстильные и швейные предприятия в данном сценарии обеспечивают адаптацию виртуального дизайна к реальному материалу, усиливая ценность конечного изделия.

В двух предложенных вариантах взаимодействий предприятие легкой промышленности интегрируется в сеть создания стоимости, где цифровые технологии усиливают его традиционные преимущества. В модели с традиционным продуктом и цифровой услугой акцент делается на кастомизации и оптимизации производственной цепочки, а в модели с цифровым продуктом и физической услугой – на создании интерактивного опыта и персонализированном сервисе в реальном пространстве.

Каждая из представленных моделей позволяет не только повысить конкурентоспособность предприятия, но и создать дополнительную синергию с другими участниками экосистемы – будь то дизайнеры, логистические и маркетинговые компании или ИТ-партнеры. Такой подход расширяет возможности для инноваций, оперативной адаптации к требованиям рынка и формирования устойчивого преимущества в условиях быстро меняющейся цифровой среды.

Таким образом, интеграция предприятий легкой промышленности в платформенные модели демонстрирует переход от линейной логики «производство-заказ» к динамичной сети совместного создания ценности. Такая экосистема усиливает конкурентоспособность отрасли, обеспечивает адаптивность к цифровым вызовам, и в перспективе именно синергия низкотехнологичных и высокотехнологичных участников станет ключевым фактором развития глобальных бизнес-экосистем.

Список использованных источников

1. Грицевич, С. А. Методологические основы формирования экосистемного подхода: теоретический анализ / С. А. Грицевич // Экономические и социально-гуманитарные исследования. – 2022. – № 1(33). – С. 39–49.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ: К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ НОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

Дриганович Ю. А.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. филос. наук, доцент Булыго Е. К.

Аннотация. Статья обосновывает необходимость формирования экологического сознания как ключевой компетенции в современном высшем образовании. Рассматривается влияние изучения «зеленых» технологий на профессиональную мотивацию и ценности студентов.

Современная эпоха характеризуется усилением давления экологических факторов и необходимостью перехода к новым производственным стандартам, способствующим снижению антропогенного воздействия на природу. Развитие «зеленых» технологий играет решающую роль в индустриальной модернизации и адаптации предприятий к принципам устойчивого развития. В этих условиях ключевой задачей высшего образования становится формирование у будущих специалистов не только профессиональных знаний, но и принципиально новых компетенций, среди которых центральное место занимает экологическое сознание.

Сегодня экологическое сознание тесно связано с развитием ноосферного мышления, предполагающего осознание человека как направляющей силы планетарного масштаба, несущей ответственность за коэволюцию природы и общества. В свою очередь, идея глобального эволюционизма, как отмечал В. Степин, становится доминантой синтеза знаний в современной науке, формируя целостное научное видение, в центре которого – человек [1]. Таким образом, экологическое сознание представляет собой целостное миропонимание, интегрирующее интеллектуальные, ценностно-мотивационные и этические компоненты.

Формирование экологического сознания среди молодежи требует комплексного подхода, включающего обучение, воспитание и практику. Исследования показывают, что интеграция принципов устойчивого развития в деятельность компаний помогает развивать в молодых специалистах чувства социальной и экологической ответственности [2]. Они начинают осознавать, что их труд влияет не только на текущие производственные результаты, но и на долгосрочное состояние общества и природы в целом. Работа с энергосберегающими, ресурсосберегающими и безотходными технологиями формирует новое профессиональное мышление, направленное на минимизацию вреда окружающей среде и оптимизацию использования ресурсов. Воздействие «зеленых» технологий способствует смещению ценностных ориентиров с культуры потребления на созидание. Молодые специалисты начинают ценить не только экономическую эффективность, но и экологическую устойчивость, что отражается на их профессиональной этике.

Современное образование и программы поддержки «зеленых» инициатив способствуют воспитанию экологического сознания, которое в последствии интегрируется в профессиональную компетентность молодых специалистов. Примером может послужить задействование инструмента экологического волонтерства Программой развития Организаций Объединенных Наций (ПРООН), которая вместе с местными и национальными партнерами привлекает молодежь в регионах к решению экологических и социальных проблем. Это позволяет задействовать потенциал молодого поколения для разработки инновационных решений, направленных на снижение антропогенной нагрузки на экосистемы и продвижение экологического образа жизни.

Для эффективного восприятия ценностей устойчивого развития важное значение имеет образовательная среда, позволяющая интегрировать принципы развития экологического сознания в учебные курсы и профессиональные программы подготовки инженерных кадров. Современные образовательные учреждения активно внедряют модули по изучению «зеленых» технологий, экологическому менеджменту и другим направлениям, связанным с формированием экологического мышления. Такое обучение дает студентам знания и навыки, необходимые для реализации проектов, направленных на достижение экологических целей.

Для подтверждения теоретических положений было проведено анкетирование среди студентов Белорусского национального технического университета специальности «инженерная экономика». В опросе приняло участие 54 студента 1–4 курсов.

По его результатам, уровень личной вовлеченности молодежи в экологическую проблематику оказался высоким: почти половина опрошенных (48,1 %) отметили, что им близки идеи устойчивого развития и они активно следуют им в жизни. Еще 23 % в целом их поддерживают, и только 25,9 % относятся нейтрально. При этом, в образовательных программах был выявлен диссонанс между теоретической подготовкой и практическим опытом. Хотя 44,4 % респондентов считают присутствие дисциплин, связанных с экологией, в учебном курсе достаточным, большинство студентов (55,6 %) сталкивались с «зелеными» технологиями лишь в теории или в ходе экскурсий.

В целом, можно отметить положительное влияние, которое оказывает изучение «зеленых» технологий на восприятие студентами своей будущей профессии. Для 37 % опрошенных это сделало их специальность более современной, значимой и социально полезной, а для 24,1 % – открыло новые карьерные возможности. Это подтверждается и карьерными ожиданиями: 42,6 % назвали потенциал работодателя в области внедрения «зеленых» технологий и реализации экологических программ важным фактором при выборе рабочего места, наряду с такими факторами, как зарплата, бонусы, карьерный рост.

Полученные данные соответствуют выводам о том, что формирование экологического сознания у молодых специалистов носит ценностно-мотивационный характер, о чем свидетельствует высокий уровень личной вовлеченности в проблематику устойчивого развития. При этом важным является переход от теоретического ознакомления к реальной практической деятельности, поскольку был выявлен разрыв между осведомленностью в вопросах «зеленых» технологий и опытом их применения.

Таким образом, глобальные вызовы современности требуют кардинального переосмысления подходов к профессиональному образованию и развитию кадрового потенциала. Формирование экологического сознания становится одной из важнейших задач образовательного процесса, позволяя воспитать поколение профессионалов, обладающих глубокими знаниями и необходимыми компетенциями для построения экологически устойчивого и благополучного будущего.

Список использованных источников

1. Черникова, И. В. Глобальные вызовы XXI века: новая парадигма науки и образования // Вестник Томского государственного университета. Культурология и искусствоведение. – 2020. – № 37. – С. 78–86.

2. Ковальчук, А. Как «зеленые технологии» влияют на персонал // TheHRD. – URL: <https://thehrd.ru/articles/kak-zelenye-tehnologii-vlijajut-na-personal/> (дата обращения: 29.11.2025).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИНГВОМЕТОДИЧЕСКОГО НАПОЛНЕНИЯ УЧЕБНЫХ ПОСОБИЙ ПО РКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ-ИНЖЕНЕРОВ

Дыленок В. А., преподаватель-стажер,

Сидоренко А. В., преподаватель

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Анализируется лингвометодическое содержание трех учебных пособий по РКИ для инженеров различных профилей. Рассматриваются способы организации терминологии, типы технических текстов и методические решения, формирующие профессиональные речевые умения.

Развитие профессиональной коммуникативной компетенции иностранных студентов инженерных специальностей предполагает обращение к учебным материалам, отражающим специфику научно-технического дискурса. Характер их лингвометодического наполнения определяет, насколько успешно студенты осваивают языковые средства описания предметов, структур, процессов, характеристик и функциональных взаимосвязей, составляющих основу инженерного мышления. В качестве объекта исследования выбраны три пособия, различающиеся профессиональной направленностью и типом учебного материала: курс по информатике Т. В. Васильевой [1], пособие по основам технологии машиностроения О. Ю. Ваулиной, М. В. Горбенко, Е. В. Замятина, Н. В. Курикова, Е. В. Михалева, В. Ф. Скворцов, И. И. Тюрина [2] и учебное пособие для специальности «Автоматизация и управление» С. К. Мизанбекова [3]. Данный выбор обусловлен необходимостью проследить, каким образом реализуются общие принципы профессионально ориентированного обучения РКИ в учебной литературе и как отраслевые различия влияют на их лексическое, текстовое и методическое наполнение. Лексико-тематический компонент каждого пособия формируется вокруг ключевых понятий соответствующей дисциплины, однако принципы введения и освоения специальной лексики оказываются в значительной мере универсальными. В книге Т. В. Васильевой терминологический аппарат базируется на темах, связанных с основами теории информации, архитектурой ЭВМ, алгоритмами, структурой аппаратного и программного обеспечения, принципами работы операционных систем, сетевыми технологиями и вопросами информационной безопасности [1]. Тексты подобраны таким образом, что ключевые термины вводятся последовательно, а интернациональная лексика обеспечивает доступность материалов для англоговорящих студентов уровня В1–В2. Пособие С. К. Мизанбекова характеризуется широким тематическим охватом и включает в себя как фундаментальные основы автоматики и систем управления, так и прикладные вопросы функционирования приборов, регуляторов, микропроцессорных устройств и исполнительных механизмов [2]. Термины сгруппированы по функциональным блокам, что помогает студентам видеть общую структуру инженерной предметной области. Пособие по машиностроению, созданное коллективом томских авторов, опирается на трехчастную структуру и включает материалы по материаловедению, теории механизмов и основам технологического процесса. Характерной чертой этого курса становится высокая степень визуализации: существенная часть терминов закрепляется через составление или описание схем, таблиц, чертежей и номинативных планов, что является особенно эффективным для студентов с развитым визуально-логическим мышлением и позволяет быстрее переводить пассивный словарный запас в активное профессиональное употребление. Несмотря на отраслевую специфику, все пособия обучают работе с определениями, классификациями, обобщающими моделями и семантическими структурами, что присуще

любому виду инженерной деятельности. Жанрово-текстовая организация материала в трех пособиях обнаруживает значительную степень сходства. Независимо от специализации инженера, учебный процесс строится вокруг текстов описательного и объяснительного характера. Тексты пособия Т. В. Васильевой относятся преимущественно к учебно-научному и научно-популярному типу и представляют собой описания, объяснения и обзоры. Автор С. К. Мизанбеков включает более широкий спектр жанров: учебно-научные тексты, фрагменты технической документации, схемы, описания приборов и алгоритмов, что позволяет студентам работать с материалами, близкими к инженерной практике. В третьем пособии значительную роль играют схемы, чертежи и таблицы, которые сопровождаются текстами описательного характера; визуально-графическая часть становится равноправным элементом содержания и используется как источник информации вместе с текстом. Таким образом, несмотря на различие объектов описания, во всех пособиях прослеживается общая структура технического дискурса, включающая описание объектов и процессов, объяснение причинно-следственных связей и представление функциональных характеристик. Методическая структура пособий отражает разные акценты в развитии профессионально-ориентированных речевых умений. Наиболее выраженную коммуникативную и продуктивную направленность демонстрирует пособие С. К. Мизанбекова, где системно отрабатываются письменные академические жанры и устные формы профессиональной речи. Пособие машиностроительной направленности также активно развивает продуктивные виды речи, но делает фокус на многомодальных заданиях при умеренном количестве устных упражнений. Пособие Т. В. Васильевой, следуя концепции серии «Читаем тексты по специальности», делает основной акцент на развитии навыков чтения аутентичных научных текстов, например, понимания общего содержания, выделении ключевых понятий, анализе структуры и т. д. Модульная организация каждой темы включает последовательную работу с основным текстом, самостоятельные задания, вопросы для обсуждения и дополнительный материал, что создает основу для вариативной работы преподавателя. Во всех трех пособиях активно используются типичные для научного стиля грамматические конструкции, однако степень их целенаправленной отработки различается: в пособиях по автоматизации и машиностроению эти структуры выделяются в отдельные грамматические рубрики и закрепляются упражнениями, в пособии по информатике они осваиваются через многократное чтение аутентичных текстов. Таким образом, сравнительный анализ позволяет заключить, что различия предметных областей оказывают влияние на структуру материала, но не меняют общих принципов его организации. Все три пособия опираются на текстоцентричный подход, предусматривающий системное введение терминологии, использование типичных для научного стиля синтаксических моделей и включение элементов продуктивной речевой деятельности. Различается степень детализации и распределение акцентов между вербальным и графическим компонентами. Таким образом, изученные пособия формируют единое лингвометодическое поле, отражающее характер инженерного дискурса и задачи подготовки иностранных студентов технических направлений.

Список использованных источников

1. Васильева, Т. В. Информатика. Книга для учащегося : учеб. пособие по языку специальности / Т. В. Васильева. – СПб : Златоуст, 2012. – 136 с.
2. Мизанбеков, С. К. Профессиональный русский язык : учеб. пособие для студентов специальности 5В070200 – «Автоматизация и управление» / С. К. Мизанбеков ; Алматинский технологический университет. – Алматы : АТУ, 2016. – 166 с.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ПОДДЕРЖКИ ЦИФРОВОГО ЭКСПОРТА

Емельяненко Д. С., преподаватель

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматривается эволюция роли государственных и негосударственных институтов в развитии цифровой торговли. Особое внимание уделено практическим инструментам цифровизации экспортной деятельности. На основе международного опыта предложены рекомендации по совершенствованию национальной системы поддержки цифрового экспорта.

Глобальная цифровая трансформация международной торговли привела к кардинальному пересмотру традиционных подходов к организации экспортной деятельности. Цифровой экспорт становится не просто дополнительным каналом сбыта, а стратегическим направлением развития национальных экономик в условиях новой реальности. Для стран с формирующейся рыночной экономикой, включая Республику Беларусь, развитие цифрового экспорта представляет уникальную возможность для диверсификации внешней торговли, выхода на глобальные рынки малых и средних предприятий и наращивания валютных поступлений. Однако успешная интеграция в мировую цифровую торговлю требует формирования сбалансированной и адаптивной институциональной среды. Государственные институты трансформируются в соответствии с требованиями цифровой экономики. Экспортно-кредитные агентства (ЭКА) разрабатывают специализированные продукты для IT-сектора, выходя за рамки классического страхования рисков. Особое значение приобретает финансирование под залог нематериальных активов: интеллектуальной собственности, программного обеспечения и портфелей цифровых продуктов. Создание упрощенных «цифровых» кредитных линий для МСП, занятых в цифровом экспорте, способствует снижению барьеров при выходе на международные рынки.

Торговые представительства активно развивают «цифровую дипломатию», расширяя свои функции от традиционных бизнес-миссий до комплексного виртуального продвижения экспортеров. Это включает создание интерактивных B2B-платформ, проведение онлайн-мероприятий и использование социальных сетей для продвижения национальных цифровых брендов. Одновременно трансформируется аналитическая функция: теперь она включает мониторинг цифровых трендов, анализ поведения потребителей и информирование экспортеров о регуляторных изменениях в цифровой торговле.

Негосударственные институты проявляют повышенную гибкость в условиях динамичной цифровой среды. Отраслевые ассоциации, в частности Ассоциация «БелСофт», существенно расширяют сферу деятельности. Помимо лоббистских функций, они участвуют в разработке отраслевых стандартов, создании системы сертификации, формировании образовательных программ и развитии международного сотрудничества. Значимой инновацией выступает формирование аналитических центров, обеспечивающих участников рынка актуальными данными о глобальных тенденциях цифровой экономики.

Цифровые платформы становятся ключевым элементом инфраструктуры цифрового экспорта. Многоуровневые платформенные решения, от глобальных маркетплейсов до специализированных отраслевых B2B-платформ, предоставляют экспортерам доступ к готовой инфраструктуре для международных операций. Особенностью современных платформ является их способность интегрировать различные сервисы – от маркетинга и продвижения до логистики и расчетов, создавая комплексные экосистемы для цифровой торговли. Развитие платформенных решений позволяет малым и средним

предприятиям конкурировать с крупными корпорациями на глобальных рынках, демократизируя доступ к международной торговле. Современные аналитические сервисы на основе ИИ и машинного обучения трансформируют процессы принятия решений в экспортной деятельности. Эти системы анализируют глобальные рыночные тенденции в реальном времени, отслеживают изменения потребительских предпочтений и выявляют перспективные рыночные ниши. Особую значимость имеют прогнозные аналитические системы, которые на основе обработки больших данных способны предсказывать изменения рыночной конъюнктуры, оценивать потенциальные риски и оптимизировать экспортные стратегии. Инструменты конкурентной разведки с использованием искусственного интеллекта позволяют компаниям в режиме реального времени отслеживать действия конкурентов, анализировать их ценовую политику и маркетинговые подходы. Цифровизация административных процедур достигает нового уровня благодаря внедрению сквозных технологий. Электронный документооборот формирует единое торговое пространство для обмена юридически значимыми документами. Технологии распределенных реестров обеспечивают прозрачность цепочек поставок, автоматизируют таможенные процессы и снижают риски мошенничества. Интеграция платформ предтаможенного декларирования с системами управления поставками повышает эффективность логистики и сокращает сроки таможенного оформления. В условиях цифровизации кибербезопасность приобретает стратегическое значение для международной торговли. Современные системы защиты охватывают все этапы экспортных операций – от охраны интеллектуальной собственности до безопасности расчетов. Соответствие международным стандартам защиты данных, включая GDPR, становится обязательным условием доступа на мировые рынки. Активно развивается государственно-частное партнерство: создаются центры мониторинга кибератак, формируются отраслевые стандарты и методические рекомендации для экспортеров. Международный опыт демонстрирует эффективность моделей поддержки цифрового экспорта, основанных на государственно-частном партнерстве, где государство формирует нормативную базу и инфраструктуру, а бизнес генерирует инновации. Перспективным инструментом являются экспериментальные правовые режимы, позволяющие тестировать цифровые решения в условиях специального регулирования. Для формирования конкурентоспособной системы поддержки цифрового экспорта целесообразно реализовать следующие меры:

1. Создание специализированного фонда финансирования цифрового экспорта с адаптированными под специфику цифровых активов механизмами оценки и управления рисками.
2. Разработка национальной стратегии, координирующей действия участников экосистемы и стимулирующей экспорт продукции с высокой добавленной стоимостью.
3. Внедрение системы «единого цифрового окна», интегрирующей сервисы аналитики, таможенного и налогового администрирования.
4. Укрепление международного сотрудничества в области гармонизации стандартов цифровой торговли и взаимного признания электронных документов.
5. Создание образовательных программ и центров компетенций для подготовки специалистов в области цифрового экспорта.

Список использованных источников

1. Digital Economy Report 2024 : доклад о цифровой экономике / UNCTAD. – Geneva : United Nations, 2024. – 215 p. – URL: https://unctad.org/system/files/official-document/dtlecdeinf2024d1_en.pdf (дата обращения: 20.11.2025).

ИННОВАЦИОННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ ПОТОКАМИ В ГЛОБАЛЬНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Ечь В. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: магистр экон. наук, старший преподаватель Зиневич А. С.

Аннотация. В статье проанализированы недостатки традиционных систем международных платежей в контексте финансовой логистики Беларуси. В качестве инновационного решения предлагается внедрение национальной блокчейн-платформы и использование регулятивных песочниц.

Благодаря цифровизации глобальной логистики ежегодно увеличивается объем международной торговли, одним из главных факторов развития которой является международные платежи. Все компании заинтересованы в том, чтобы расчет проходил быстро, надежно и с минимальными процентами. На данный момент наиболее популярны являются международные платежи, осуществляющиеся посредством перевода, аккредитива и инкассо, которые имеют ряд недостатков и преимуществ.

Международные платежи – это переводы денежных средств между резидентами разных стран либо между резидентами и международными организациями [1].

В Республике Беларусь международные платежи осуществляются с помощью банковских переводов, аккредитивов, инкассо. Каждый из представленных способов имеет свои специфические преимущества и недостатки. Банковский перевод является наиболее дешевым и быстрым, но менее безопасным при получении и отправке средств. Инкассовая форма платежа более безопасна, потому что все документы циркулируют в электронном виде в рамках банка. Но данная система более дорогостоящая и менее быстрая. Аккредитивная форма расчетов наиболее безопасна, более длительная и гарантирует получение денежных средств, но наиболее дорогостоящая [2, с. 297].

Рассмотрим наиболее динамично развивающиеся технологии в сфере финансов, одной из них является Fintech, осуществляющая свою деятельность посредством Fintech-платформ. Большая доля на финтех-карте приходится на организации и проекты, относимые к категориям платежных сервисов и денежных переводов, а также разработчиков программного обеспечения для финтех-сегмента. В данную категорию включены не только сервисы платежей, разработанные белорусскими организациями, но и банковские, а также зарубежные решения (SamsungPay, ApplePay, GarminPay).

Особое влияние на развитие технологий в сфере финансов повлиял Декрет № 8 «О развитии цифровой экономики», который поспособствовал появлению на белорусском финансовом рынке криптобирдж и криптообменников, особую роль в трансформации финансовой сферы сыграл Национальный банк Республики Беларусь. Это позволило получить дистанционный доступ к финансовым услугам, развитию кибербезопасность посредством открытия Центра мониторинга и реагирования на компьютерные атаки в кредитно-финансовой сфере, запуску реестра банковских гарантий [3, 4]. Современные финтех-решения сокращают время и трудозатраты персонала, исключают ошибки и снижают риски. А также предоставляют полную картину финансов 24/7 и упрощают управление и повышают эффективность бизнеса [5]. Еще одна система основана на смарт-контрактах и распределенных. Смарт-контракты, представляющие собой компьютерные алгоритмы для автоматического исполнения договорных условий, работают на базе доверенных децентрализованных платформ, что обеспечивает бесперебойное взаимодействие сторон без участия традиционных посредников. Данная технология

обеспечивает не только автоматическую проверку соблюдения всех условий соглашения, но и создает неизменяемую и прозрачную запись каждой операции в реестре, значительно повышая общий уровень безопасности и достоверности данных. Инновационные финансовые инструменты осуществляются и внедряются для удовлетворения специфических потребностей бизнеса и его клиентов. Данные технологии захватывают большой спектр возможностей. Внедрение инноваций традиционно требует от компаний больших финансовых вложений. Также предприятия также должны быть готовы к экспериментам и быстроменяющемуся рынку, что влечет за собой быстрое обучение, разработку новых бизнес-моделей, которые могут полностью изменить традиционные подходы к ведению бизнеса [6]. Традиционные инструменты международных платежей, сохраняя свою роль, достигли предела эффективности в условиях цифровой экономики имея большое количество недостатков. В этом контексте технология блокчейн и связанные с ней инновации представляются не просто альтернативой, а закономерным этапом эволюции финансовой логики. Инновационный потенциал для Республики Беларусь заключается в переходе от точечного внедрения блокчейн-решений к созданию целостной экосистемы цифровых платежей. Перспективным направлением является разработка и запуск национальной блокчейн-платформы для внешнеэкономической деятельности. Такой шаг позволит не только автоматизировать, но и создать сквозную цифровую среду для взаимодействия банков, таможни, логистических операторов и предприятий-экспортеров. Ключевой инновацией в рамках данного исследования предлагается использование «регулятивных песочниц» (regulatory sandboxes) Парка высоких технологий для апробации более смелых решений. В их числе – пилотные проекты по использованию стейблкоинов для расчетов с азиатскими партнерами, где традиционные корреспондентские сети наименее эффективны, а также ускоренное тестирование модели цифрового белорусского рубля (CBDC) для клиринга в рамках ЕАЭС. Это позволит Беларуси не просто догнать мировые тренды, а занять нишу регионального хаба для отработки и экспорта передовых решений в сфере финансовой логики, превратив существующие вызовы в стратегическое конкурентное преимущество.

Список используемых источников

1. Международные платежи // InvestFuture. – URL: <https://investfuture.ru/articles/mezh-dunarodnye-plate-zh-i> (дата обращения: 17.11.2025).
2. Ечь, В. С. Сущность и роль международных платежей в современной финансовой логистике/ В.С. Ечь// Материалы V Междунар. Межфил. науч. конф., г. Минск, 16–18 окт. 2025 г./ Мин. фил. РЭУ им. Плеханова; редкол.: А. Б. Елисеев [и др.]. – Мн., 2025. – С. 297–299.
3. О развитии цифровой экономики : Декрет Президента Респ. Бел., 21 дек. 2017 г. № 8: с изм. и доп. вступ. В силу с 28 марта 2018 г. // ЭТАЛОН : информ.-поисковая системе (дата обращения: 18.11.2025).
4. Голикова, А. С. Экосистема финтех-Республики Беларусь: основные участники и особенности развития / А. С. Голикова // Национальный банк Республики Беларусь. – URL: <https://www.nbrb.by/bv/pdf/articles/10905.pdf> (дата обращения: 19.11.2021).
5. Белорусский бизнес ускоряет внедрение финтех-решений для управления финансами // MYFIN. – URL: <https://myfin.by/article/events/beloruskij-biznes-uskoraet-vnedrenie-fintekh-resenij-dla-upravlenia-finansami-36651> (дата обращения: 19.11.2025).
6. Инновационные финансовые инструменты в современном бизнесе // Culturalroutes. – URL: <https://culturalroutes.ru/innovacii-i-diversifikacija/innovacionnye-finansovye-instrumenty-v-sovremennom-biznese> (дата обращения: 19.11.2025).

Жуковская К. В., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Короткевич Л. М.

Аннотация. Рассматриваются этапы стратегического планирования, анализ внутренней и внешней среды, а также внедрение инновационных технологий. Особое внимание уделяется использованию информационных и цифровых решений для повышения эффективности и конкурентоспособности. В работе представлены рекомендации по формированию стратегии, обеспечивающей долгосрочное устойчивое развитие.

Разработка стратегии развития промышленного предприятия является важнейшим аспектом обеспечения его устойчивого функционирования, повышения конкурентоспособности и долгосрочного роста в условиях динамично меняющейся рыночной среды. В условиях современного глобализационного процесса, технологической революции и усиления конкуренции предприятия сталкиваются с необходимостью стратегического переосмысления своей деятельности, поиска новых бизнес-моделей и внедрения инновационных решений. Именно поэтому вопрос формирования эффективной стратегии становится актуальным и требует системного научного подхода. Объектом исследования является промышленное предприятие как целостная производственная и управленческая система. Он включает в себя производственные мощности, управленческую структуру, технологические процессы, кадровый потенциал и материально-техническую базу. Объектом является сама стратегия развития этого предприятия – совокупность целей, приоритетных направлений и конкретных мероприятий, реализуемых для достижения стабильного роста и конкурентных преимуществ. Предметом исследования является непосредственно процесс разработки и реализации стратегии развития промышленного предприятия. Он предполагает системное изучение текущего состояния предприятия, выявление его сильных и слабых сторон, угроз и возможностей внешней среды, а также формирование платформы для долгосрочного развития. Цели исследования состоят в создании комплексной, реалистичной и адаптивной стратегии развития промышленного предприятия, которая обеспечит его долгосрочную конкурентоспособность, устойчивое развитие и прибыльность. В их числе – определение приоритетных направлений модернизации производства, увеличение производственной эффективности, снижение издержек, расширение рынков сбыта и внедрение инноваций. Методика исследования основана на комплексном подходе, включающем использование методов системного анализа, SWOT-анализа, PEST-анализа и моделирования сценариев развития. Такой системный и многоаспектный подход обеспечивает получение обоснованных и четких рекомендаций по формированию стратегии развития. В заключение можно сказать, что формирование стратегии развития промышленного предприятия – сложный и многоступенчатый процесс, требующий учета множества факторов и использования современных методов анализа.

Список используемых источников

1. Короткевич, Л. М. Разработка стратегии устойчивого развития машиностроительного предприятия. – URL: <https://rep.bntu.by/handle/data/28498> (дата обращения: 24.11.2025).

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЭС: ОТ САРКОФАГА К РЕАКТОРАМ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ СО СВИНЦОВЫМ ТЕПЛОНОСИТЕЛЕМ

Жудро М. М., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Секацкий Д. А.

Аннотация. В статье обосновывается важность комплексного подхода для повышения эффективности энергетической безопасности АЭС. Проведен сравнительный анализ трех ключевых этапов развития инженерно-технологических систем, направленных на защиту человека и экологии: от пассивной локализации аварий – к активному предотвращению – и, наконец, к созданию принципиально новых конструкций генерации, исключающих саму возможность инцидентов.

Энергетическая безопасность атомных электростанций представляет собой комплексную систему инженерно-технологических и организационно-экономических мер, направленных на обеспечение бесперебойной и экономически эффективной работы при соблюдении всех требований безопасности для жизни человека и экологии. В условиях роста глобальной энергетической нестабильности и ужесточения экологических стандартов значение надежности эксплуатации АЭС многократно возрастает [1]. Современные вызовы требуют новых подходов к управлению безопасностью, сочетающих традиционные практики и инновационные инженерно-экономические решения.

Эволюция систем безопасности атомных электростанций прошла три знаковых этапа: от вынужденной консервации последствий в Чернобыле, через превентивное сдерживание угроз с помощью конструирования инженерно-технологических ловушек расплава (Островецкая АЭС) и БРЕСТ – воплощение будущего, где сама конструктивно-эксплуатационная природа реактора гарантирует его благополучие. После аварии 1986 года объект «Укрытие» (саркофаг) стал первым масштабным решением по локализации последствий [3]. Саркофаг («Укрытие») представляет собой гигантский защитный барьер, изолирующий разрушенный реактор [3]. Это решение стало вынужденной мерой в условиях катастрофического радиационного загрязнения, когда иные варианты были невозможны и инженерной мысли не известны [1]. Его ключевая функция – немедленное предотвращение выброса радиоактивных частиц в атмосферу путем консервации опасных материалов [3]. Стоимость первоначального саркофага составила 400 млн советских рублей (при курсе советского рубля на тот момент времени к доллару США около 0,67), однако его ограниченный срок службы потребовал строительства Нового безопасного конфайнмента стоимостью ~2,1 млрд евро [3]. Экономический ущерб от аварии превысил 235 млрд долларов, что демонстрирует крайнюю неэффективность инженерно-технологического подхода борьбы с последствиями вместо их предотвращения [1]. Основным недостатком – ориентация на ликвидацию последствий вместо предотвращения аварий. Это тупиковый путь, доказавший необходимость принципиально новых подходов к безопасности [1, 3]. Ловушка расплава функционирует как «страховой полис». Главная ее цель – не допустить попадания радиоактивных материалов в грунт и атмосферу. Если случится невероятное – топливо расплавится – эта ловушка должна его поймать, охладить и удержать. [5]. На Белорусской АЭС используется ловушка расплава корпусного типа, способная удержать и охладить до 800 тонн кориума. Ловушка работает без участия человека – за счет физических принципов (гравитации, свойств материалов). Затраты на систему составляют 3–5 % от стоимости энергоблока, что многократно

окупается предотвращением потенциального ущерба [4]. Для сравнения: стоимость ловушки расплава (~50–70 млн \$) в 30 раз меньше затрат на новый саркофаг Чернобыльской АЭС [3, 4]. БРЕСТ – это российский проект реакторов естественной безопасности на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем, двухконтурной схемой отвода тепла к турбине и использованием перегретого пара и является инженерной революцией в безопасности для жизни человека и экологии. Если в обычных реакторах нужно постоянно «сдерживать» цепную реакцию, то в БРЕСТЕ сама конструктивно-эксплуатационная его природа не дает появлению неуправляемой реакции. Инновационный проект «Реакторная установка БРЕСТ-ОД-300» реализуется в России (г. Северск) [2]. «РЕСТ-ОД-300» – это опытно-демонстрационный энергоблок тепловой мощностью 700 МВт.

Новая технология БРЕСТ исключает возникновение тяжелых аварий на физическом уровне, что представляет собой качественный скачок от предотвращения к исключению аварийных ситуаций [2,4]. Основные преимущества БРЕСТа:

А. Конструктивные особенности:

- свинцовый теплоноситель: не горит, не взрывается, не вступает в бурные реакции с водой и воздухом (в отличие от воды в Чернобыле или натрия в других быстрых реакторах);

- замкнутый топливный цикл: реактор «дожигает» собственные отходы, сокращая объем радиоактивных отходов.

Б. Принципы безопасности:

- естественная безопасность (самозатухание): при перегреве реактор самозатухает – без действий оператора и систем аварийной защиты;

- пассивные системы охлаждения.

В. Экономические преимущества:

- сокращение эксплуатационных расходов;

- снижение затрат на топливный цикл.

Долгосрочная выгода: это инвестиция в технологию будущего, которая решает разом несколько проблем: безопасность, топливо, отходы. Таким образом, можно сделать вывод о том, что изучение эволюции инженерно-экономических подходов к проектированию, строительству и безопасной эксплуатации АЭС демонстрирует последовательный переход от пассивной локализации последствий (саркофаг) через активное предотвращение аварий (ловушка расплава) к созданию систем с внутренне присущей безопасностью (БРЕСТ) посредством технологий исключения аварий. Дальнейшее развитие энергетической безопасности АЭС требует интеграции передовых технологий, совершенствования нормативной базы и укрепления международного сотрудничества. Приоритетными остаются задачи по обеспечению кадрового потенциала и повышению уровня общественного доверия к атомной энергетике. Реализация предложенных мер позволит гарантировать стабильность энергоснабжения и соответствие растущим требованиям к предсказуемости энергетической безопасности эксплуатации АЭС для жизни человека и экологии.

Список использованных источников

1. МАГАТЭ. Safety Standards Series No. SSR-2/1 // International Atomic Energy Agency. – Вена, 2023. – 85 с.
2. Росатом. Отчет по проекту БРЕСТ-ОД-300. – М.: Росатом, 2022. – 156 с.
3. Чернобыльский фонд. Отчет о реализации проекта НБК. – Киев, 2021. – 204 с.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИИ В ОБУЧЕНИИ ИНЖЕНЕРОВ И ЭКОНОМИСТОВ

Зайцев Н. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Гринцевич Л. В.

Аннотация. Статья посвящена исследованию возможностей применения искусственного интеллекта в образовании и экономике. Анализируются перспективы интеграции ИИ в подготовку инженеров и экономистов, рассматриваются методологические аспекты обучения работе с системами искусственного интеллекта.

Сегодня мы видим значительное увеличение внимания со стороны публики к проблемам, связанным с искусственным интеллектом. Понятие «искусственный интеллект» широко проникло во все сферы средств массовой информации. Если проследить историю развития этой научной области, то можно заметить повторяющуюся модель: вспышки ажиотажа вокруг ИИ, как среди обывателей, так и в академической среде, которые сменяются продолжительными периодами снижения активности из-за разочарования и отсутствия конкретных достижений. Сегодняшняя система образования нуждается в корректировке под нужды стремительно развивающейся цифровой среды. Эта задача особенно важна при подготовке кадров инженерного и экономического профиля – тех специалистов, чья работа напрямую зависит от внедрения новых технологий и принятия эффективных управленческих решений. Благодаря искусственному интеллекту появляются принципиально новые перспективы для изменения подхода к обучению, дающие шанс формировать индивидуальные программы развития и приобретать реальный опыт использования современных инструментов. ИИ дает шанс произвести сложные схемы работы экономических структур. В аграрном секторе его использование помогают предсказывать погоду, а также наилучшим образом применять воду и питательные вещества для растений. На дорогах и в логистике умные комплексы управляют движением машин, находят самые выгодные пути следования и улучшают защищенность на трассах. Увеличение потенциала искусственного интеллекта ведет к возникновению перспективных отраслей, способных радикально преобразовать экономику. Так, платформа, использующая технологии искусственного интеллекта, обеспечивает более продуктивное взаимодействие мировых рынков и предоставляет малому бизнесу возможность выхода к международной аудитории. Несмотря на значительные достижения, развитие искусственного интеллекта также поднимает этические и социальные вопросы, такие как конфиденциальность данных, рабочие места и ответственность алгоритмов. Немаловажным вопросом также остается использование ИИ в процессе обучения.

Рассмотрим некоторые (первичные) аспекты содержания обучения ИИ. Как уже было показано во введении, в настоящее время законодательство не предусматривает требований к компетенциям в области ИИ. Так чему же следует учить студентов сегодня? Похоже, что применению ИИ следует обучать в задачах, которые человеческий интеллект не способен решить. Важно, чтобы будущий инженер применял знания и навыки, которыми он уже овладел, в рамках своей специальности, используя систему поддержки принятия решений, которая является одним из направлений развития искусственного интеллекта [1]. Следуя этому подходу, можно совместить производительность машинного интеллекта и теоретические знания человеческого, что значительно скажется на результате работ.

В настоящее время системы машинного обучения демонстрируют высокую эффективность в рекомендательных сервисах, используя метод индукции: алгоритмы изучают обширные массивы данных, выявляют в них устойчивые паттерны и используют полученные знания для прогнозирования в новых обстоятельствах. Этот подход хорошо применим в социальных областях, таких как реклама, маркетинг и социология, где требуется учитывать сложные и трудноформализуемые человеческие предпочтения. Обработка такого рода данных наиболее результативна с помощью вероятностных моделей и статистических методов, поскольку они способны учесть непредсказуемость связей между различными факторами. Напротив, в фундаментальных науках, где знания представлены в форме четких законов и математических уравнений, более целесообразен дедуктивный подход. В этом случае системы искусственного интеллекта могут эффективно поддерживать процесс принятия решений, основываясь на общепризнанных научных принципах и доказанных закономерностях [2]. В рамках современного инженерного образования искусственный интеллект создает новые горизонты для оптимизации учебного процесса. Необходимо акцентировать внимание на том, что ИИ призван дополнять самостоятельное обучение студентов, выступая в роли действенного инструмента в процессе освоения знаний.

Интеллектуальные тренажеры и виртуальные лаборатории вызывают особенный интерес. к примеру, с использованием ИИ возможно генерировать реалистичные модели энергетических систем, в которых параметры динамически изменяются в ответ на действия обучающегося. Эти имитаторы обеспечивают безопасную практику управления сложными техническими системами, исключая риск повреждения настоящего оборудования. Преподавателям ИИ также оказывается ценным помощником, так как способен оценивать рутинные расчеты и решать типовые задания, высвобождая время для более глубокого взаимодействия со студентами. При работе над проектами интеллектуальные системы могут предлагать различные варианты технических решений и актуальные нормы, способствуя развитию инженерного мышления.

Текущей задачей высшего технического образования и на ближайшее будущее является подготовка специалистов для использования инструментов искусственного интеллекта. Уже доступен искусственный интеллект, который может быть успешно интегрирован в процесс инженерного образования (Тот же Gemini или ChatGPT 4.5). Именно такой ИИ и нужен, выступая в качестве инструмента поддержки принятия решений, предлагающего возможные решения проблемы. к примеру, в CAD-системах есть возможность модифицировать детали под существующие производственные процессы и определять затраты на изготовление прямо во время проектирования, предоставляя студентам возможность выбора оптимальных конструкторских и технологических решений с точки зрения экономической эффективности. Интеграция работы с ИИ в учебный процесс должна не только улучшить текущие навыки студентов, но и создать новые компетенции, способствующие комплексному подходу к решению проблем оптимизации в разных областях техники.

Список использованных источников

1. Левин, Б. А. Искусственный интеллект в инженерном образовании / Б. А. Левин, А. А. Пискунов, В. Ю. Поляков, А. В. Савин // Высшее образование в России. – 2022. – № 7. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-inzhenernom-obrazovanii> (дата обращения: 27.11.2025).
2. Олимов, Н. А. Использование искусственного интеллекта в цифровой экономике / Н. А. Олимов // Открытое образование. – 2025. – № 2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-v-tsifrovoy-ekonomike> (дата обращения: 27.11.2025).

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ КРИЗИС И СТАРЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ: ПРИЧИНЫ, ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЯПОНИИ)**Захаренко С. К., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Пономарева Н. П.

Аннотация. Исследуется демографический кризис и старение населения в Японии. Анализируются ключевые причины депопуляции, социально-экономические последствия и оцениваются меры, предпринимаемые японским правительством для решения данного демографического кризиса.

Демографическая динамика в современном мире характеризуется нарастанием кризисных явлений, которые имеют разнонаправленный характер. Под демографическим кризисом может пониматься как убыль населения, так и перенаселение территорий. В случае убыли населения, наблюдается обстановка, при которой в государстве или регионе идет спад рождаемости, находящийся ниже уровня естественного прироста населения, а также ниже уровня смертности [1].

Демографические сдвиги происходят почти во всех регионах мира. Одним из самых ярких примеров подобного кризиса служит Япония, которая находится в состоянии устойчивой депопуляции. Эта страна в 2010 году достигла пика численности населения в 128,2 млн человек, однако на сегодняшний день население страны снизилось до 123 млн человек и продолжает двигаться в этом направлении. Недавно Япония была потрясена новым рекордным числом умерших за год людей. За 2024 год население уменьшилось на 900 тыс. человек, основная причина тому – послевоенное поколение бэби-бумеров постепенно стареет, а новое поколение не рождается. Считается, что для поддержания нынешнего количества населения показатель рождаемости должен быть 2,1, а в Токио этот показатель составляет 0,99, что потенциально грозит уменьшению населения в 2 раза [2].

Также можно выделить еще несколько причин демографического кризиса в этой стране:

1. Уменьшение количества пар в браке. В 90-х годах примерно 2,6 % мужчин и 4,45 % женщин в возрасте 45–55 лет никогда не были женаты, к 2020 году эти показатели изменились – 28 % и 17 % соответственно. Многие молодые пары начали откладывать брак из-за нестабильной финансовой ситуации, после резкого ухудшения экономического положения Японии в начале 90-х.

2. Бесперывный труд японцев: социальная модель Японии основана на культуре непрерывного труда, что требует полной самоотдачи в карьере и ограничивает возможности для личной жизни. Стандартный рабочий день часто длится с 6:00 до 22:00. Для женщин отсутствуют декретные отпуска, во многих компаниях женский рабочий день ничем не отличается от мужского.

3. Отсутствие знакомств: раньше в Японии практиковалось свидание по знакомству с целью женитьбы или же сватовство. Сейчас же эта культура не так популярна.

4. Экономическая нестабильность и кризис мужской роли: все больше мужчин не имеют гарантий стабильной занятости, регулярной зарплаты и хорошей пенсии, что лишает их чувства материальной готовности к созданию семьи.

5. Нынешнее общество построено для одиноких людей: в Японии очень много квартир и ресторанов для одного человека [3].

Таким образом, данные проблемы привели к следующим последствиям:

1. Стареющее общество: ни одна страна не стареет с той же скоростью, что Япония. Рабочая сила сокращается и замедляется экономический рост. Государству приходится тратить больше денег на выплату пенсий, здравоохранение, что приведет к повышению налогов.

2. Сельские районы и малые города стремительно пустеют, так как молодежь массово переезжает в крупные мегаполисы.

3. Миграция специалистов: при высоком уровне жизни размер заработной платы не устраивает молодых специалистов. Это приводит к миграции рабочих кадров, например, в США, где зарплата в несколько раз выше.

4. Сокращение численности армии: набор в вооруженные силы становится более трудным процессом, так как парней призывного возраста все меньше [4].

В свете складывающейся ситуации экс-премьер-министр Японии Фумио Кисида в 2023 году заявил: «Правительство сделает общей целью своей политики создание общества, где в приоритете – дети». В перечень предлагаемых правительством мер входит увеличение размера детских пособий, расширение финансовой поддержки молодых семей, создание системы налоговых вычетов и жилищных субсидий для молодых семей, частичное или полное покрытие расходов на лечение бесплодия.

Также государство усилило привлечение и удержание иностранной рабочей силы, особенно в таких отраслях, как строительство и здравоохранение. Это осуществляется за счет увеличения лимита пребывания в стране с 3 до 5 лет, а также выдачи большого количества краткосрочных виз. Особое внимание уделяется привлечению иностранных студентов через специальные визовые программы, позволяющие трудоустроиться после завершения образования. На данный момент 10 % проживающей в Токио молодежи родились за границей, а в провинции доля иностранного населения превышает 15 % [5].

Решением проблемы знакомств может стать развитие приложения для знакомств. В Японии на 2025 год каждая четвертая женатая пара впервые начали общаться через интернет. Такой вид знакомств на данный момент лидирует, так как многие японцы говорят, что у них нет времени и мест, где еще можно это сделать.

А для компенсации нехватки кадров продвигается идея повышения пенсионного возраста и создание условий для продолжения трудовой деятельности гражданами старшего возраста. Также идет активное внедрение роботизации и автоматизации в уходе за пожилыми, в медицине и на производстве.

Стоит отметить, что эффективность этих мер пока ограничена. Прошлые инициативы не привели к устойчивому росту рождаемости, а увеличение расходов на оборону создает конкуренцию за финансовые ресурсы, которые могли бы быть направлены на поддержку семей.

Список использованных источников

1. Довгулева, Н. А. Демографический кризис: причины и последствия/ Н. А. Довгулева // Актуальные исследования – февраль 2024. – № 7. – С. 189.

2. Worldometer – real time world statistic: Japan Population (LIVE). – URL: <https://www.worldometers.info/world-population/japan-population/> (date of access: 25.11.2025).

3. Meguro Yoriko Why Japan's Family Policies Have Failed: A Gender Perspective on the Demographic Crisis. – URL: <https://www.nippon.com/ru/in-depth/d00906/> (date of access: 25.11.2025).

4. Гайко, М. Япония смирилась с демографической катастрофой. – URL: <https://octagon.media/mir/> (дата обращения: 24.11.2025).

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРОЕКТОВ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Зинчук С. А., студент,
Атрошенко К. В., студент,
Шман Е. А., студент

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. В работе анализируются методы оценки инвестиционных проектов возобновляемых источников энергии в аналогичных проектах Беларуси и других стран. Рассмотрены финансовые показатели (NPV, IRR, PBP, LCOE), технологические, географические и институциональные факторы, определяющие успех проектов.

Когда инвестор рассматривает возможность вложить деньги в проект возобновляемой энергетики, перед ним встает законный вопрос: будет ли этот проект приносить доход? На фоне растущих инвестиций в чистую энергетику – более 800 миллиардов долларов ежегодно – становится ясно, что многие инвесторы уже нашли ответ. Однако каждый конкретный проект требует внимательного рассмотрения. Его привлекательность зависит от факторов распространения: от расчетных финансовых показателей до географического расположения и государственной поддержки.

Начнем с финансовых показателей, которые оказывают влияние на любые инвестиционные решения. Первая и самая серьезная из них – чистая приведенная стоимость (NPV). Это показывает, что сегодняшние инвестиции станут богатством в будущем. Если NPV положительна, проект обещает прибыль; если отрицательна – инвестор понесет убыток. Второй показатель, внутренняя норма рентабельности (IRR), отвечает на вопрос: какой годовой процент доходности можно ожидать? Например, проект с IRR в 12 % обычно считается привлекательным, тогда как IRR в 5 % может быть недостаточным. Срок окупаемости (PBP) – это просто ответ на вопрос «за сколько лет вернутся мои деньги?». Наконец, уравниваемая стоимость энергии (LCOE) показывает, что обходится каждый киловатт-час электроэнергии во всем жизненном цикле проекта. Этот показатель особенно значим при рассмотрении разных типов энергетики: в 2024 году солнечные станции будут производить электроэнергию за 0,043 доллара за киловатт-час, что делает их конкурентоспособными с ископаемыми источниками.

Однако финансовая формула – лишь часть истории. Технологический прогресс радикально меняет привлекательность проектов. За последние 14 лет стоимость солнечных панелей упала на 86 процентов, ветровых турбин – на 40 процентов. Это означает, что инвесторы, рассчитывавшие проект пять лет назад, могли бы удивиться, прочитав цены сегодня, – и не сдвинулись в сторону из-за сильной конкуренции. География играет не менее решающую роль. Солнечная станция в солнечной Испании будет гораздо привлекательнее, чем в облачной местности. Беларусь, например, обладает умеренным потенциалом как для солнца, так и для ветра. Крупнейшая ветровая электростанция страны – Новогрудский ветропарк мощностью 106 МВт, ежегодная выработка 22 миллиона киловатт-часов и экономия 700–800 тысяч долларов в год на газе.

Государственная поддержка повышает привлекательность проектов. В Беларуси правительство планирует развивать солнечную энергетику посредством льгот и субсидий для небольших установок. Европейский союз, напротив, имеет несколько масштабных программ поддержки: в 2024 году в ЕС установлены 66 гигаواتт новых солнечных мощностей и 19 гигаватт ветровых. Наличие локальной занятости – дорог, линий

электропередачи, хранения энергии – делает проект независимым или затрудняет его реализацию.

Таким образом, привлечение проекта возобновляемых источников энергии обеспечивает переплетение окружающей среды. Проект с различными возможностями показателей может потерпеть неудачу без государственной поддержки. Технологически совершенная солнечная станция остается убыточной в местности, неподвергнутой месту. Именно поэтому инвестиционная привлекательность требует комплексного анализа: точные финансовые расчеты должны учитывать динамику технологий, особенности региона и политическую революционную политику государства, поддерживающую переход к чистой энергетике. Когда эти элементы сливаются вместе, проект становится действительно выгодным как для инвесторов, так и для общества.

Помимо основных показателей, инвестору необходимо учитывать риски, которые могут повлиять на финансовый результат. Изменения в законодательстве, колебания цен на оборудование, задержка в строительстве – все это реальный риск для проекта. Анализ чувствительности помогает понять, насколько сильное изменение одного фактора влияет на NPV и IRR. Например, если стоимость солнечных панелей неожиданно возрастет на 15 процентов, может ли проект стать прибыльным? Именно такие вопросы должны задавать себе инвесторы до подписания контракта.

Кроме того, важно помнить, что возобновляемые источники энергии часто требуют системы накопления энергии, которая требует затрат, но в большинстве случаев обеспечивает стабильность энергоснабжения. Батареи и системы хранения становятся все дешевле – за последние 10 лет их цена упала на 89 процентов, – что открывает новые возможности для проектов, которые раньше казались нерентабельными.

В заключение, успешная инвестиционная реализация проектов возобновляемых источников энергии требует не только навыков работы с цифрами, но и понимания особенностей, местных условий и государственной политики. Инвестор, который видит всю картину мира, получает конкурентное преимущество на быстро развивающемся рынке возобновляемой энергетики.

Список использованных источников

1. Инвестиции в основной капитал за январь–август 2024 г. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 22.11.2024).
2. Разработка методики анализа инвестиционной привлекательности предприятий возобновляемой устойчивости : отчет о НИР (промежуточ.) / Бел. нац. техн. ун-т ; рук. Е. И. Волженина ; исполн.: А. С. Козорез, Д. В. Бондарев, В. А. Войтешонок. – Мн., 2023. – 125 с.
3. Риски инвестирования в проект возобновляемой энергетики / Л. Л. Васильев, А. С. Журавлев, М. А. Кузьмич, [и др.] // Проблемы стабильности и экономики энергоресурсов : сб. ст. / НАН Беларуси, Ин-т тепло- и массообмена; под ред. Л. Л. Васильева. – Мн. 2023. – С. 112–128.
4. Современные методы оценки инвестиционной привлекательности проектов альтернативной энергетики : анализ. обзор / Бел. гос. эконом. ун-т ; сост. А. В. Смирнов. – Мн. : БГЭУ, 2024. – 95 с. – URL: <https://elib.bseu.by> (дата обращения: 22.11.2024).
5. О возобновляемой энергетике // Международное энергетическое агентство (МЭА). – URL: <https://www.iea.org/energy-system> (дата обращения: 22.11.2024).

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ПРОГРАММ
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ
(НА ПРИМЕРЕ ОАО «БЕЛАЗ»)**

**Иванова К. А., студент,
Бертош Е. В., канд. экон. наук., доцент**
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Из-за разрыва поставок импортозамещение для Беларуси стало стратегической задачей. ОАО «БЕЛАЗ», как флагман машиностроения, столкнулся с рисками зависимости от импортных компонентов, таких как двигатели и системы управления. Анализ показывает, что его программа импортозамещения, например, разработка собственного электропривода «БелАЗ-1500», дала результат: себестоимость единицы снизилась на 70 тыс. \$, а сроки поставки сократились с 3–6 месяцев до одного.

В современных условиях глобальной экономической нестабильности, санкционного давления, нарушения устоявшихся цепочек поставок задача импортозамещения перешла из разряда тактических в стратегические приоритеты для многих стран, в том числе Республику Беларусь. Машиностроительный комплекс, являясь локомотивом белорусской экономики, наиболее остро ощутил риски импортозависимости. ОАО «БЕЛАЗ» является флагманом отечественного машиностроения и одним из мировых лидеров в производстве карьерной техники. Он служит наглядным примером предприятия, конкурентоспособность которого исторически зависела от импорта высокотехнологичных компонентов. Вот почему анализ эффективности программ импортозамещения на данном предприятии имеет высокую практическую значимость для оценки результативности государственной политики в целом и выработки решений по обеспечению технологической безопасности и устойчивого развития отрасли. В данной работе будет проведен анализ экономической и технологической эффективности реализации программ импортозамещения в ОАО «БЕЛАЗ» за период 2020–2024 гг. До начала политики импортозамещения производственный цикл ОАО «БЕЛАЗ» имеет высокую долю критически важных импортных компонентов. Структура импортозависимости состояла из силовых агрегатов и трансмиссии, поставляемых в большинстве из стран ЕС и США, гидравлических систем (высоконапорные насосы, распределители, клапаны, цилиндры), электронных систем управления (датчики, контроллеры, системы мониторинга), шин и специализированных материалов. Такая структура поставок имела определенные риски. К примеру, на себестоимость продукции напрямую влияло колебание курса евро и доллара, имелись технологические риски в лице отсутствия доступа к обновлениям программного обеспечения, мог увеличиваться срок поставки, срываться контракты из-за внешнеполитической конъюнктуры [1]. В ответ на все вышеперечисленные вызовы предприятие в рамках Государственной программы импортозамещения приняло определенные меры. Разработка и внедрение отечественных аналогов. Была запущена система электропривода БелАЗ-1500, которая позволила заместить импортные электромеханические трансмиссии. Также введена система управления и мониторинга «БелАЗ-Телематика» – отечественная IT-платформа для дистанционного контроля параметров работы машины. Диверсификация цепочек поставок. Предприятие активно искало новых поставщиков в дружественных юрисдикциях. Как итог, налажены поставки двигателей из Китая в качестве альтернативы, увеличился объем закупок необходимой продукции в Российской Федерации. Проведем сравнительный анализ по проекту внедрения системы электропривода БелАЗ-1500 для количественной оценки эффективности (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ характеристик систем электропривода

Показатель	Импортный аналог	Отечественная разработка (БелАз-1500)
Закупочная стоимость, тыс. \$	250	180
Сроки поставки, месяцев	3–6	1
Валютные риски	Высокие	Минимальные
Гибкость и кастомизация	Ограничена	Полная
Сервисная поддержка	Зависит от вендора, дорогостоящая	Контролируется предприятием, оперативная

Рассчитаем прямой экономический эффект:

- годовой объем выпуска самосвалов с данной системой: 50 единиц;
- экономия на закупке одной системы: $250\,000 - 180\,000 = 70\,000$ \$;
- прямая экономия на закупках: $50 \cdot 70\,000 = 3,5$ млн \$ в год. Косвенный экономический эффект содержит снижение логистических рисков с минимизацией простоев производства из-за срывов поставок, стабилизацию себестоимости с защитой от валютных колебаний и накопление компетенций в виде создания интеллектуального капитала и новых рабочих мест. Также, по данным предприятия, общая доля отечественных комплектующих в себестоимости продукции выросла с 45 % в 2020 года до 65 % в 2024 году [2]. Несмотря на достигнутые результаты, процесс импортозамещения сталкивается с рядом системных ограничений. Технологическое отставание отечественных аналогов, уступающих лучшим мировым образцам по удельным показателям (КПД, масса, ресурс), нехватка инженеров-конструкторов и технологов, которые смогут работать со сложными системами, разработка сложных компонентов требует огромных инвестиций и имеет неопределенный и длительный срок окупаемости.

Итого, на основе выявленных проблем можно сформулировать определенные рекомендации:

- увеличить объем целевого финансирования опытно-конструкторских работ (ОКР) через механизм государственно-частного партнерства;
- инициировать создание отраслевых инжиниринговых центров на базе ведущих вузов и научных учреждений;
- активно развивать кооперацию с научными и IT-компаниями в рамках ЕАЭС для совместной разработки критических технологий;
- инвестировать в создание и реализацию собственной опытно-экспериментальной и испытательной базы. Таким образом, проведенный анализ позволил сделать выводы о том, что политика импортозамещения на ОАО «БЕЛАЗ» оказалась довольно успешной и эффективной мерой для избежания кризиса. Предприятие смогло не просто смягчить негативные последствия изменения цепочек поставок, но и добились значительной экономии затрат, повысило свою устойчивость и создало задел для будущих разработок. Однако эти результаты носят больше тактический характер, а для обеспечения долгосрочной конкурентоспособности на глобальном рынке необходима эволюция от политики импортозамещения к политике технологического опережения. Опыт ОАО «БЕЛАЗ» является ценным для выработки стратегии развития всего машиностроительного комплекса Республики Беларусь.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СОЗДАНИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭКО-ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ

Иванова К. А., студент,

Монтик О. Н., канд. экон. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Из-за истощения линейной экономики и роста стоимости ресурсов ключевой практикой циркулярной экономики становятся эко-индустриальные парки (ЭИП). Для оценки их эффективности разработана экономико-математическая модель. В качестве примера рассмотрен гипотетический ЭИП: ТЭЦ, цементный завод и тепличный комплекс.

В условиях истощения модели линейной экономики, роста стоимости первичных ресурсов и ужесточения экологического регулирования переход к циркулярной экономике становится наиболее важным аспектом экономического развития. Эффективнейшей практической реализацией этой парадигмы является создание эко-индустриальных парков (ЭИП), в которых промышленный симбиоз стал ключевым принципом организации. Он представляет собой кооперацию предприятий, при которой отходы или побочные продукты одного производства становятся сырьем в другом производстве. И вопреки очевидным экологическим преимуществам, решение о создании ЭИП требует комплексной экономической оценки. Поэтому здесь приобретают высокую научную и практическую значимость разработка адекватных экономико-математических моделей, которые позволяют предприятию количественно оценить финансовую целесообразность и эффективность проекта [1]. В данной работе разработана комплексная экономико-математическая модель для оценки эффективности создания и функционирования эко-индустриального парка. Эко-индустриальный парк является целенаправленно спланированным сообществом производственных и сервисных компаний, расположенных на одной территории и взаимодействующих для повышения социальной, экономической, экологической эффективности. Ключевым экономическим механизмом ЭИП является промышленный симбиоз, генерирующий несколько типов эффектов:

– прямые экономические эффекты (снижение затрат на сырье, издержек на утилизацию, дополнительные доходы такие, как продажа побочных продуктов вместо оплаты их утилизации);

– косвенные экономические эффекты (снижение экологических платежей и штрафов, синергетический эффект, включая транзакционные издержки за счет близости партнеров, совместное использование инфраструктуры, повышение инвестиционной привлекательности и деловой репутации, создание новых рынков для продукции рециклинга) [2]. При создании ЭИП структура издержек будет включать капитальные затраты (*capex*) – инвестиции в специализированное оборудование для переработки отходов, модернизацию технологических линий, строительство инфраструктурных объектов, и операционные затраты (*opex*), включающие затраты на транспортировку вторичных ресурсов, энергопотребление перерабатывающих мощностей, техобслуживание и оплату труда. Построим математическую модель, интегрирующую материальные и финансовые потоки между предприятиями-участниками ЭИП. Она будет состоять из нескольких взаимосвязанных модулей:

1. Модуль оптимизации материальных потоков, где главная задача – определить наиболее экономически эффективную конфигурацию обмена побочными продуктами между предприятиями-участниками. Формально, модель представляет собой задачу

оптимизации и ставит цель минимизировать совокупные издержки всех участников системы на сырье, энергию и утилизацию за счет нахождения оптимальных потоков $X(i \rightarrow k)_j$ (объем передачи отхода/продукта типа j от предприятия i к предприятию k). Решение такой задачи ответит на вопросы: «Кому что продавать?» и «В каких объемах?». Это формирует технико-экономическое обоснование для последующих финансовых расчетов.

2. Инвестиционный модуль, который агрегирует все капиталовложения, необходимые для запуска ЭИП. Они делятся на две группы: затраты предприятия на модернизацию, инфраструктурные затраты.

3. Операционный модуль, в котором на основе результатов модуля оптимизации рассчитываются ежегодные денежные потоки (CF) от операционной деятельности. Денежный поток будет получен суммой притоков и оттоков, а чистый операционный денежный поток за год t – разница между притоками и оттоками.

4. Оценочный модуль сводит вместе данные об инвестициях и операционных потоках для расчета классических показателей инвестиционной привлекательности.

Рассмотрим гипотетический пример ЭИП, состоящий из ТЭЦ (производитель золы и тепловой энергии), цементный завод (потребитель золы) и тепличный комплекс (потребитель углекислого газа и тепла). Базовый сценарий будет следующим:

Цементный завод инвестирует в оборудование для приема и смешивания золы, строится трубопровод для подачи CO_2 и тепла в теплицы. ТЭЦ получает отходы от продажи золы и CO_2 , экономя на их утилизации. Цементный завод экономит на покупке дорогостоящих добавок. Тепличный комплекс экономит на отоплении и удобрениях, так как CO_2 ускоряет рост растений. При совокупных инвестициях в 15 млн руб. и ежегодном чистом денежном потоке в 3 млн руб. (после вычета операционных расходов), чистая приведенная стоимость (ЧПС) проекта составляет примерно +4,015 млн руб., внутренняя норма доходности 14,5 %, дисконтированный срок окупаемости 7 лет (при ставке дисконтирования 10 % – проект экономически целесообразен, но также нужно учесть и риски [3]. Если увеличится капиталовложение на 20 %, то ЧПС снизится до +1,015 млн руб., что значительно ближе к нулевой отметке. При сценарии государственной поддержки 20 % произойдет снижение инвестиционной нагрузки и увеличение ЧПС до +5,815 млн руб. и сокращение срока окупаемости, что подчеркивает критическую роль государственных стимулов. А если произойдет ужесточение экологического регулирования (рост платы за выбросы CO_2 на 50 %), увеличится альтернативная стоимость выбросов для ТЭЦ, делая их утилизацию еще более выгодной. Денежный поток и ЧПС проекта растут. Проведенный анализ показывает, что экономика ЭИП сильно зависит от внешних условий и точности управления затратами. Можно сделать вывод о том, что ЭИП создают экономическую ценность через синергию, снижая издержки и генерируя доходы. Основные барьеры – высокие инвестиции, долгая окупаемость и риски координации, а эффективность ЭИП зависит от господдержки. Ужесточение экологического законодательства стимулирует развитие симбиоза. Перспективы дальнейших исследований в учете неопределенности в модели и оценке социально-макроэкономических эффектов циркулярной экономики.

Список использованных источников

1. Чернова, О. А. Управление эко-индустриальными парками в системе устойчивого развития региона / О. А. Чернова, В. И. Петров // Экономика и управление народным хозяйством. – 2021. – № 5. – С. 34–42.
2. Сакович, В. В. Математическое моделирование экономических процессов: учебное пособие / В. В. Сакович. – Мн.: БГУ, 2019. – 203 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Ивашкевич А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Хохлова Н. М.

Аннотация. Программы защиты окружающей среды занимают важное место при планировании логистических процессов. «Зеленая» логистика позволяет минимизировать неблагоприятное воздействие на окружающую среду и может считаться стратегической концепцией развития.

В нынешних условиях особое внимание уделяется повышению конкурентных преимуществ. Логистика не является исключением. И если до сих пор совершенствование логистических процессов предполагало минимизацию издержек на транспортировку и складирование, то в настоящее время нельзя не учитывать экологические аспекты. Транспорт является одним из основных источников загрязнения окружающей среды. Поэтому программы защиты окружающей среды занимают важное место при планировании логистических процессов. Это и обусловило возникновение такого направления в науке как «зеленая» логистика (Green logistics).

Green logistics является комплексом мер, которые направлены на минимизацию неблагоприятного воздействия на окружающую среду при сохранении рентабельности.

Оптимизация логистической деятельности с учетом требований по защите окружающей среды подразумевает использование экологически чистых материалов и технологий, переход на альтернативные виды топлива и снижение выбросов в атмосферу, сокращение затрат на транспортные услуги путем оптимизации маршрутов для сокращения расхода топлива, введение в эксплуатацию электрических средств передвижения, а также совершенствования упаковки путем использования биоразлагаемых материалов [1].

Это будет способствовать оптимизации логистических процессов по следующим направлениям:

- снижение рисков и повышение стабильности организации с учетом принципов экологической и социальной устойчивости в своей политике;

- выход на новые рынки, повышение конкурентоспособности поскольку современный покупатель отдает предпочтение товару, базируясь на его экологических параметрах.

На сегодняшний день во всем мире уделяют большое внимание вопросам экологичности. Ведь выбросы в атмосферу парниковых газов и твердых частиц усиливают парниковый эффект, что, в свою очередь, ведет к неблагоприятным погодным условиям, засухам, лесным пожарам, наводнениям. В настоящее время выбросы загрязняющих веществ, шумовое и вибрационное загрязнение значительно превышают все допустимые нормы, что приводит к негативным последствиям для здоровья человека.

В связи с этим, Международный союз автомобильного транспорта принял решение о создании экологических зон, которые представляют собой обозначенную территорию в городе, на которой действуют ограничения на въезд транспортных средств, не отвечающих определенным экологическим стандартам. Такие зоны действуют в большинстве европейских стран. В крупных городах экологическая зона включает значительную часть города. Например, грузовые автомобили могут въезжать в город только с соответствующим классом выбросов, а въезд транспортных средств с высокой концентрацией загрязняющих веществ в выхлопных газах, ограничен. Это вынуждает логистические

компаниям оптимизировать подходы к транспортировке и обновлять парк подвижного состава в пользу экологически чистых видов транспорта.

В Республике Беларусь «зеленая» логистика находится в стадии развития, хотя ее принципы уже достаточно активно реализуются в логистических компаниях. Например, международный транспортно-логистический холдинг AsstrA-Associated Traffic AG, функционирует с соблюдением всех стандартов в плане защиты окружающей среды, проводит политику энергоэффективности, применяет цифровые технологии, что позволяет уменьшить расход энергии и материалов [2]. Также зеленые технологии внедряются многими белорусскими предприятиями отрасли автомобилестроения. ОАО «МАЗ», ОАО «УКХ «БКМ», СП ЗАО «МАЗ-МАН», СЗАО «Белджи» разработали и успешно внедрили в производство электромобили [3]. Кроме того, ОАО «УКХ «БКМ» получил сертификат Low Emission Bus Certificate с показателем уровня выброса углекислого газа в атмосферу намного ниже, чем у других производителей.

В крупных белорусских городах, в службах доставки наряду с курьерами на автомобилях работают курьеры на велосипедах и электросамокатах. В сервисах такси автопарк старых автомобилей меняют на новые электромобили.

Существенное влияние на оптимизацию и повышение экологичности логистических процессов оказывают информационные технологии. Они способны обеспечить мониторинг и прозрачность всех этапов поставки. Например, системы управления транспортом (TMS) способны измерять количество выбросов углекислого газа в атмосферу, а системы управления складом (WMS) дают возможность сократить количество передвижений погрузчиков, соответственно снижая и затраты на энергию [4].

Таким образом, «зеленая» логистика – это не просто соответствие экологическим требованиям, а долгосрочная стратегическая логистическая концепция.

Список использованных источников

1. Зеленая логистика: что это такое и почему это важно. – URL: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/resources/green-logistics> (дата обращения: 27.11.2025).
2. Проблемы и перспективы развития зеленой логистики в Республике Беларусь. – URL: file:///C:/Users/MARK/Downloads/79bis.pdf. (дата обращения: 28.11.2025)
3. Развитие логистики и управления цепями поставок : материалы I Республиканской научно-практической студенческой конференции «Развитие логистики и управления цепями поставок» автотракторного факультета в Белорусском национальном техническом университете, Минск, 27 ноября 2020 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Д. В. Капский, Р. Б. Ивуть. – Мн. : БНТУ, 2020. – 331 с.
4. Хохлова, Н. М. Логистическое сопровождение производственно-бытовой деятельности предприятия / Н. М. Хохлова // Перспективы евразийской экономической интеграции: материалы форума, посвященного 10-летию Евразийской экономической комиссии, в рамках 18-го Междунар. науч. семинара «Мировая экономика и бизнес-администрирование» в рамках XX НТК «Наука – образованию, производству, экономике», Республика Беларусь, Минск, 16–17 марта 2022 г. / межд. программ. комитет С. В. Харитончик, А. В. Данильченко [и др.]. – Мн.: Четыре четверти, 2022. – С. 208–210.

ЗОНА ИММАНЕНТНОСТИ КАК РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ

Игнаткович И. В., старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье анализируется роль дисциплины «Научно-методическое обеспечение образовательного процесса» в формировании зоны имманентности при подготовке инженерно-педагогических кадров. Данная дисциплина, выступает как синергетический элемент, обеспечивающий интеграцию компетентностей из обеих предметных областей.

Современное инженерно-педагогическое образование предъявляет повышенные требования к профессиональной подготовке специалистов, что обуславливает необходимость формирования у них интегративной компетентности. Данная компетентность представляет собой не просто совокупность отдельных инженерных и педагогических компетенций, но и синергетическую способность к их комплексному синтезу для решения профессиональных задач. В данном контексте, одним из значимых аспектов формирования интегративной компетентности является интегративный подход и наличие зоны имманентности. Интегративный подход является концептуальной основой, а зона имманентности – это реализация подхода в учебном плане и содержании обучения.

Интегративные процессы в содержании профессионального образования исследовались А. П. Беляевой, М. Н. Борулавой, Е. О. Галицких, Т. Е. Титовец и др. [1–4].

Понятие «зона имманентности» в контексте подготовки инженерно-педагогических кадров трактуется как совокупный объем учебного времени, отведенный на изучение дисциплин, находящихся на пересечении инженерных и педагогических областей знания. Эта зона не является простой арифметической суммой часов, а отражает синергетическое слияние различных областей профессиональной деятельности.

Зона имманентности, являясь результатом объединения инженерной и педагогической образовательных сфер, демонстрирует комплексный и целостный характер профессиональной подготовки. Она выходит за рамки традиционного изучения отдельных инженерных или педагогических дисциплин, формируя у будущего специалиста системное представление о профессиональной деятельности, где инженерные и педагогические компоненты не только взаимосвязаны, но и взаимозависимы. В структуре учебного плана по специальности 6-05-0719-01 «Инженерно-педагогическая деятельность» дисциплина «Научно-методическое обеспечение образовательного процесса» выступает в качестве неотъемлемого элемента, обеспечивающего формирование зоны имманентности профессиональной подготовки. Содержание данной дисциплины, целенаправленно разработано на пересечении инженерных и педагогических областей. Функция дисциплины заключается в интеграции нормативно-правовой базы образовательной деятельности с практическими педагогическими подходами. Изучение нормативных документов, определяющих содержание научно-методического обеспечения, в сочетании с освоением принципов разработки профессиональных стандартов, позволяет студентам формировать понимание взаимосвязи между требованиями рынка труда и механизмами их включения в образовательные программы профессионального образования.

Изучение системы научно-методического обеспечения профессионально-технического и среднего специального образования позволяет будущим специалистам охватить образовательную вертикаль, осознавая преемственность и взаимосвязь различных уровней. Особое значение дисциплина имеет в аспекте формирования компетенций по

разработке учебно-программной документации. Умение реализовывать современные подходы к разработке образовательных стандартов и учебно-программной документации, а также навык совершенствования научно-методического обеспечения, напрямую свидетельствуют о синергетическом эффекте. Разработка содержания требует реализации инженерных компетенций, в то время как создание учебно-программной документации основывается на педагогических технологиях структурирования информации и формирования компетенций. Кроме того, дисциплина развивает навыки научно-обоснованного конструирования образовательного процесса. Анализ учебных и научных изданий, и разработка их структурных элементов, а также информационно-аналитических материалов, требует не только предметных знаний, но и умения эффективно структурировать и представлять информацию, учитывая особенности целевой аудитории и дидактические цели. Это является примером применения инженерного подхода к созданию педагогических продуктов. Освоение дисциплины дает студентам фундаментальное понимание педагогической деятельности как инженерного проекта. Навык разработки контрольно-измерительных материалов, требующий точности, объективности и валидности, является прямым отражением интеграции инженерных и педагогических принципов. Это формирует у будущих специалистов целостное представление о своей роли, где они выступают не только как носители инженерных знаний, но и как компетентные специалисты, способные проектировать, внедрять и оценивать эффективные образовательные технологии.

Дисциплина «Научно-методическое обеспечение образовательного процесса» играет центральную роль в поддержании зоны имманентности, выступая катализатором синергетического взаимодействия инженерных и педагогических компетенций. Она способствует формированию у студентов способности к комплексному решению профессиональных задач, позволяя им осознать свою роль как активных создателей и преобразователей системы профессионального образования.

Таким образом, зона имманентности, выступает как объективный количественный и качественный индикатор применения интегративного подхода в подготовке инженерно-педагогических кадров. Ее формирование и научно обоснованное структурирование являются необходимым условием для синергетического развития интегративной компетентности специалистов, обеспечивая их готовность к эффективной профессиональной деятельности в условиях современных вызовов.

Список использованных источников

1. Беляева, А. П. Интегративная теория и практика многоуровневого непрерывного профессионального образования : монография / А. П. Беляева. – СПб. : Рос. акад. образования, Ин-т проф.-техн. образования, 2002. – 238 с.
2. Борулава, М. Н. Теоретические основы интеграции образования / М. Н. Борулава. – М. : Изд-во Совершенство, 1998. – 192 с.
3. Галицких, Е. О. Интегративный подход как теоретическая основа профессионально-личностного становления будущего педагога в университете: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Галицких Елена Олеговна ; Рос. гос. пед. ун-т им. А. И. Герцена. – СПб., 2002. – 387 с.
4. Титовец, Т. Е. Теоретико-методические основы интеграции содержания педагогического образования: монография / Т. Е. Титовец. – Мн. : БГПУ, 2007. – 145 с.

БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ В ДИНАМИЧНОЙ СРЕДЕ**Исаенко М. А., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Семашко Ю. В.

Аннотация. Рассматриваются особенности бизнес-процессов на предприятии и их классификация. Также внимание уделяется вопросам управления бизнес-процессами в современной среде, рассмотрены характерные черты такого управления.

Реалии современного мира повлияли на подходы к ведению бизнеса. Современные бизнес-процессы, которые присутствуют на каждом предприятии, стали более комплексными и сложными. Они включают в себя традиционные методы управления, внедрение и использование технологий высокотехнологичного программного обеспечения, которое позволяет отследить взаимодействие с большим числом клиентов, делает выводы и прогнозирует тренды поведения таковых на основе анализа.

«Бизнес-процессы – это такая цепочка многократно повторяющихся действий на предприятии, цель которой – преобразование ресурсов в конечный товар или услугу» [1].

Классификация бизнес-процессов представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Основные виды бизнес-процессов

Доход компании формируется за счет основных операционных процессов, направленных непосредственно на создание и реализацию товаров или услуг клиентам. Его величина поддерживается эффективностью протекания сопутствующих бизнес-процессов (вспомогательных функций), которые обеспечивают непрерывность протекания технологических операций. Целостность и координация всей этой деятельности достигается благодаря управляющему воздействию (менеджменту), которое увязывает все уровни и функции компании воедино, полностью потребляющему, при этом, результаты вспомогательных и обеспечивающих процессов.

Интеграция всех бизнес-процессов необходима главным образом для того, чтобы они могли оптимально взаимодействовать как с внутренней, так и с внешней средой организации.

Классификация и общая схема взаимодействия внутренних бизнес-процессов предприятия и процессов, связывающих его с рынком, представлены на рисунке 2.

Ключевым фактором достижения эффективности и слаженности этих процессов является компетентное управление. Управление бизнес-процессами представляет собой неотъемлемую часть общего управления экономической деятельностью компании и реализуется через выполнение стандартного набора управленческих функций: планирование, организация, анализ и контроль.

Пригодные к современным динамичным условиям рынка бизнес-процессы имеют характерные особенности. К таким относят их непосредственную адаптивность и способность достаточно быстро приспосабливаться. В этом немаловажную роль могут играть методологии, например, Lean и Agile.



Рис. 2. Классификация внутренних бизнес-процессов предприятия и их взаимодействие с рыночными механизмами

Помимо методологий использование технологий, например, искусственного интеллекта, улучшает качество работы, сокращает время выполнения и поиска информации работникам предприятия. Также автоматизированные программные средства обрабатывают статистические данные намного быстрее человека и способны выявлять несоответствия и ошибки в таковых, что дает организации, использующей такое ПО, получать конкурентное преимущество на рынке.

Осознанность и ответственность перед сотрудниками и клиентами – черты, характерные для современному бизнесу, учитывающему и применяющему идеи устойчивого развития. Государство, в свою очередь, поддерживает такие начинания созданием законопроектов в экологической сфере.

Таким образом, современные бизнес-процессы – комплексная структура, включающая высокотехнологичные решения, гибкие методологии взаимодействия и реагирования на колебания факторов внешней среды, опирающаяся на устойчивое развитие, но при этом сохраняющая классический «скелет» из плана, функций управления.

Список использованных источников

1. Экономика предприятия (энергетики): учебно-методическое пособие для студентов вузов по направлению специальности 1-27 01 01-10 «Экономика и организация производства (энергетика)»: в 3 ч. / В. Н. Нагорнов [и др.]; Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Экономика и организация энергетики». – Мн. : БНТУ, 2021. – Ч. 3. – 2021. – 62 с.

ЛОГИСТИКА КАК ФАКТОР ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛЕ

Казиминова А. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Гринцевич Л. В.

Аннотация. Раскрывается влияние логистики на ценообразование в международной торговле. Рассмотрены основные логистические издержки, роль Incoterms, влияние глобальных цепочек поставок и цифровизации. Представлены подходы к снижению рисков и повышению эффективности поставок.

В условиях глобализации мировых рынков логистика становится стратегическим фактором, определяющим эффективность международной торговли. Однако ее роль в ценообразовании все еще недооценивают многие компании, ограничиваясь учетом лишь прямых транспортных затрат. Между тем современная логистика представляет собой сложную систему, в которой каждое звено – от выбора маршрута и упаковки до цифровых технологий отслеживания – формирует конечную цену товара.

Логистика в международной торговле определяется как система управления материальными, информационными, финансовыми и сервисными потоками, обеспечивающая оптимальное перемещение товаров от первоначального производителя к потребителю с минимальными затратами и максимальной эффективностью. Ее ключевая цель – обеспечить бесперебойность поставок, минимизировать издержки и повысить конкурентоспособность продукции на мировых рынках [1].

В современной экономике логистика включает комплекс функций: планирование транспортировки, выбор маршрутов, управление запасами, складирование, обработку заказов, таможенное оформление, страхование, обеспечение качества и контроль рисков.

В международной торговле структура логистики существенно усложняется за счет разнообразия участников (производителей, перевозчиков, экспедиторов, таможенных органов), соблюдения международных норм и необходимости контроля большего числа рисков. Основные логистические издержки, влияющие на цену товара, включают: транспортные расходы, складские расходы, таможенно-тарифные издержки, страхование грузов, информационные издержки, издержки задержек и рисков. Все эти элементы логистики взаимосвязаны и формируют добавленную стоимость на каждом этапе движения товара. Логистические затраты могут быть включены в цену товара напрямую, косвенно, либо скрыто – через повышение издержек производства в результате сбоя поставок сырья [2]. Особое значение для ценообразования имеют условия Incoterms, определяющие, какая сторона – покупатель или продавец – несет логистические издержки и риски на каждом этапе международной поставки. Например, при условиях EXW продавец минимизирует свои расходы, а покупатель несет полную логистическую нагрузку; при FOB продавец отвечает за поставку до порта отгрузки. Важным инструментом оптимизации логистических расходов становится цифровизация. Технологии IoT, Big Data, блокчейн, искусственный интеллект, цифровые двойники и автоматизированный документооборот радикально повышают прозрачность, точность и скорость процессов.

Основные возможности цифровизации логистики в контексте ценообразования включают:

1. Оптимизацию маршрутов и загрузки транспорта.

Алгоритмы машинного обучения анализируют погодные условия, заторы, тарифы перевозчиков, что позволяет снижать транспортные затраты на 10–25 % и уменьшать время доставки.

2. Снижение потерь и задержек.

IoT-датчики фиксируют состояние груза (температуру, вибрацию, местоположение), предупреждая повреждения и простои, которые часто становятся скрытыми издержками.

3. Сокращение складских расходов.

Применение WMS-систем, роботов-комплектовщиков и прогнозирования спроса уменьшает потребность в избыточных запасах и снижает складские затраты на 15–40 %.

4. Автоматизацию документооборота.

Электронные накладные, таможенные документы и блокчейн-реестры сокращают время обработки и исключают ошибки, что уменьшает административные расходы и ускоряет прохождение границ.

5. Повышение предсказуемости цепочек поставок.

Big Data позволяет прогнозировать всплески спроса, риски задержек, изменения тарифов, что помогает заранее корректировать цену.

6. Использование цифровых платформ и маркетплейсов перевозок.

Они создают конкуренцию между перевозчиками, обеспечивают прозрачность ставок и позволяют выбирать оптимальных подрядчиков в режиме реального времени.

7. Цифровые двойники логистических систем.

Компании строят виртуальные модели цепочек поставок, на которых тестируют сценарии поставок, изменения тарифов, маршруты и загрузку. Это позволяет снижать затраты еще до фактического исполнения операций.

Совокупный эффект цифровизации достигает 15–30 % сокращения логистических расходов, а в отдельных компаниях – до 50 % за счет оптимизации запасов и ликвидации «узких мест» [2].

Для минимизации логистических рисков и сокращения затрат компании используют диверсификацию поставщиков и маршрутов, развитие региональных распределительных центров, заключение долгосрочных контрактов с перевозчиками, страхование и валютное хеджирование, внедрение цифровых систем мониторинга поставок и частичную локализацию производственных процессов. Эти меры позволяют существенно повысить устойчивость международных цепочек поставок и стабилизировать ценообразование даже в условиях высокой волатильности на мировых рынках.

Таким образом, логистика перестает быть вспомогательной функцией и становится стратегическим инструментом ценообразования. Она определяет структуру себестоимости, влияет на скорость движения товаров, формирует уровень рисков и конкурентоспособность компаний в международной торговле. Комплексное управление логистикой обеспечивает бизнесу устойчивость, повышение эффективности и возможность предлагать конкурентные цены на глобальных рынках.

Список использованных источников

1. Логистика на предприятии. – URL: <https://up-pro.ru/encyclopedia/logistika-na-predpriyatii/> (дата обращения: 24.11.2025).

2. Лидерство в международной торговле и эффективная логистика – ключевые факторы успеха и стратегии развития. – URL: <https://logistics.by/blog/liderstvo-v-mezhdunarodnoj-torgovle-i-effektivnaya-logistika-klyuchevye-factory-uspeha-i-strategii-razvitiya> (дата обращения: 24.11.2025).

«DARK PATTERNS» В ИНТЕРФЕЙСАХ: ЭТИЧЕСКИЕ ГРАНИЦЫ ДИЗАЙНА И ВЛИЯНИЕ НА ДОЛГОСРОЧНУЮ РЕПУТАЦИЮ БРЕНДА

Калачинская К. А., студент

Короленок К. С., старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В цифровой среде манипулятивные паттерны стали распространенным инструментом для повышения конверсии, ставя цели бизнеса выше целей потребителя. Их использование, хоть и эффективно в краткосрочной перспективе, подрывает доверие и наносит ущерб репутации бренда. Успешное будущее бизнеса заключается в отказе от «темных паттернов».

В настоящее время, в эру технологий, бизнес находится в постоянной конкуренции за внимание, ресурсы пользователей и узнаваемость. Для привлечения новых клиентов и улучшения их опыта взаимодействия с сайтом, необходимо постоянно обновлять пользовательские интерфейсы. Актуальность данного исследования обусловлена повсеместным распространением новых практик, от электронной коммерции до социальных сетей, и растущим осознанием их потенциального негативного воздействия не только на пользовательский опыт, но и на фундаментальные бизнес-показатели, в первую очередь на репутационный капитал бренда [1].

Манипулятивные паттерны («Dark Patterns», темные паттерны) – это намеренно разработанные элементы интерфейса, которые используются в веб-сайтах и приложениях для того, чтобы подтолкнуть пользователя к активному действию: покупке товара, перехода по ссылке, регистрации. Не всегда эти действия полностью добровольные, и без использования таких манипуляций пользователь, вероятно, не совершил бы их.

Термин «Dark Pattern» был введен британским UX-дизайнером Гарри Бригналлом в 2010 году. Использование манипулятивных паттернов можно рассматривать как идеологию проектирования, при которой интересы бизнеса ставятся выше интересов пользователей. Такие паттерны целенаправленно вводят пользователей в заблуждение, манипулируют их выбором или затрудняют выполнение определенных действий.

Анализ современных исследований позволяет выделить следующие категории в классификации манипулятивных паттернов (за основу бралась таксономия по методу воздействия) [3]:

1. Принуждение. В таких паттернах выполнение целевого действия невозможно без дополнительного, выгодного бизнесу действия. Примером может являть процесс регистрации, в котором установлен чекбокс на рассылку, но без его активации невозможно завершить регистрацию.

2. Затруднение навигации. Это сокрытие важных деталей (отмена подписки, включение уведомлений рассылки), в котором невыгодные бизнесу детали располагаются глубоко внутри настроек или требуют выполнения многоэтапной процедуры.

3. Сознательное искажение информации. Паттерны этой группы создают ложные представления о выгоде, популярности и т. д. Примером являются баннеры со слоганами: «успейте, осталось 3 места по данной цене».

4. Соккрытие ключевой информации. Эта тактика предполагает умалчивание важных деталей, которые могут повлиять на решение пользователя. Например, при оформлении подписки за 50 рублей в месяц мелким шрифтом в конце соглашения может быть указано, что со второго месяца стоимость возрастает до 70 рублей. Сюда же относятся

случаи, когда скрываются реальные долгосрочные затраты или накладываются неочевидные ограничения.

5. Интерфейс-предатель. Это интерфейс, в котором элементы, выгодные пользователю, меньше, глубже, незаметнее, чем те, что выгодны бизнесу.

В современном мире дизайнеры постоянно испытывают моральную дилемму в выборе методов разработки сайтов. С одной стороны, существует давление от менеджеров и представителей кампаний, которые заинтересованы в увеличении охватов, монетизации и т. д. С другой – профессиональная этика – ответственность перед пользователями, их благополучие и автономия, которые должны оставаться приоритетом.

Все виды манипулятивных паттернов увеличивают конверсию в среднем на 15 % [4]. Дизайнер, который считает себя этичным, сталкивается с выбором – реализовать эффективное, но нечестное решение или рискнуть репутацией в глазах работодателя. Особенно с этим выбором сталкиваются дизайнеры, работающие с компаниями, для которых скорость роста является абсолютным показателем.

Вопрос информированного согласия является ключевым в контексте проектирования интерфейсов для сбора пользовательских данных. При разработке таких интерфейсов дизайнер обязан учитывать право пользователя на конфиденциальность и защиту персональных данных. Существуют паттерны с «согласием по умолчанию», которые показывают недостаточную профессиональную компетентность дизайнера.

Для массового потребителя систематическое использование таких темных паттернов приводит к формированию хронического недоверия к онлайн-сервисам и способствует тревожности пользователей.

В рамках этичного проектирования дизайнер обязан выстраивать четкую, простую и понятную структуру выбора, предлагать бизнесу подходящие обеим сторонам альтернативы и полностью отказываться от нечестных методов сбора данных.

Профессиональная этика в сфере дизайна стала критически важным аспектом профессии. В условиях цифровой трансформации общества, доверительное отношение пользователя к бизнесу становится критически важным фактором, определяющим успешность бизнеса. Этика в дизайне представляет собой не ограничение креативного потенциала, а стратегию развития цифровой среды в соответствии с социальными и этическими нормами.

Таким образом, проблема «темных паттернов» выходит далеко за рамки профессиональной этики дизайнера. Успех цифровых продуктов должен быть основан на доверительных отношениях с пользователем. Каждая ситуация обмана запускает цепную реакцию – отток не только самого клиента, но и его окружения, что наносит двойной удар по репутации и прибыли компании. Особую значимость этот процесс приобретает в цифровую эпоху, где негативный опыт мгновенно тиражируется в социальных сетях. Компании, которые осознают эту связь и отказываются от краткосрочных манипулятивных выгод в пользу прозрачности и уважения к пользователю, в долгосрочной перспективе получают более лояльную аудиторию и укрепляют свою рыночную позицию.

Список использованных источников

1. Дворников, С. В. Темные паттерны / С. В. Дворников. // StudNet. – 2021. – № 4. – С. 161–162.
2. Норман, Д. Дизайн повседневных вещей / Д. Норман; пер. с англ. А. Семиной. – 2-е изд., обн. и доп. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2018. – 384 с.
3. Темные паттерны: как уловки в дизайне могут обманывать пользователей // РБК Тренды. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/60feaaeb9a79473e32ca7b12> (дата обращения: 10.11.2025).

ПЛАНИРОВАНИЕ И ПОСТРОЕНИЕ ДОЛЖНОСТНОЙ КАРЬЕРЫ СОТРУДНИКОВ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Каляда В. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь;

Научный руководитель: старший преподаватель Семашко Ю. В.

Аннотация. В статье анализируются ключевые принципы управления карьерой сотрудников на промышленных предприятиях и предлагаются практические рекомендации для руководителей по выстраиванию эффективных карьерных траекторий для трудовых ресурсов организации.

Кадровая политика современной организации должна учитывать, что растущие требования к профессионально-квалификационному уровню, деловым качествам и организаторским способностям руководящих работников, а также естественная смена поколений, обуславливают необходимость систематической ротации руководителей различного уровня управления и специалистов.

Развитие промышленного сектора требует внедрения эффективных стратегий управления персоналом, направленных на поддержание конкурентоспособности и стимулирование инновационного роста. В этом контексте планирование карьерного роста сотрудников выступает ключевым элементом кадровой политики, помогающим удерживать ценных сотрудников, повышать их профессиональную квалификацию и мотивировать на достижение общих корпоративных целей.

В целом, карьеру можно рассматривать как совокупность профессиональных и должностных изменений, происходящих в жизни человека и предусматривающих развитие навыков, статуса и ответственности.

Согласно классическим теориям, таким как теория социализации Каролины Ольсон и теория карьерной лестницы Джона Форд-Гамильтона, карьера предполагает постепенный рост и развитие, который может быть запланирован и управляем [1].

Современные подходы к карьере включают концепцию «прогрессивного развития», когда сотрудник последовательно осваивает новые обязанности и повышает профессиональные навыки в рамках организации. В рамках промышленности ключевым аспектом является интеграция карьерного развития с стратегией предприятия.

Ключевыми элементами планирования карьеры являются:

- внедрение систем оценки квалификаций, тестирования и интервью для определения сильных сторон и зон развития;
- вертикальные (повышение по служебной лестнице), горизонтальные (расширение профессиональных компетенций), комбинации;
- формирование маршрутов профессионального роста с учетом личных целей и стратегических потребностей предприятия.

Успешный опыт назначения руководителей из числа работников, прошедших профессиональное обучение и зачисленных, после этого, в резерв на повышение, подтверждает перспективность и оправданность дальнейшего развития системы планирования служебного и профессионального роста кадров.

Поэтому подбор персонала на вышестоящие должности и организация планомерной работы с ним является одним из основных направлений кадровой политики предприятия, предполагающей ежегодное проведение работы с потенциальными руководителями промышленных предприятий, обновление реестров Министерства промышленности, а также списков лиц, рекомендуемых на руководящие должности.

Также на промышленных предприятиях рекомендуется ввести практику временного замещения обязанностей, что позволяет протестировать специалистов, претендующих в будущем на вышестоящую должность. Результат, полученный за период исполнения обязанностей временно отсутствующего руководителя, позволит оценить претендентов и перевести их из резерва на руководящую должность.

Кроме того, эти сотрудники (резервисты) должны активно участвовать в ключевых бизнес-процессах: привлекаться к разработке бизнес-планов и системных предложений по совершенствованию деятельности предприятия, а также принимать участие в подготовке и проведении различных производственных совещаний и семинаров.

При отборе руководителей и специалистов в состав резерва необходимо рассматривать результаты практической деятельности кандидатов на занимаемую должность, показатели состояния трудовой и исполнительской дисциплины, обеспечение безопасного труда в возглавляемом кандидатом структурном подразделении, деловые качества и соответствие заявленным критериям. При проведении отбора основное внимание следует уделить грамотным, компетентным, честным и трудолюбивым работникам, обладающих широким кругозором, высокими личностными и моральными качествами [3].

В рамках исследования подходов к управлению карьерой на промышленном предприятии была проведена всесторонняя оценка методов и стратегий планирования должностного роста. В результате анализа были выявлены ключевые факторы, обеспечивающие эффективность этого процесса. Изучение актуальных практик управления человеческими ресурсами позволило сформулировать основные принципы и рекомендации, направленные на формирование высоко мотивированной, квалифицированной и лояльной команды профессионалов.

Ключевыми составляющими успешного выстраивания карьерных траекторий являются: индивидуализированный подход к развитию каждого члена команды, применение актуальных методов оценки компетенций и использование эффективных систем мотивации.

Помимо этого, целесообразно сосредоточиться на своевременном выявлении скрытого потенциала работников, обеспечении условий для их непрерывного профессионального развития и повышении квалификации. Критически важным является внедрение комплексной системы карьерного планирования, которая гармонизирует стратегические цели компании с личными карьерными амбициями персонала.

Разработка комплекса конкретных рекомендаций по формированию эффективной системы планирования и управления карьерой в условиях промышленного предприятия позволит повысить производительность труда, сократить текучесть кадров и укрепить внутреннюю корпоративную культуру, что положительно скажется на развитии профессиональных компетенций персонала и его вовлеченности в производственный процесс.

В свою очередь внедрение более детальных моделей карьерного развития, учитывающих индивидуальные и организационные факторы, а также использование инновационных методов мотивации и оценки персонала оптимизируют планирование и облегчат процесс построения должностных траекторий на предприятии.

Список использованных источников

1. Ковальчук, В. А. Карьерное развитие и планирование в современной организации. – СПб.: Питер, 2019.
2. Черных, В. И. Стратегия развития человеческих ресурсов. – М.: ИНФРА-М, 2018.

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Клименко М. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Мелешко Ю. В.

Аннотация. Рассматриваются вопросы экономической эффективности внедрения технологии цифровых двойников на промышленных предприятиях. Разработана методика оценки возврата на инвестиции и предложены модели оптимизации управленческих решений.

Современная промышленность находится на этапе четвертой промышленной революции (Industry 4.0), характеризующейся глубокой цифровизацией производственных процессов. Актуальность исследования определяется растущей потребностью промышленных предприятий в инструментах экономической оценки эффективности внедрения прорывных технологий, к которым относятся цифровые двойники [1].

Цифровой двойник (Digital Twin) представляет собой виртуальную копию физического объекта, системы или процесса, которая синхронизируется с ним в реальном времени с помощью данных с датчиков. Классификация цифровых двойников включает следующие уровни:

- 1) двойники компонентов (Component Twins);
- 2) двойники активов (Asset Twins);
- 3) двойники систем (System Twins);
- 4) двойники процессов (Process Twins).

Для количественной оценки экономического эффекта предлагается использовать модифицированную методику анализа «затраты-выгоды». Ключевые показатели эффективности включают:

1. Снижение затрат на прототипирование и испытания.
2. Сокращение времени простоев оборудования.
3. Увеличение срока службы оборудования.
4. Повышение качества продукции и снижение брака.

Расчет возврата на инвестиции (ROI) осуществляется по формуле (1):

$$ROI = \frac{(\text{Суммарная выгода} - \text{Суммарные затраты})}{\text{Суммарные затраты}} * 100. \quad (1)$$

Рассмотрим пример внедрения цифрового двойника на машиностроительном предприятии. Исходные данные:

- 1) стоимость внедрения: 250 000 USD;
 - 2) ежегодные операционные расходы: 25 000 USD;
 - 3) расчетный период: 5 лет.
- Ожидаемые экономические эффекты (в USD/год):
1. Снижение затрат на обслуживание: 45 000.
 2. Сокращение простоев: 60 000.
 3. Повышение качества продукции: 35 000.
 4. Энергоэффективность: 15 000.

Суммарная выгода за 5 лет:

$$(45\,000 + 60\,000 + 35\,000 + 15\,000) * 5 = 775\,000 \text{ USD}.$$

Суммарные затраты:

$$250\,000 + (25\,000 * 5) = 375\,000 \text{ USD}.$$

ROI =

$$\frac{775\,000 - 375\,000}{375\,000} * 100\% = 106,7\%.$$

Расчет показывает высокую экономическую эффективность проекта с периодом окупаемости менее 3 лет.

Цифровые двойники позволяют осуществлять сценарное моделирование управленческих решений без риска для реального производства [2]. Ключевые направления применения:

- 1) оптимизация производственных графиков и загрузки оборудования;
- 2) моделирование последствий изменения технологических параметров;
- 3) оценка экономической эффективности модернизации производства;
- 4) прогнозирование влияния внешних факторов на производственные показатели.

Внедрение цифровых двойников представляет собой перспективное направление цифровой трансформации промышленности с доказанной экономической эффективностью. Разработанная методика оценки ROI демонстрирует высокую окупаемость инвестиций в данную технологию при условии грамотной реализации проекта.

Основными барьерами для широкого внедрения являются высокая первоначальная стоимость, недостаток квалифицированных кадров и необходимость организационных изменений. Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой отраслевых методик оценки эффективности и интеграцией цифровых двойников с системами искусственного интеллекта.

Список использованных источников

1. Семенов, А. П. Цифровая трансформация промышленности / А. П. Семенов. – М.: Техносфера, 2024. – 245 с.
2. Digital Twins: The Next Generation of Manufacturing / K. Smith, M. Johnson // International Journal of Production Research. – 2023. – Vol. 61, №. 5. – P. 145–167.
3. Цифровые двойники в промышленности: экономика и управление / под ред. В. Г. Орлова. – М.: Экономика, 2024. – 198 с.
4. Методы оценки эффективности цифровых технологий в промышленности / И. В. Козлова, П. С. Николаев // Экономика и управление. – 2024. – № 3. – С. 24–35.
5. Рекомендации по внедрению технологий Industry 4.0 // Министерство промышленности и торговли. – URL: <https://minprom.gov.ru/industry4.0> (дата обращения: 01.10.2025).

ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ КЛЮЧЕВЫХ ESG СТАНДАРТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ТРУДОВОГО МОНИТОРИНГА

Ковальчук Т. С., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р экон. наук, профессор Долинина Т. Н.

Аннотация. Социально-трудовая сфера является основой экономического благосостояния страны, выступая настоящим двигателем ее развития. Для эффективного управления человеческими ресурсами важным инструментом становится социально-трудовой мониторинг. В наше время концепция ESG приобретает все большее значение, делая разработку системы социально-трудового мониторинга, вдохновленной ее принципами, необходимой задачей. Анализ стандартов ESG играет ключевую роль в формировании такой системы, позволяя выбрать оптимальные показатели и выявить слабые места в существующих практиках. Это позволит разработать обоснованный подход, учитывающий как глобальные требования, так и особенности строительной отрасли.

Социально-трудовая сфера играет ключевую роль в устройстве общества и является фундаментом для социальной политики государства. Изучение данной сферы необходимо для понимания ее текущего состояния, выявления существующих проблем и прогнозирования будущих изменений. Для проведения такого анализа особенно полезен социально-трудовой мониторинг – система сбора и анализа данных, учитывающая особенности конкретной среды.

В современном мире принципы ESG приобретают ключевое значение для устойчивого развития. Интегрируя экологические, социальные и управленческие факторы в стратегии организаций и государств, ESG помогает минимизировать риски, повысить открытость, укрепить доверие и обеспечить долгосрочную стабильность. Таким образом, ESG способствует сбалансированному сосуществованию бизнеса и общества, ориентируясь на долгосрочные перспективы, заботу об окружающей среде и социальных условиях.

Разработка системы социально-трудового мониторинга на основе концепции ESG обеспечит всесторонний подход к оценке и управлению экологическими, социальными и управленческими аспектами, что будет способствовать устойчивому развитию, эффективной адаптации к современным вызовам, улучшению условий труда и социальной защиты в рамках долгосрочной стратегии. Особенно значим такой подход для строительной отрасли, где большое внимание должно уделяться социальным вопросам, а также экологическим и управленческим требованиям.

Анализ существующих стандартов ESG на начальном этапе разработки системы социально-трудового мониторинга критически важен, так как он обеспечивает полное понимание ключевых метрик (например, условий труда, равенства), гарантируя соответствие международным и локальным требованиям. Это оптимизирует систему, снижая затраты на доработку и повышая ее эффективность. Кроме того, такой подход повышает доверие заинтересованных сторон, улучшая репутацию организации, увеличивая ее привлекательность для инвесторов.

В данной работе были проанализированы достоинства и недостатки четырех ключевых ESG-стандартов наиболее известных и используемых для оценки устойчивого развития.

Для выявления основных достоинств и недостатков ключевых ESG-стандартов была составлена таблица 1.

Таблица 1– Достоинства и недостатки ключевых ESG-стандартов

ESG-стандарт	Достоинства	Недостатки
GRI	1) широкий охват социальных, экологических и управленческих аспектов; 2) наиболее распространенные стандарты подготовки нефинансовой отчетности	1)общий характер стандартов, требуется адаптация
SASB	1) стандарт фокусируется на конкретных отраслях 2) помогает определить ключевые факторы устойчивости, соответствующие анализируемой отрасли	1)менее универсален и требует глубоких отраслевых знаний для правильного применения
CDP	1) помогает компаниям раскрывать информацию о выбросах парниковых газов и управлении климатическими рисками	1) ориентирован в большей степени только на анализ экологических аспектов работы организации
TCFD	1) помогает раскрыть организациям финансовые, операционные и стратегические аспекты, связанные с изменением климата	1)ориентирован в большей степени только на анализ экологических аспектов работы организации

Источник: собственная разработка автора на основании источников [1–4].

Как мы можем видеть, на практике не существует одного «лучшего» стандарта. При выборе стандарта всегда следует ориентироваться на контекст анализа, в нашем случае строительную отрасль. Анализ ключевых факторов, влияющих на развитие строительного комплекса, и его специфики необходим для выявления значимых аспектов, требующих внимания при разработке системы мониторинга. Как уже ранее отмечалось, для создания эффективной системы мониторинга социально-трудовой сферы требуется использование комплексного подхода, т. е. одновременный учет нескольких стандартов. Такой подход позволит охватить широкий спектр вопросов и углубиться в специфику анализируемой отрасли, что поможет избежать большого количества недочетов и сделать систему более полной и эффективной.

Список использованных источников

1. The Global Reporting Initiative (GRI). – URL: <https://www.globalreporting.org/> (дата обращения: 27.11.2025).
2. SASB Standards. – URL: <https://sasb.ifrs.org/standards/> (дата обращения: 27.11.2025).
3. CDP: Turning Transparency to Action. – URL: <https://www.cdp.net/en> (дата обращения: 27.11.2025).
4. Task Force on Climate-Related Financial Disclosures | TCFD. – URL: <https://www.fsb-tcf.org/> (дата обращения: 27.11.2025).

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Король А. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Манцерова Т. Ф.

Аннотация. В работе проведен сравнительный анализ себестоимости электроэнергии от газовых ТЭС, атомной генерации БелАЭС и ВИЭ в энергосистеме Республики Беларусь. Систематизированы ключевые факторы, влияющие на формирование стоимости энергии, и выявлены преимущества и ограничения каждого вида генерации. Показано, что ввод БелАЭС снижает зависимость от импорта газа и стабилизирует цену электроэнергии, тогда как ВИЭ требуют дополнительных затрат на резервирование.

Экономическая эффективность и энергетическая безопасность энергосистемы являются ключевыми факторами устойчивого развития национальной экономики. Первоначально энергосистема Республики Беларусь основывалась на тепловых электростанциях (ТЭС), которые используют природный газ, доля которого составляла 95 %. Так как газ импортируется, следовательно себестоимость электроэнергии крайне зависима от внешних факторов – колебаний мировых цен на углеводороды [1]. с вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС (БелАЭС) и развитием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) структура баланса изменилась. Для оценки экономической целесообразности использования различных источников генерации электроэнергии был проведен сравнительный анализ факторов, формирующих себестоимость (Таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная характеристика экономических параметров источников электроэнергии

Источник генерации	Ключевые факторы себестоимости	Экономические преимущества	Экономические риски и недостатки
ТЭС (природный газ)	Высокая для топливной составляющей в операционных затратах (до 70–80 %)	Низкие капитальные затраты на строительство. Высокая маневренность, позволяющая регулировать пики нагрузок	Прямая зависимость от импортных цен на газ. Риски повышения экологических налогов и углеродных выбросов
БелАЭС (атомная энергетика)	Высокие капитальные затраты (кредитная нагрузка), но низкая и стабильная топливная составляющая	Стабильная цена электроэнергии в долгосрочном периоде (60+ лет). Снижение валютной нагрузки за счет сокращения импорта газа (до 4,5 млрд м ³ /год) [3]	Длительный срок окупаемости проекта. Высокие затраты на вывод из эксплуатации и обращение с отходами в будущем
ВИЭ (солнце, ветер)	Затраты в основном капитальные (оборудование). Топливная составляющая равна нулю	Экологичность, отсутствие затрат на топливо. Снижение себестоимости технологий в мире	Непостоянство выработки требует содержания «горячего резерва» маневренных мощностей, что удорожает систему [2]

Анализ преимуществ и рисков использования традиционных объектов генерации и атомной энергии показал, что каждый источник занимает свою нишу. Согласно отчету IRENA, технический потенциал ВИЭ в Беларуси значителен, но их прямая конкуренция с традиционными источниками генерации затруднена необходимостью резервирования [2]. Себестоимость «зеленого» киловатта должна рассчитываться с учетом системных издержек на балансировку сети.

В это же время, ввод БелАЭС позволил зафиксировать значительную часть стоимости генерации, сделав ее невосприимчивой к газовым котировкам. Как отмечают эксперты, оптимальная модель для Беларуси – сочетание дешевой энергии от АЭС и эффективность газовой генерации для покрытия пиковых нагрузок [3]. ВИЭ целесообразно развивать локально, там, где это будет экономически оправдано природными условиями, либо же для собственных нужд предприятий, чтобы не возникал дисбаланс в энергосистеме.

Переход к диверсифицированной структуре генерации электроэнергии позволяет минимизировать экономические риски в отрасли. Если газовая генерация выигрывает в краткосрочном периоде за счет низких капитальных затрат на строительство, то атомная энергетика обеспечивает высокую экономическую стабильность.

Список использованных источников

1. Бенько, А. Источники развития; как энергетика влияет на экономику / А. Бенько // СБ. Беларусь сегодня. – 2023. – URL: <https://www.sb.by/articles/istochniki-razvitiya.html> (дата обращения: 29.11.2025).
2. Оценка готовности Беларуси к использованию возобновляемых источников энергии : отчет / Международное агентство по возобновляемой энергии (IRENA). – Абу-Даби : IRENA, 2021. – 68 с. – URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jul/IRENA_RRA_Belarus_2021_RU.pdf (дата обращения: 29.11.2025).
3. Энергетика Беларуси: пути развития и перспективы : сб. материалов / под ред. Т. Г. Зориной [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2022. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/120457/ENnergetika_Belarusi_2022.pdf (дата обращения: 29.11.2025).

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ

Корнилова К. И., старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматриваются практические аспекты применения системы ключевых показателей эффективности (КПЭ) как инструмента повышения прозрачности и управляемости организации. Показана необходимость балансировки между преимуществами КПЭ (объективность, мотивация, контроль) и рисками формализма, искажения поведения и конфликтов интересов. Обоснована роль КПЭ как элемента целостной системы управления результативностью, обеспечивающей связь стратегии с повседневной деятельностью и устойчивое развитие компании.

Основной практический эффект системы ключевых показателей эффективности (КПЭ) – это повышение прозрачности. На уровне персонала КПЭ дает обратную связь: сотрудник видит, какие именно его действия влияют на результат, и получает основания для корректировки поведения или запроса ресурсов и помощи. Этим объясняется тесная связь КПЭ и мотивации: прозрачная система метрик снижает субъективность премирования и делает мотивацию более справедливой. Но справедливость возникает только тогда, когда метрики адекватны и когда сотрудники понимают логику их расчета [1]. Еще один важный эффект – системность. КПЭ вынуждает думать в терминах взаимосвязанных целей: рост выручки без внимания к качеству ведет к оттоку клиентов; рост производительности на фоне падения качества приводит к репутационным рискам.

С точки зрения организационной динамики, влияние КПЭ многомерно. В краткосрочной перспективе КПЭ дает сигнал о необходимости перераспределения ресурсов и корректировки процессов. В среднесрочной – формирует привычки и стандарты работы, способствует профессиональному развитию и перераспределяет внимание организации на ключевые процессы. В долгосрочной перспективе КПЭ становится частью корпоративной культуры и институализирует управленческую логику, в результате чего повышается адаптивность компании к внешним угрозам.

Основные преимущества внедрения КПЭ в организациях: – прозрачность и объективность оценки; – стимулирование эффективности; – контроль и раннее выявление проблем; – фокус на стратегические цели; – оценка качества работы. Каждое из преимуществ реализуется через методики и организационную практику. Например, «прозрачность» возможна лишь при наличии данных, их доступности и понятных правилах интерпретации; «мотивация» приводит к позитивному эффекту лишь тогда, когда КПЭ воспринимается как достижимые и справедливые.

Переходя к ограничениям и рискам, стоит рассмотреть их глубже. Риск формализма проявляется в разных формах: от «похищения» КПЭ (когда ради повышения одного показателя ухудшаются другие) до «завышенных целей», которые демотивируют персонал. Нередко встречается искажение поведения: упрощенная метрика раздражает тех, чья работа по сути сложна и многогранна, что приводит к сопротивлению и саботажу. Другой риск – конфликт интересов: в организациях, где часть дохода зависит от коммерческих результатов, например, простое связывание премий аудитора с выручкой фирмы может подорвать независимость и качество проверок [2].

Существуют и инфраструктурные ограничения: отсутствие интегрированных систем учета, недостаточная автоматизация, разрозненность данных по проектам и клиентам. В таких условиях внедрение КПЭ превращается в дорогостоящую и длительную

инициативу. Часто стратегия «сначала поставить КРІ» терпит неудачу, так как не проработаны источники данных: кто гарантирует корректность, кто отвечает за своевременное обновление, как решаются расхождения в учете. Без ответа на эти вопросы КРІ становятся «сигнальными лампочками» без плана действий.

Отдельно следует остановиться на проблеме измерения качественных показателей. В услугах, где основная ценность – в аналитической работе и профессиональной оценке (аудит, консалтинг, научные исследования), простая цифровая метрика редко отражает глубину вклада. Подходы к решению этой проблемы включают введение «смеси» показателей: количественные (например, выполнение сроков), качественные (оценка экспертов, результаты внешней проверки), поведенческие (оценка клиентского опыта). Смешанная конструкция уменьшает риск искажений, но усложняет систему управления: требует дополнительных усилий по интерпретации и коммуникации [3].

Практическая методика разрешения конфликтов между преимуществами и рисками базируется на трех принципах. Первый – баланс: в КРІ включаются разные типы показателей, перекрывающие друг друга, чтобы компенсировать слабость отдельных метрик. Второй – гибкость: КРІ пересматривается регулярно (квартально/полугодично), чтобы отражать изменения стратегии или внешних условий. Третий – участие персонала: сотрудники привлекаются к разработке КРІ, что повышает их легитимность и уменьшает сопротивление. Эффективность КРІ проявляется только тогда, когда компания выстраивает целостную систему управления результативностью – от стратегического уровня до индивидуальных целей сотрудников, обеспечивая прозрачность, мотивацию и обратную связь. Именно в таком подходе заключается реальное конкурентное преимущество и устойчивое развитие организации.

Из изложенного ранее можно составить практические рекомендации: – начинать нужно с малого: пилотировать КРІ на отдельных подразделениях или проектах, где процессы уже относительно формализованы; – изначально следует ограничить количество КРІ – избыток метрик немедленно снизит управляемость; – необходимо инвестировать в качество данных и в объясняющую коммуникацию, чтобы сотрудники не только знали «что» измеряется, но и понимали «почему» и «как» это на них влияет; – стоит проектировать КРІ как связку «метрика + порог + следствие» – т. е. не только измерять, но и прописывать, какие управленческие решения принимаются при отклонениях. Со временем организационные практики должны эволюционировать в сторону зрелой системы управления эффективностью: КРІ становится частью регулярного планирования, оценочных сессий, систем обучения и карьерного развития. В зрелых организациях КРІ встроена в еженедельные/ежемесячные отчетные циклы, формирует контент управленческих совещаний, используется HR для оценки потенциала и развития сотрудников, и интегрирована с IT-дашбордами, предоставляющими прозрачный доступ к данным.

Список использованных источников

1. Говоров, А. Ю. Совершенствование системы управления предприятием на основе КРІ / А. Ю. Говоров; А. Д. Ворошилов; науч. рук К. И. Корнилова // Первые шаги в науке : материалы III Международной научно-практической конференции студентов и магистрантов: в 2 ч. Ч. 1 / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия; редкол.: И. В. Шафранская (гл. ред.) [и др.] – Горки, 2025. – С. 153–155.
2. Савицкая, Г. В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия / Г. В. Савицкая. – Мн. : Новое знание, 2022. – 392 с.
3. Фрейзер, Д. КРІ: показатели эффективности бизнеса / Д. Фрейзер, К. Ормерод ; пер. с англ. – М. : Альпина Паблицер, 2019. – 276 с.

ЦЕЛЕВЫЕ СЕГМЕНТЫ РЫНКА АВИАПЕРЕВОЗОК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Кучинский Н. П., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корнилова К. И.

Аннотация. Рассматривается современное состояние рынка пассажирских авиаперевозок Республики Беларусь. Показана необходимость переориентации отрасли с учетом изменений геополитической и экономической ситуации. Определены основные целевые сегменты потребителей – транзитные пассажиры, чартерные туристы и пассажиры деловых поездок.

Современный рынок авиаперевозок Беларуси находится в состоянии активной трансформации. Под влиянием геополитических изменений и переориентации мировой экономики традиционные маршруты и бизнес-модели претерпели значительные коррективы. В этих условиях ключевым вопросом для устойчивого развития отрасли становится не просто восстановление пассажиропотока, а его качественное понимание.

Рынок пассажирских авиаперевозок Беларуси на современном этапе представляет собой динамичную систему, переживающую период глубокой структурной перестройки. Ключевым фактором, определяющим его развитие, стала кардинальная смена географических приоритетов. Если ранее маршрутная сеть была интегрирована в общеевропейское воздушное пространство, то сегодня наблюдается активная переориентация на восточные и южные направления. Данная тенденция является прямым следствием изменившихся внешнеполитических и экономических условий, что привело к сокращению сообщения со странами Евросоюза и одновременному наращиванию потенциала в направлениях Турции, ОАЭ, Китая и ряда государств СНГ.

Важной характеристикой текущего момента является изменение качественного состава пассажиропотока. Согласно исследованию целевых сегментов Национального аэропорта Минск, проведенному Корниловой К. И., транзитные пассажиры составляют значительную долю – около 33 % от общего потока [1]. Этот показатель не только подтверждает статус аэропорта Минска как регионального транзитного узла, но и указывает на необходимость выстраивания особой логистической и сервисной политики, ориентированной именно на эту категорию путешественников. Параллельно с этим отмечается устойчивый рост сегмента чартерных перевозок, что свидетельствует о смещении потребительского спроса в сторону туристических поездок, в ущерб традиционным деловым маршрутам.

Таким образом, можно выделить три основных целевых сегмента, в наибольшей степени определяющих специфику белорусского рынка:

– транзитные пассажиры. Это пассажиры, для которых аэропорт Минска является точкой пересадки, а не конечным пунктом назначения. Их ключевые потребности сосредоточены вокруг эффективности и комфорта стыковочного процесса. Для них критически важны минимальное время трансфера, понятная навигация внутри терминала, доступность зон отдыха, бесплатный Wi-Fi и возможность воспользоваться услугами duty-free без временных ограничений. Лояльность данного сегмента формируется не к авиакомпании, а к аэропорту как к удобному хабу;

– чартерные туристы. Данная группа потребителей характеризуется высокой чувствительностью к цене и ярко выраженной сезонностью спроса. Их решение о перелете является частью более крупной покупки – туристической путевки. Следовательно, их лояльность направлена в первую очередь на туроператора, а не на авиаперевозчика.

Мотивация заключается в достижении курортного направления с минимальными затратами, что делает их менее требовательными к дополнительным сервисам на борту, но более восприимчивыми к акциям и спецпредложениям;

– пассажиры деловых поездок. В условиях текущей реальности этот сегмент в значительной степени представлен специалистами, следующими в страны СНГ и Азии. В отличие от туристов, они ценят регулярность, частоту рейсов и гибкость тарифов, позволяющую вносить изменения в бронирование. Ценовая чувствительность у них значительно ниже, но требования к стабильности, пунктуальности и качеству сервиса, особенно в бизнес-классе, напротив, крайне высоки. Их лояльность завоевывается за счет надежности и программ поощрения.

Для эффективного освоения каждого сегмента необходима дифференциация маркетинговых и сервисных подходов.

Для транзитных пассажиров приоритетом должно стать развитие инфраструктуры хаба. Стратегически важными являются запуск специализированной программы лояльности аэропорта, совершенствование навигации, создание комфортабельных зон для работы и отдыха, а также организация бесплатных ознакомительных туров по Минску для пассажиров с длительной стыковкой.

Взаимодействие с чартерными туристами требует тесной интеграции с туроператорским бизнесом. Авиакомпании «Белавиа» целесообразно активно участвовать в формировании пакетных туров «все включено», предлагать гибкое ценообразование для туроператоров и развивать продажи сопутствующих услуг, таких как страховка, питание и багаж, на этапе покупки путевки.

Удержание пассажиров деловых поездок должно базироваться на безупречном качестве сервиса. Ключевыми инициативами являются развитие корпоративных программ лояльности, внедрение гибких тарифов с возможностью изменения дат без штрафных санкций, обеспечение приоритетного прохождения всех формальностей и поддержание высокого уровня комфорта в бизнес-залах. Гарантия регулярности рейсов по ключевым деловым направлениям является для этого сегмента основным фактором выбора авиакомпании.

Проведенное исследование позволило установить, что современная конъюнктура рынка формируется под влиянием транзитных пассажиров, чартерных туристов и пассажиров деловых поездок, каждый из которых обладает уникальным набором потребностей и поведенческих характеристик. Успешное развитие будет зависеть от способности авиапредприятий предложить транзитному пассажиру – бесшовный и технологичный хаб, чартерному туристу – экономически эффективный пакетный продукт, а пассажиру деловых поездок – гибкий и надежный сервис. Подводя итог, можно утверждать, что дальнейшая устойчивость и рост рынка пассажирских авиаперевозок Республики Беларусь напрямую зависят от перехода от управления направлениями к управлению потребителями, основанного на принципах сегментирования и кастомизации услуг.

Список использованных источников

1. Корнилова, К. И. Анализ целевых сегментов рынка РУП «Национальный аэропорт Минск» / К. И. Корнилова // XXI международный научно-практический семинар «Мировая экономика и бизнес-администрирование», Минск, 24–25 апреля 2025 года. Международная научно-техническая конференция «Инжиниринг и инновации в промышленности», Минск, 15 мая 2025 года : сборник материалов и докладов / Белорусский национальный технический университет. – Мн. : Четыре четверти, 2025. – С. 45–47.

Лесоцкая А. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Дашкевич Н. В.

Аннотация. Рассматривается влияние информационных технологий на развитие инженерной экономики. Приведены примеры программ, способствующих автоматизации рутинных задач в организации и улучшению экономики на предприятии. Также приведены проблемы развития информационных технологий в рамках данной темы и способы их решения.

В наше время важно понимать, что социально-экономические проблемы решаются не только экономистами, но и техническими специалистами, с помощью различных инженерных методов. Именно это два направления объединены в одну науку, которая называется «Инженерная экономика». Данная наука изучает методы и принципы экономической оценки и принятия решений в инженерной и производственной деятельности. Также можно сказать, что наука изучает обеспечение конкурентности продукции и производства [1].

Актуальность данной дисциплины заключается в том, что она направлена на создание новых технологий в том числе и информационных, а также на модернизацию экономики в целом и повышения качества жизни.

Можно сказать, что с помощью инженерной экономики решает экономические проблемы с использованием инженерных решений.

Данная наука решает проблемы по прогнозированию экономических результатов, оптимизации затрат и сроков реализации проектов, а также оценку стоимости проектов и период их окупаемости.

На современном этапе развития общества информационные технологии, становятся неотъемлемой частью жизни человека. Люди используют их для собственного развития и решения повседневных задач, но не стоит забывать о том, что информационные технологии также тесно связаны с экономическим и техническим развитием [2].

Современные информационные технологии способствуют тому, чтобы упростить решение большинства проблем, с которыми можно столкнуться при анализе деятельности предприятия в целом.

Если говорить конкретно про инженерную экономику, то основными направлениями информационных технологий являются:

- использование специализированных программ;
- моделирование и оптимизация проектов;
- управление затратами с помощью ERP, CRM и HRM-систем;
- автоматизация рутинных процессов;
- системы принятия решений с использованием искусственного интеллекта;
- ускорение обмена данными и улучшение коммуникации.

Использование специализированных программ (MS Excel, MATLAB, Python), позволяет быстро и точно обрабатывать большие объемы экономических данных, проводить экономико-статистический анализ и выявлять ключевые тенденции развития предприятия. MATLAB – это программа для программирования и численных вычислений, которая используется инженерами и учеными для анализа данных, разработки алгоритмов и создания моделей. Программа предоставляет интерактивные приложения для

визуализации данных и тестирования алгоритмов. Также данная программа позволяет производить масштабные вычисления.

Программные комплексы (Primavera, SAP ERP) помогают моделировать различные варианты реализации проектов, оценивая их затраты, сроки и доходность, что способствует выбору наиболее эффективного решения.

Primavera Project Planner Professional нужен для создания графиков и планирования проекта, а Primavera Contractor позволяет управлять строительными проектами.

Информационные технологии (ИТ) также помогают организациям эффективно управлять затратами за счет автоматизации процессов, таких как ERP-системы, которые созданы для планирования ресурсов, CRM-системы помогают упростить взаимоотношения с клиентами и HRM-системы позволяют управлять человеческими ресурсами. Организации могут автоматизировать большинство задач, таких как обработка запросов клиентов, выставление счетов, которые в противном случае требовали бы ручной обработки сотрудниками, что приводит к повышению эффективности и снижению общих затрат на выполнение этих задач.

ИТ позволяют автоматизировать рутинные процессы, такие как расчет себестоимости, амортизации, планирование бюджета и формирование финансовых отчетов, снижая вероятность ошибок и экономя время.

Существуют системы поддержки принятия решений (DSS) на основе искусственного интеллекта и машинного обучения. Они анализируют комплексные экономические показатели, прогнозируют риски и предлагают варианты оптимальных решений. Она выдает информацию в печатной форме, или на экране монитора, основываясь на входных данных. Система помогает людям быстро и точно оценить ситуацию и принять решение. DSS возникли в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных [3].

Естественно, с развитием ИТ инженерная экономика сталкивается с рядом проблем. Например, возрастает угроза кибератак, кражи данных, мошенничества. Нехватка надежных систем защиты приводит к финансовым потерям и снижению доверия клиентов.

Также во многих уголках мира не так развита инфраструктура и есть ограничения в развитии технологий.

Еще одна проблема заключается в нехватке технических специалистов, благодаря которым и происходит развитие технологий.

Данные проблемы могут быть решены с помощью инвестиций в образование по всему миру, развития инфраструктуры и разработкой новых способов защиты данных.

Инженерная экономика – необходимая дисциплина для успешного управления техническими проектами. Она объединила в себе знания экономики и инженерного дела, а развитие информационных технологий только повышают точность, скорость и качество экономического анализа с использованием инженерных знаний.

Список использованных источников

1. Инженерная экономика / В. В. Кочетов [и др.] – М. : Изд-во МГТУ, 2011. – 24 с.
2. Информационные технологии / Ю. Ю. Громов [и др.] – Томбов: Изд-во ФГБОУ «ТГТУ», 2015. – 24 с.
3. Система поддержки принятия решений. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 20.04.2026).

**ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ НА РАЗВИТИЕ МАЛЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ**

**Лысая А. В., студент,
Новикова Е. С., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Соков В. С.

Аннотация. Рассматриваются возможности использования CRM-систем, маркетинговых и пользовательского контента для оптимизации работы с потребителями, расширения рынков сбыта и формирования репутации в цифровой среде. Особое внимание уделено появлению репутационных рисков в связи с формированием высококонкурентной среды на маркетинговых платформах.

В настоящее время жизнь современного человека невозможно представить без Интернета и различных инновационных устройств. Благодаря появлению Интернета, мобильных устройств и социальных сетей, люди получили доступ к бесконечному потоку информации, множество новых возможностей выбора и сравнения цена и качества товаров и услуг. В этом контексте создание интернет-магазинов стало одной из самых выгодных схем ведения бизнеса в сети Интернет. Более того, в современных рыночных условиях на конкурентоспособность любого предприятия влияет уровень цифровизации его бизнес-процессов, а вследствие того, что малый бизнес более гибкий, цифровая трансформация происходит интенсивнее. Быстрое развитие цифровых платформ произошло во время пандемии COVID-19, поскольку офлайн-шопинг приобрел все больше и больше ограничений, а торговым предприятиям это грозило значительным снижением продаж. Использование искусственного интеллекта, больших данных и облачных вычислений позволило автоматизировать процесс рекомендации того или иного товара определенному потребителю, учитывая его личные предпочтения, с помощью персонализированных предложений. Также А. Байрамгулыева, М. Матякубова, Дж. Рахманова и Б. А. Керимова отмечают, что «применение мобильных технологий расширяет возможности электронной коммерции, делая покупки доступными в любое время и в любом месте» [1, с. 87]. Это свидетельствует о расширении рынков сбыта, уменьшая значение каких-либо географических барьеров: теперь заказать тот или иной товар можно из любой точки мира. Особенно это заметно в связи с развитием таких маркетинговых платформ, как Wildberries, Ozon, Amazon, eBay и так далее. В данном случае, даже если небольшой магазин, продающий свою продукцию офлайн только в одном городе, использует данные маркетинговых платформ, это позволяет значительно расширить рынки сбыта, что указывает на снижение важности географического расположения физического магазина. Интеграция такой системы управления, как Customer Relationship Management (CRM), приводит к автоматизации и трансформации бизнес-процессов предприятия за счет оптимизации персонализированной работы с потребителями. Используя данную систему, обеспечивается сокращение затрат времени и ресурсов на такие рутинные задачи, как оформление заказа, составление счета и уведомление клиента, тем самым обеспечивая полное сопровождение потребителя от выбора до получения товара. В настоящее время большинство людей предпочитают оформление того или иного продукта «в один клик» и без лишнего контакта с консультантом, что создает для цифровых платформ с CRM-системой больше преимуществ по сравнению с физическими магазинами, поскольку данная система позволяет систематизировать все данные о клиенте, оптимизируя дальнейшую работу с ним и уменьшая роль персонала в рутинных задачах. CRM-система обеспечивает не только

улучшение взаимоотношений с клиентами, но и оптимизацию прогнозирования продаж. Ю. А. Губко утверждает, что одной из преимуществ CRM-системы является то, что «компания может строить и проводить рекламные кампании и маркетинговые мероприятия, которые будут удовлетворять запросам потребителей» [2, с. 295]. Данное преимущество объясняется наличием единой цифровой базы данных, образующейся путем анализа спроса, предпочтений и обратной отдачи потребителей, вследствие чего формируется более достоверное прогнозирование последующего производства и реализации продукции. В контексте оптимизации персонализированной работы с клиентами цифровые торговые площадки радикально изменили характер коммуникации между малым бизнесом и конечным потребителем. Онлайн-коммуникация превращается в канал сервиса, обеспечивающий постоянное присутствие предприятия в цифровом пространстве и формирующий новый стандарт обслуживания. Важную роль в этом процессе играет пользовательский контент, который становится ключевым фактором, влияющим на доверие и лояльность потребителей. Во время принятия решения о покупке они чаще стали ориентироваться на мнения других пользователей о том или ином товаре или услуге. По этому поводу справедливо отмечает Г. С. Бакеева: «пользовательские отзывы несут в себе элементы «социального доказательства», что способствует более глубокой вовлеченности аудитории и повышению доверия к информации о товаре или услуге» [3, с. 29]. По этой причине, отзывы и рейтинги становятся не только инструментом обратной связи, но и важнейшим элементом формирования репутации малого предприятия в цифровой среде. Несмотря на очевидные преимущества цифровых торговых платформ, их использование малым бизнесом для осуществления своей деятельности сопряжено с рядом системных вызовов и угроз. По мере увеличения числа продавцов на различных маркетплейсах формируется высококонкурентная среда, которая увеличивает появление репутационных рисков. В условиях усиливающейся конкуренции негативные отзывы и жалобы на товар оказывают прямое влияние на снижение продаж, а недобросовестные практики, к примеру, демпинг цен способны подорвать устойчивость малых предприятий. в связи с этим, современным предприятиям, представляющим свои товары и услуги на цифровых платформах, необходимо не только быть адаптивными к различным рискам, но и иметь стратегический подход к управлению имиджем в цифровой среде, где каждая коммуникация с потребителями становится критически значимой.

В настоящее время цифровые платформы становятся одним из основных факторов развития малых предприятий розничной торговли, обеспечивая расширение рынков сбыта, повышения качества обслуживания и формирования устойчивых отношений с потребителями. Их использование позволяет автоматизировать бизнес-процессы предприятия и внедрять персонализированные сервисы. При этом, ведение предпринимательской деятельности сопряжено с различными рисками, среди которых можно выделить репутационные угрозы. Для успешного функционирования малых предприятий в цифровой среде необходимо стратегически управлять имиджем и адаптироваться к новым вызовам цифровой экономики.

Список использованных источников

1. Байрамгулыева, А. Развитие электронной коммерции и цифровых платформ / А. Баурамгулыева, М. Матякубова, Дж. Рахманова, Б. А. Керимова // IN SITU. – 2025. – № 3. – С. 85-87.
2. Губко, Ю. А. Применение CRM системы управления взаимоотношениями с клиентом для розничной торговли / Ю. А. Губко // Скиф. – 2020. – № 5-2 (45). – С. 293–297.
3. Бакеева, Г. С. Роль пользовательских отзывов и UGC в формировании репутации бренда / Г. С. Бакеева // Вестник науки. – 2025. – № 2 (83). – С. 28–38.

ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА СКВОЗЬ ПРИЗМУ КОНЦЕПЦИИ КРИВАЯ ГАРТНЕРА

Лысая А. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Соков В. С.

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс применения генеративного искусственного интеллекта сквозь призму концепции кривая Гартнера, а также экономический эффект от интеграции данной технологии в производственный процесс предприятия.

В настоящее время, когда цифровизация начала охватывать все сферы жизни человека, возникает такой вид искусственного интеллекта (ИИ), который способен создавать различный контент, начиная с текста, примитивных картинок и заканчивая видеороликами, которые невооруженным взглядом не отличишь от реальных.

Несмотря на автоматизацию рутинных задач, генеративный ИИ добавляет ряд сложностей, среди которых можно выделить усложнение выявления достоверной информации, риски мошенничества и другое. Например, при возникновении ИИ появилась необходимость пересмотра образовательного процесса, поскольку, помимо снижения затрат времени на создание какого-либо задания и автоматизации не столь важных задач, данная технология стремительно создает угрозу в виде снижения качества получаемого образования, вследствие чего следует пересмотреть систему оценивания знаний студентов. Однако Л. В. Константинова, В. В. Ворожихин, А. М. Петров, Е. С. Титова и Д. А. Штыхно утверждают, что «одной из образовательных целей должно стать обучение студентов новым инструментам искусственного интеллекта» [1, с. 39]. Это объясняется необходимостью выявлять достоверную информацию, поскольку генеративный ИИ сейчас может использоваться повсеместно, и различать его становится одной из задач настоящего специалиста.

Кривая Гартнера представляет собой жизненный цикл технологии, состоящий из следующих этапов: триггер инноваций, пик чрезмерных ожиданий, нижняя точка разочарования, склон просветления и плато продуктивности. Любая новая возникшая технология сначала вызывает огромный ажиотаж у людей, особенно если это касается того, что раньше казалось невозможным и неосуществимым. Однако далеко не все заинтригованы новой технологией: всегда находятся те, кто не верит в функциональную полезность инновации или же считают ажиотаж вокруг данной технологии необоснованным. Так произошло и при возникновении генеративного ИИ: далеко не все люди могли поверить в возможность искусственного создания текстового или иллюстрированного материала, который будет претендовать на тот же уровень качества, что и контент, созданный человеком самостоятельно. Несмотря на это, именно на данном этапе закладываются предпосылки завышенных ожиданий от новой технологии.

Вторым этапом является пик чрезмерных ожиданий, характеризующийся предвкушением появления кардинально новых свойств, что вызывает резкий рост спроса и популярности, а также приводит к быстрому распространению. Ожидания касаются генеративного ИИ, с точки зрения энтузиастов, были весьма завышены: ожидалось чуть ли не повсеместное внедрение новой технологии, смещая человеческий капитал с главенствующих позиций в различных сферах жизни. Однако качественная работа ИИ смогла выполняться только в тех случаях, когда предварительно были произведены должные

настройки, доработки и интеграции в той или иной процесс, что плавно и сместило данную технологию со второго этапа на третий – нижняя точка разочарования.

Этап нижней точки разочарования подразумевает столкновение с реальными характеристиками и свойствами новой технологии, что может характеризоваться недостаточной эффективностью результатов, невысокой производительностью и высокой стоимостью интеграции. А. А. Кравченко отмечает одну из причин наступления данного этапа кривой Гартнера: «Внедрение или неспособность обеспечить финансовую отдачу в запланированные сроки – все это приводит к тому, что ожидания не оправдываются, и наступает разочарование». В случае с генеративным ИИ ожидания не оправдывались вследствие нетщательного подбора информации для выполнения той или иной задачи, из-за чего достоверность отсутствовала и качество получаемого результата периодически оказывалось довольно низким.

Четвертым этапом кривой Гартнера является склон просветления, подразумевающий под собой утихание общественного негодования вследствие разочарования из-за несоответствия завышенным ожиданиям, а также переосмысление возможности использования реальных свойств технологии. Зачастую на стыке третьего и четвертого этапов происходит, так называемое, отсеивание потребителей, которые не нуждаются в результате от реальных свойств данной технологии, а остаются только те, кто научился правильно настраивать и интегрировать это в процесс, учитывая все необходимые затраты. Следовательно, генеративный ИИ качественно работает не в условиях комплексной задачи, как это ожидалось ранее, а при использовании его для выполнения точечных задач, тем самым повышая эффективность использования данной технологии.

При использовании генеративного ИИ в деятельности компании возникает возможность автоматизации некоторых производственных процессов, что может увеличивать скорость выполнения задач и уменьшать затраты на текущую деятельность, однако это сопровождается первоначальными вложениями средств в разработку, интеграцию и наладку технологии для конкретного процесса в функционировании того или иного предприятия. А. А. Якимчук утверждает, что «искусственному интеллекту нужна помощь человека на каждом этапе работы – он не может нормально функционировать без постоянно человеческого внимания». Данное суждение также указывает на действительный экономический эффект от внедрения генеративного ИИ, учитывая наличие необходимого контроля со стороны человека.

Заключительным этапом жизненного цикла технологии является плато продуктивности, где генеративный ИИ становится уже привычным инструментом для повышения уровня цифровизации и показателей функционирования компании путем более качественного прогнозирования или планирования различных элементов производства, а также уменьшения затрат на обслуживание данной технологии.

Таким образом, экономический эффект от внедрения генеративного искусственного интеллекта проявляется в росте скорости выполнения точечных задач, оптимизации креативной составляющей и снижении операционных затрат, ведущих к инвестициям в другие области функционирования предприятия. Внедрение генеративного искусственного интеллекта можно рассматривать сквозь призму кривой Гартнера, начиная с всеобщего ажиотажа и огромных ожиданий и заканчивая использованием данной технологии в качестве очередного инструмента.

Список использованных источников

1. Константинова, Л. В. Генеративный искусственный интеллект в образовании: дискуссии и прогнозы / Л. В. Константинова, В. В. Ворожихин, А. М. Петров, Е. С. Титова // Открытое образование. – 2023. – № 2. – С. 36–48.

АНАЛИЗ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Мацкевич Е. Д.,

Голубев Т. В.

УО «Национальный детский технопарк»

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. В статье проанализирована современная структура генерирующих мощностей страны с акцентом на долю возобновляемых источников энергии и общую динамику топливно-энергетического баланса. Отмечается значительное влияние БелАЭС на сокращение потребления импортного газа и выбросов парниковых газов.

Энергетическая система Беларуси, страны с ограниченными собственными запасами традиционных энергоносителей, за последние годы претерпела кардинальные структурные изменения. Ключевым событием стал ввод в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции, который существенно изменил топливно-энергетический баланс и снизил зависимость от импортируемого природного газа.

По данным на конец 2024 года, общая установленная мощность электростанций Беларуси составляла 12 689 МВт (рисунок 1), где на возобновляемые источники энергии приходится 632 МВт с лидирующей долей солнечной энергетики (рисунок 2) [2].

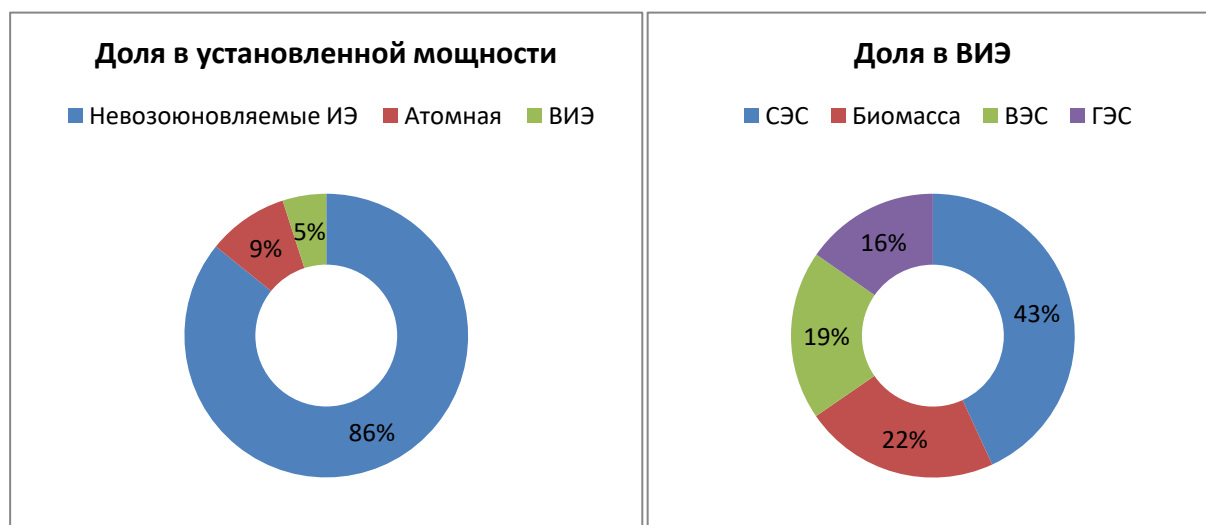


Рис. 1. Доли установленной мощности электростанций Беларуси

Рис. 2. Доли установленной мощности ВИЭ Беларуси

Запуск БелАЭС стал самым значимым фактором изменения ТЭБ за последние десятилетия. Благодаря этому произошел ряд изменений:

- Снижение зависимости от газа. До ввода станции доля природного газа в производстве электро- и теплоэнергии превышала 90 %. Сегодня БелАЭС производит около 40 % всей потребляемой в стране электроэнергии, что кардинально изменило структуру генерации.

- Экономический и экологический эффект. с момента запуска первого энергоблока (ноябрь 2020 г.) станция выработала более 37 млрд кВт·ч. Это позволило заместить свыше 10 млрд куб. м импортируемого природного газа и сократить выбросы

парниковых газов более чем на 15 млн тонн. Это обеспечивает большую стабильность тарифов на электроэнергию, защищая их от колебаний мировых цен на газ [3].

– Планы на будущее. Власти рассматривают возможность строительства второй атомной электростанции или дополнительных энергоблоков на площадке БелАЭС в связи с прогнозируемым ростом электропотребления.

Параллельно с развитием атомной энергетики Беларусь проводит политику диверсификации ТЭБ за счет местных видов топлива (к ним относятся древесные топливные гранулы (пеллеты), торфяные брикеты и фрезерный торф) и ВИЭ. Однако отмечается, что после ввода БелАЭС внимание к развитию ВИЭ со стороны правительства снизилось. Например, установленная мощность ВИЭ, эксплуатируемых Минэнерго (ГЭС, ВЭС), с 2022 года не растет, а выработка даже сократилась в 2023 году. Это создает контраст с растущим сектором солнечной энергетики, отраженным в общей статистике по мощности. с вводом БелАЭС Беларусь не только обеспечила свою потребность, но и создала предпосылки для потенциального экспорта излишков электроэнергии в будущем, особенно при строительстве новых мощностей. Обсуждаются возможности поставок на рынки соседних стран.

Потребление электроэнергии в Беларуси стабильно растет. В 2023 году оно составило 41,1 млрд кВт·ч, а за январь-сентябрь 2024 года увеличилось на 6 % по сравнению с аналогичным периодом прошлого года. Рост связан с новыми производствами, электрификацией отопления и горячего водоснабжения в жилом секторе, а также с развитием электротранспорта. Минэнерго прогнозирует рост потребления электроэнергии до 44 млрд кВт·ч к концу 2025 года и до 47 млрд кВт·ч к 2030 году [3].

В завершение стоит отметить, что топливно-энергетический баланс Беларуси находится в стадии глубокой трансформации. Основные вызовы на ближайшую перспективу включают необходимость гармоничного развития всех компонентов энергобаланса, стимулирование роста возобновляемой электроэнергетики и адаптацию инфраструктуры к растущему внутреннему спросу и потенциальным экспортным возможностям. Успех в управлении этими процессами определит энергетическую устойчивость и экономическую эффективность страны в долгосрочной перспективе.

Список использованных источников

1. Топливо-энергетические балансы. – URL: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/energeticheskaya-statistika/annual-dannye/toplivno-energeticheskie-balansy/> (дата обращения: 02.12.2025).
2. EES EAEC – Энергетический профиль Беларуси. – URL: <https://www.eese-aec.org/energetika-evrazii/energeticeskij-profil-belarusi> (дата обращения: 02.12.2025).
3. Белорусская энергетика: развитие БелАЭС и возобновляемых источников. – URL: <https://neg.by/novosti/otkrytj/beloruskaya-energetika-sostoyanie-i-trendy/> (дата обращения: 02.12.2025).

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ПОДДЕРЖКИ ВИЭ
В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ И СТРАНАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА****Мацкевич Е. Д.,****Голубев Т. В.**

УО «Национальный детский технопарк»

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Корсак Е. П.

Аннотация. В работе проведен сравнительный анализ ключевых механизмов государственной поддержки возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Республике Беларусь и странах Европейского Союза. Рассмотрены такие инструменты, как «зеленые» тарифы, аукционы, квоты, субсидии, налоговые льготы и административные упрощения. Выявлены сходства и различия подходов, оценена их эффективность в контексте достижения национальных целей (6–10 % ВИЭ к 2025 г.) и общеевропейских обязательств (45 % к 2030 г. по RED III). Сделан вывод о необходимости адаптации европейского опыта с учетом специфики белорусской энергосистемы для ускоренного развития сектора ВИЭ.

Развитие возобновляемых источников энергии (ВИЭ) является стратегическим направлением для обеспечения энергетической безопасности, снижения зависимости от импорта и выполнения климатических обязательств. В Республике Беларусь доля ВИЭ в выработке электроэнергии составила около 4 % в 2023 г. с планом роста мощностей до 750 МВт к 2025 г., тогда как в ЕС этот показатель достиг 22 % в 2023 г. с целевым 45 % к 2030 г. Однако динамика роста во многом определяется эффективностью государственных механизмов поддержки. Целью исследования выступает сравнительный анализ инструментов стимулирования ВИЭ в Беларуси и ЕС для выявления лучших практик и направлений совершенствования национальной политики, опираясь на нормативные акты, данные Минэнерго РБ и отчеты IRENA.

Механизмы поддержки ВИЭ в Республике Беларусь сформировались с 2010 г. в соответствии с Законом № 225-З и претерпели эволюцию по мере развития рынка. Основным инструментом остаются «зеленые» тарифы, гарантирующие фиксированную цену за кВт·ч произведенной энергии (для солнечных установок – до 0,15 руб./кВт·ч, ветровых – до 0,20 руб./кВт·ч в 2023 г. с понижающим коэффициентом 0,45 для новых объектов). Сетевые организации обязаны выкупать всю «зеленую» энергию в пределах квот, установленных постановлением № 662 (2025–2029 гг.: до 200 МВт/год). Дополнительно предоставляются субсидии (компенсация 20–30 % затрат через местные программы), льготные кредиты от Банка развития РБ (ставка 5–7 %) и налоговые льготы (освобождение от НДС, сниженный налог на прибыль до 10 %). Перспективно введение аукционов для крупных проектов, хотя пока они не получили широкого применения (Закон Республики Беларусь от 27 декабря 2010 г. № 225-З «О возобновляемых источниках энергии»).

В странах Европейского Союза политика ВИЭ координируется Директивами RED II (2018) и RED III (2023), предусматривающими разнообразие инструментов в зависимости от зрелости рынков. Аукционы стали доминирующим механизмом для крупных объектов: в Германии и Испании тендеры на объем мощностей позволяют снижать цены до 20–30 €/МВт·ч с гарантией откупа на 15–20 лет. Для малых установок применяются «зеленые» тарифы (FIT) или надбавки (FIP), привязанные к рыночной цене, что стимулирует генерацию в пиковые часы (пример – Дания, Нидерланды). Системы квот и Green Certificates обязательны для поставщиков в Швеции и Польше, создавая рынок сертификатов для дополнительного дохода. Широко используются гранты из Innovation Fund (€40 млрд на НИОКР водорода), налоговые кредиты, «зеленые» облигации

и упрощения вроде «Разрешения за 1 год» с созданием «ВИЭ-зон» для снижения административных барьеров.

Сравнительный анализ выявляет ключевые сходства и различия (таблица 1). В Беларуси преобладают фиксированные тарифы с административным контролем, обеспечивающие стабильность, но ограничивающие рыночную интеграцию. ЕС ориентирован на конкуренцию через аукционы и FIT, что снижает затраты и стимулирует инновации, хотя требует развитой инфраструктуры.

Таблица 1 – Сравнительный анализ и перспективы для Беларуси

Критерий	Беларусь	ЕС
Основной инструмент	Зеленые тарифы + квоты	Аукционы (крупные), FIT/FIP
Интеграция с рынком	Низкая, фиксированные цены	Высокая (FIP, аукционы)
Контроль затрат	Административный	Рыночный (падение цен)
Адм. барьеры	Высокие (квоты через исполкомы)	Низкие («1 год», ВИЭ-зоны)
Доля ВИЭ (2023/план)	4 % / 10 % к 2025 г.	22 % / 45 % к 2030 г.

В завершение отмечается, что Беларусь успешно прошла начальный этап на базе тарифов, но для амбициозных целей необходим переход к рыночным механизмам ЕС. Рекомендуется поэтапное введение аукционов (2026–2028 гг.) для проектов >5 МВт, сохранение FIT для малой генерации, создание «Единого окна» и «зеленого» фонда (€100 млн). Адаптация лучших практик обеспечит устойчивый рост ВИЭ, балансируя затраты и инновации при сохранении национальных квот.

Список использованных источников

1. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Policies in a Time of Transition. – Abu Dhabi: IRENA, 2022.
2. Официальный сайт Министерства энергетики Республики Беларусь. – URL: <https://minenergo.gov.by/> (дата обращения 20.11.2025).
3. Европейская комиссия. Directorate-General for Energy. Renewable energy in the EU. – URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy_en (дата обращения 20.11.2025).

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Невинский И. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Мотько Н. А.

Аннотация. Статья раскрывает принципы организации внешнеэкономической деятельности на предприятии. Рассматриваются вопросы создания специализированных структурных подразделений и их интеграции в общую систему управления. Особое внимание уделяется необходимости адаптации к изменениям мировых рынков.

Внешеэкономическая деятельность (ВЭД) – совокупность производственно-хозяйственных, организационно-экономических и оперативно-коммерческих функций экспортноориентированных предприятий с учетом избранной внешнеэкономической стратегии, форм и методов работы на рынке иностранного партнера. В отличие от внешнеэкономических связей ВЭД осуществляется на уровне производственных структур с полной самостоятельностью в выборе внешнего рынка и иностранного партнера [1]. Для эффективной реализации валютных операций и соответствия требованиям государственного регулирования внешней торговли предприятиям необходимо формировать специализированные структурные подразделения. к их числу относятся валютные группы, отделы и управления, которые составляют основу организационной инфраструктуры для решения данных задач. Внешнеэкономическую деятельность в основном осуществляют компании и частные лица как внутри страны, так и за ее пределами. Правительство же, в первую очередь, определяет правила и рамки, в которых эта деятельность происходит.

Для успешной работы на международной арене компании необходимо выстроить четкую организационную структуру, которая закроет все специфические задачи ВЭД. Необходимо выделить круг задач, которые должны выполняться внутри предприятия:

- 1) аналитическая работа: исследование рынков, поиск партнеров;
- 2) договорная и правовая работа: подготовка контрактов, работа с международным правом;
- 3) маркетинг и продвижение на внешних рынках;
- 4) валютно-финансовое управление: расчеты, страхование рисков;
- 5) логистика и таможенное оформление.

Далее следует выбор и построение организационной модели. В зависимости от масштабов деятельности можно выбрать одну из моделей:

1. Линейная структура: руководитель принимает все решения и несет полную ответственность, а подчиненные выполняют приказы только одного линейного менеджера.
2. Матричная структура: сотрудники подчиняются одновременно двум руководителям: функциональному менеджеру и менеджеру проекта.
3. Дивизиональная структура: организация делится на дивизионы (например, по продукту, географии, рынку), каждый из которых имеет свою структуру;
4. Комбинированная структура: использует элементы разных моделей в зависимости от потребностей предприятия.

Эффективная организация ВЭД является стратегическим требованием для современного предприятия. Ее основу составляет формирование целостной организационной структуры, призванной обеспечить координацию всех международных операций. Ключевые элементы данной системы включают:

1) создание профильных подразделений (отделов, управлений или дочерних фирм), ответственных за направления ВЭД;

2) распределение задач между отделами (аналитическими, финансовыми, юридическими, логистическими);

3) обеспечение гибкости и устойчивости структуры к глобальным вызовам, таким как геополитическая нестабильность, цифровая трансформация и ужесточение экологических стандартов.

Усложнение и увеличение объемов внешнеторговых операций служат основанием для создания на базе отдела внешнеэкономических связей полноценной внешнеторговой фирмы. Данный шаг является целесообразным для крупных промышленных объединений, ориентированных на экспорт, осуществляющих массовые импортные закупки и реализующие инвестиционные проекты [1]. Внешнеторговые фирмы могут работать в структуре объединения двумя способами. Первый – без образования юридического лица, имея при этом некоторую операционную самостоятельность за счет собственного субсчета. Второй, более распространенный, – когда фирма является полноценным юридическим лицом с самостоятельным балансом. Несмотря на это, головное объединение сохраняет полный контроль над деятельностью своей внешнеторговой фирмы, выстраивая отношения на договорной основе. Такой подход экономически обоснован, так как самостоятельность мотивирует фирму активно увеличивать прибыль, повышать рентабельность сделок и привлекать новых клиентов.

Эффективная внешнеэкономическая деятельность предприятия определяется тремя элементами: продуманной организационной структурой, интеграцией всех международных операций в единую систему и способностью быстро адаптироваться к изменениям глобального рынка. Именно такая гибкость и управляемость становится сегодня основным конкурентным преимуществом.

Список использованных источников

1. Морозова, О. В. Внешнеэкономическая деятельность предприятия: учебное пособие / О. В. Морозова, А. А. Колесников. – Мн. : БГУИР, 2024. – 147 с. – URL: <http://elib.bsut.by/bitstream/handle/123456789/590/Пособие%20ВЭД%20Морозова%20Колесников.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата обращения: 28.11.2025).

2. Алексеев, И. С. Внешнеэкономическая деятельность / И. С. Алексеев. – М. : Дашков и К, 2010. – 304 с.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ АБСТРАКТНОГО МЫШЛЕНИЯ У ПРОГРАММИСТОВ

Негруша О. Е., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Воронич Л. В.

Аннотация. Статья рассматривает визуализацию алгоритмов как дидактический инструмент инженерной педагогики для развития абстрактного мышления у начинающих программистов. На основе теории мультимедийного обучения и когнитивной нагрузки обоснована методика «ступенчатой визуализации» с постепенным снятием опор. Описаны элементы методики, метрики оценки и условия внедрения в курс начального программирования.

Для современного инженерного образования важны не только прикладные навыки кодирования, но и сформированное абстрактное мышление – способность оперировать обобщениями, моделями и инвариантами. Студенты начальных курсов нередко застревают на синтаксисе, не выстраивая ментальных моделей исполнения программ. Визуализация алгоритмов (далее – ВА) способна соединять конкретный код и абстрактные структуры данных, снижая порог входа и ускоряя переход к самостоятельному теоретическому рассуждению.

Вопрос состоит в том, что традиционные формы обучения программированию (лекция и сборник задач) могут перегружать когнитивные функции студентов начальных курсов деталями синтаксиса и инструментов, оставляя в тени причинно-следственные связи на уровне состояний программы. Возможен метод, который систематически делает внутренние состояния алгоритма наблюдаемыми, поддерживает переход от конкретных примеров к абстракциям, контролирует когнитивную нагрузку и снижает потребность в визуальных подсказках.

Три взаимодополняющих положения определяют выбор средств ВА:

1. Теория мультимедийного обучения: интеграция словесных и графических представлений при умеренной сложности повышает понимание за счет двойного кодирования и сегментации материала.

2. Теория когнитивной нагрузки: визуальные средства полезны, если уменьшают внешний и поддерживают значимый типы нагрузки, не увеличивая чрезмерно внутреннюю сложность [2].

3. Рекомендации CC2020 по вычислительным учебным планам: акцент на визуально-интерактивные средства при обучении абстракциям данных и алгоритмов, особенно на начальном этапе, для выстраивания ментальных моделей исполнения [1].

Далее описывается возможная методика ступенчатой визуализации (трехступенчатый цикл с угасанием опор) для базового курса программирования:

Шаг 1. Конкретизация (управляемая визуализация).

Инструменты: блок-схемы, трассировка по шагам (в данном процессе программа выполняется по шагам и при этом фиксируются состояния переменных и структур данных, анимация структур данных (стеки, очереди, деревья), подписи, которые связывают код, состояние памяти и инварианты цикла.

Дидактика: небольшие сегменты по 5–7 минут с вопросами на предсказание следующего состояния, принцип разделенного внимания (код и визуализация синхронизированы пространственно-временно).

Шаг 2. Конструирование.

Инструменты: анимации без подписей, задания на восстановление пропущенных шагов, карточки-инварианты.

Дидактика: студенты сначала делают догадку, затем соотносят с эталонной визуализацией, растет доля самостоятельного объяснения и понятия.

Шаг 3. Абстрагирование.

Инструменты: псевдокод без анимации, доказательство корректности через инварианты, оценка сложности по преобладающим операциям.

Дидактика: визуальные опоры снимаются, требуются словесно-символические аргументы и перенос в новые контексты (например, от сортировки вставками к сортировке выбором).

Возможные метрики и оценивание:

– тесты на трассировку сухим способом (т. е. пошаговое мысленное выполнение алгоритма без запуска программы) и на перенос (задания, проверяющие, может ли студент применить усвоенную схему рассуждения/инвариант в похожей иной задаче) как проверка понимания студентом причинно-следственных связей в коде и корректности построения ментальной модели исполнения алгоритма, способствует росту точности и скорости решения;

– краткие опросники ментальной нагрузки (9-балльная шкала NASA-TLX в урезанном виде на усмотрение преподавателя) для контроля избыточной наглядности [2];

– критерии качества объяснения: наличие инварианта, корректная причинность между состояниями, отсутствие апелляции к частным примерам.

Педагогические условия:

– сегментация: короткие визуальные эпизоды, интегрированные в решение задач, минимизирующие теорию без конкретного практического применения;

– принцип соответствия: визуализируется именно то, что недоступно непосредственному восприятию (скрытые состояния и инварианты);

– планомерное угасание: каждые 2–3 недели снижать насыщенность визуальных подсказок, переводя акцент с образа на символику и речь [3].

Методика повышает осмысленность рассуждений, сокращает синтаксический шум и ускоряет переход к формализации. Но также существуют возможные ограничения в виде чрезмерной анимации, которая может создавать лишнюю внешнюю нагрузку. Нужна адаптация под уровень студентов (группы, потока) и содержание темы (не все абстракции одинаково визуализируемы) [3].

Список использованных источников

1. Новый этап международной стандартизации ИТ-образования // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novyy-etap-mezhdunarodnoy-standartizatsii-it-obrazovaniya> (дата обращения: 24.11.2025).

2. Рыбина, Е. П., Опросник NASA-TLX для измерения когнитивной нагрузки: адаптация на русскоязычной выборке/Е. П. Рыбина, А. Н. Ангельгарт, Т. А. Березнер, А. И. Расторгуева, [и др.] // Психология познания: сборник материалов Всероссийской научной конференции памяти Дж. С. Брунера, 2023. – URL: <https://publications.hse.ru/chapters/823749333> (дата обращения: 27.11.2025).

3. Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education. – CC2020 Task Force Association for Computing Machinery New York – 2020. – URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3467967> (дата обращения: 27.11.2025).

МИКРОЛЕРНИНГ В ПРЕПОДАВАНИИ ООП: МИКРОКЕЙСЫ КАК МИНИМАЛЬНЫЕ ДИДАКТИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ

Негруша О. Е., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Холодова Е. П.

Аннотация. Предложена модель короткого упражнения (микрокейса) для изучения основ ООП (объектно-ориентированного программирования) на C++. Микрокейс занимает 15–20 минут и включает цель, стартовый код с антипаттерном, шаги по исправлению по принципу «одна идея – одно действие» и проверку результата. Показана цепочка из трех микрокейсов, и как она способствует усвоению материала, снижая когнитивную нагрузку. Описаны способы интеграции в лабораторные занятия и формирование оценивания в LMS (система управления обучением), что согласуется с современными исследованиями о внедрении микролернинга в цифровые образовательные среды.

Переход от процедурного к объектно-ориентированному программированию осложняется типичными трудностями: сложно понять класс как абстракцию, интерфейсы, инварианты класса, примеры с несколькими идеями сразу, зачастую охватывающие незнакомые темы, слепое использование геттеров/сеттеров вместо настоящей инкапсуляции, слабая связь с рефакторингом и тестами. Эти проблемы усугубляются когнитивной перегрузкой при решении больших задач и недостатком повторения практики. Микрообучение решает их через короткие задания с одной идеей, быстрой практикой и ясным результатом, что подтверждается исследованиями адаптивного микролернинга в высшем образовании [3] и его роли в формировании устойчивых образовательных траекторий [2].

Микрокейс представляет собой учебный сценарий продолжительностью 15–20 минут, ориентированный на формирование конкретного навыка студента.

Структура микрокейса:

- цель формулируется как «после выполнения кейса студент способен...»;
- входные материалы: фрагмент исходного кода (предпочтительно антипаттерн), условия задачи и тесты;
- этапы выполнения: фокус-вопрос (2 мин), анализ кода (5 мин), модификация или дополнение кода (9–10 мин), локальная проверка (2–3 мин);
- результат: минимально верифицируемый результат (компиляция, прохождение модульного теста), самопроверка по чек-листу и микрорефлексия в одно предложение.

Применяются принципы:

- одна идея – одно действие;
 - акцент на явных инвариантах класса;
 - минимизация контекста;
 - обязательная автоматизированная проверка;
 - преемственность с последующими микрокейсами (пререквизиты и последствия).
- Конструктивное согласование целей, активности и оценивания достигается за счет включения критериев результата непосредственно в текст микрокейса.

Для каждой темы курса формируется комплекс микрокейсов:

- 1) МК1 ориентирован на распознавание проблемы (диагностика антипаттерна);
- 2) МК2 посвящен локальному рефакторингу и проверке инварианта;
- 3) МК3 – переносу решения в новый контекст (вариация задачи).

Данный комплекс укладывается в одно лабораторное занятие (3 × 20 минут + обсуждение) и затем повторяется с интервалами:

1. T0 – в аудитории.
2. T1 – через 2-3 дня в виде онлайн-репетиции в LMS.
3. T2 – через 10-14 дней в формате контекстной мини-задачи в другой теме.

Эмпирически обоснованные интервалы распределенной практики способствуют высокому долговременному сохранению знаний. В LMS такие цепочки оформляются как модули продолжительностью около 20 минут с автоматическими тестами и метриками для анализа: количество попыток, время на каждый шаг, типичные ошибки.

Этот подход учитывает современные представления об обучении, где распределенное повторение и небольшие целенаправленные сессии повышают эффективность усвоения материала и удержание знаний в памяти.

Микрокейсы естественно интегрируются в лабораторные занятия следующим образом: вначале используются 1–2 микрокейса для активации опорных знаний, в середине предусматривается микрокейс на перенос знаний в новый контекст, а в конце – микроконтроль, включающий 1–2 теста и один рефлексивный вопрос.

Формирующее оценивание базируется на чек-листах критериев, таких как «инвариант сформулирован явно» или «публичный интерфейс выражает поведение, а не структуру данных». Автоматизированные тесты и статический анализ обеспечивают оперативный сигнал о качестве решения. За последовательное выполнение кейсов студентам присваивается 3–5 баллов без штрафов за первые попытки, что способствует обучению без страха ошибок. Обратная связь реализуется через шаблонные комментарии по типичным ошибкам, например, «скрытый сеттер через прямой доступ к полю».

Микрокейсы, выступая минимальными дидактическими единицами, реализуют принцип микролернинга в курсе объектно-ориентированного программирования. Они структурируют содержание по принципу «одна идея – одно действие», снижают когнитивную нагрузку [3], обеспечивают распределенную практику [2] и гарантируют предсказуемый прогресс в LMS [1].

Внедрение микрокейсов снижает нагрузку преподавателя на проверку за счет стандартизации входных и выходных артефактов и повторного использования сценариев, а у студентов уменьшает затраты времени благодаря ясным и понятным требованиям.

Список использованных источников

1. Integrating micro-learning content in traditional e-learning platforms / R. P. Díaz Redondo, M. Caeiro Rodríguez, J.J. López Escobar, A. Fernández Vilas // *Revista: Multimedia Tools and Applications* – 2021. – URL: <https://portalcientifico.uvigo.gal/documentos/600ef24af179b17b4933518f> (дата обращения: 26.11.2025).
2. Judijanto, L. Exploring the Role of Microlearning in Lifelong Learning: A Bibliometric Review // *The Eastasouth Journal of Learning and Educations (ESLE)*. – 2025. – Vol. 3, № 01. – URL: <https://esj.eastasouth-institute.com/index.php/esle/article/view/497> (дата обращения: 26.11.2025).
3. An Approach to Adaptive Microlearning in Higher Education / O Gherman, C. E. Turcu, C. O. Turcu // *Computer Science*. – 2022. – URL: <https://arxiv.org/abs/2205.06337> (дата обращения: 26.11.2025).

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА В ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Новикова Е. А., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р экон. наук, доцент Якушенко К. В.

Аннотация. Цифровизация и внедрение искусственного интеллекта трансформируют рынок деловых услуг, включая услуги перевода, превращая его в интеллектуальный продукт. Рассматриваются тенденции развития мирового рынка лингвистического перевода.

В условиях глобализации, цифровизации и интернационализации предприятий растет спрос на услуги технического перевода и возникает потребность в технической документации на разных языках. В условиях развития искусственного интеллекта происходят значительные трансформации в структуре и содержании деловых услуг, возрастает роль информации в экономической деятельности субъектов мировой экономики. В период плановой экономики большинство видов деловых услуг считались избыточными. Однако с расширением спектра ИТ-услуг и внедрением систем автоматизации бизнес-процессов, услуги перевода – приобретают принципиально иное значение и могут выступать в качестве инновационного направления внешнеэкономической деятельности участников ЕАЭС. В контексте цифровизации трансграничных экономических связей, которые определяют структурную трансформацию деловых услуг, экономическую значимость переводческих услуг значительно возрастает. Современный рынок лингвистического перевода представляет собой систему в единстве таких элементов как: спрос и предложение на данные услуги, конкуренция, качества и цена предоставляемой услуги. Рынок лингвистического перевода возникает при наличии у людей информационной потребности, в следствие чего информация становится ценным товаром.

Сегодня для развития эффективной инфраструктуры деловых услуг огромное значение имеет создание национальных классификаторов таких услуг и их гармонизации в рамках стран ЕАЭС. Для рынка лингвистического перевода характерен высокий уровень сетевой организации и включенности в международное разделение труда. Его развитие обусловлено не только внутренней потребностью в лингвистическом сопровождении деловой активности, но и необходимостью институциональной адаптации к новым форматам торговли услугами. Происходит переход от традиционного межъязыкового обмена к цифровым лингвистическим решениям, интегрируемым в глобальные цепочки поставок и системы цифровой логистики. Согласно отчету Европейского исследования рынка переводческих услуг (ELIS 2025), технический перевод занимает ключевое место в деятельности переводческих компаний. Экономические показатели подтверждают устойчивость и значимость рынка лингвистического перевода в ЕС. Расходы институтов Европейского союза на письменный и устный перевод оцениваются примерно в 1 млрд евро в год, что составляет менее 1 % бюджета Союза или около 2 евро на одного гражданина. В одном только Европейском парламенте занято около 1140 сотрудников, включая более 600 переводчиков и 270 устных переводчиков, дополнительно привлекается более 1500 аккредитованных специалистов. Таким образом, рынок характеризуется высокой институциональной концентрацией спроса – государственные структуры являются его основным заказчиком [2].

Цифровая трансформация рынка лингвистического перевода оказывает влияние на международную торговлю, экспортные возможности и процессы локализации.

Исследование Project Underwear (2023) показывает, что мультязычная коммуникация становится ключевым условием успеха компаний на глобальных рынках: «7 из 10 пользователей выбирают продукты и услуги на своем родном языке». Это напрямую формирует спрос на переводческие услуги и делает наличие качественных технологических решений. По итогам 2023 года европейский рынок лингвистического перевода демонстрировал устойчивые темпы роста, соответствующие глобальной динамике, порядка +5 % в годовом выражении. Наиболее высокие темпы прироста были зафиксированы в таких странах, как Швейцария, Нидерланды и Испания (около 6 % в каждой). Германия при этом сохраняет статус крупнейшего национального рынка Европы в данном секторе с объемом порядка 2,07 млрд долл. США. Эти показатели свидетельствуют о продолжающемся расширении спроса на лингвистические услуги на фоне цифровизации, экспорта услуг и миграционной мобильности. По оценке аналитических компаний CSA Research и Nimdzi, общий объем рынка лингвистического перевода в ЕС составляет примерно 6,5–7 млрд долл. США (на 2023–2024 гг.) [1].

Рост объемов и доходов от услуг перевода, мировой рынок лингвистического перевода демонстрирует устойчивый рост. В 2023 году его объем составил 67,9 млрд долларов США, а в 2024 году ожидается увеличение до 72,7 млрд долларов США, что соответствует росту на 5 %. При этом объем традиционных услуг перевода снижается в 2023 году их объем составил 49,68 млрд долларов США, что на 4,5 % ниже показателя 2022 года. Напротив, новые виды деятельности такие как, машинный перевод объем этого сегмента вырос с 978,2 млн долларов США в 2023 году до ожидаемых 1,119 млн долларов США в 2024 году, что соответствует росту на 14,4 %. Прогнозируется, что к 2030 году рынок машинного перевода достигнет 2,719 млрд долларов США, при среднегодовом темпе роста (CAGR) 13,5 %. Предоставления услуг перевода происходит с использованием цифровых технологий, такой переход способствует повышению производительности, сокращению издержек и более эффективной интеграции переводческих процессов в международные цифровые экосистемы.

Таким образом, технический перевод обеспечивает эффективную реализацию проектов, соблюдение стандартов и своевременный трансфер технологий. Развитие технического перевода способствует повышению эффективности деловых процессов, снижению транзакционных издержек и созданию инвестиционно-привлекательной среды для языковых компаний. Таким образом, технический перевод играет ключевую роль в обеспечении устойчивого развития рынка лингвистического перевода и повышении экономической эффективности предприятий.

Список использованных источников

1. Новикова, Е. А., Современные тенденции цифровизации и их влияние на рынок деловых услуг: экономический анализ услуг перевода / Е. А. Новикова, К. В. Якушенко // Проблемы управления. – 2025. – № 3(97). – С. 26–34.
2. ELIS-2025: Economic Analysis of Technical Translation in Engineering / ELIS Insights. 2025 Edition. – Europe, 2025. – 53 p.
3. BSA-2024: The Business Services Sector in the United Kingdom / The Business Services Association. – London, 2024. – 124 p.

АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМОВ ПАМЯТИ В ДИСКРЕТНЫХ ЦЕПЯХ МАРКОВА

Петров Л. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: ассистент Скуратова Д. А.

Аннотация. В академическом контексте стохастического моделирования цепи Маркова с дискретным временем являются фундаментальным инструментом для анализа систем, изменяющих свое состояние с течением времени. Их широкое применение в экономике, информатике, биологии и других науках обусловлено математической простотой и ясностью базовых предположений. Ключевой предпосылкой классической модели является марковское свойство, также известное как свойство отсутствия памяти. Согласно этому принципу, будущее состояние системы зависит исключительно от ее текущего состояния, но не от последовательности событий, которые к нему привели.

Однако именно это свойство, обеспечивающее аналитическую простоту модели, становится ее главным ограничением при анализе многих реальных процессов. В сложных системах, будь то динамика финансовых рынков или биологические процессы, история часто играет решающую роль. Игнорирование прошлого поведения системы приводит к потере значимой информации, что снижает точность прогнозов и адекватность модели в целом. Таким образом, возникает критическая потребность в адаптации классического аппарата для описания систем с долгосрочной зависимостью.

Ключевое преимущество предлагаемого метода заключается в том, что он позволяет учесть историю процесса, формально оставаясь в рамках классической теории цепей Маркова. Вместо того чтобы вводить новые, более сложные математические конструкции, которые бы нарушили марковское свойство, предлагается модифицировать саму структуру системы – ее пространство состояний.

Суть подхода заключается в целенаправленном расширении пространства состояний. Для каждого состояния, которое должно «помнить» свою предысторию, создаются его дубликаты. Каждый такой дубликат соответствует уникальной траектории, по которой система могла прийти в это состояние. Таким образом, информация о прошлом встраивается непосредственно в определение нового, составного состояния.

Проиллюстрируем этот механизм на простом примере. Рассмотрим фрагмент цепи, в котором система может перейти в состояние 3 из состояния 1 или состояния 2.

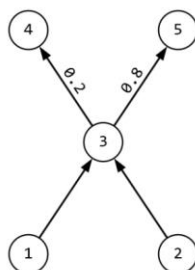


Рис. 1. Фрагмент исходной цепи Маркова

В этой системе, находясь в состоянии 3, невозможно определить, из какого состояния (1 или 2) был совершен переход. Чтобы сохранить эту информацию, мы заменяем одно состояние 3 на два его дубликата: 3.1 (если система пришла из 1) и 3.2 (если система пришла из 2).

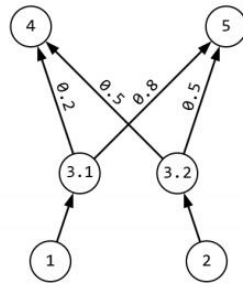


Рис. 2. Фрагмент цепи с расширенным пространством состояний

Такой подход встраивает информацию о траектории непосредственно в определение новых, более сложных состояний. Теперь, если система находится в состоянии 3.1, это однозначно означает, что ее предыдущим состоянием было 1. Это позволяет задать различные вероятности переходов в последующие состояния: например, вероятности переходов $3.1 \rightarrow 4$ и $3.1 \rightarrow 5$ могут отличаться от вероятностей переходов $3.2 \rightarrow 4$ и $3.2 \rightarrow 5$, что и является ядром данного метода.

Ключевым преимуществом этого метода является то, что в новой системе с расширенным пространством состояний марковское свойство формально сохраняется. Вероятность перехода из состояния 3.1 в любое последующее состояние зависит только от 3.1, поскольку вся необходимая информация о прошлом уже закодирована в его определении. Таким образом, удастся обойти фундаментальное ограничение классической модели, используя ее собственный аппарат. Этот принцип может быть обобщен для учета более длинных последовательностей состояний, что открывает широкие возможности для его применения.

В рамках данного исследования был проанализирован метод, позволяющий преодолеть одно из ключевых ограничений классических цепей Маркова – свойство отсутствия памяти. Основной вывод работы заключается в том, что реализация механизмов памяти в дискретных цепях Маркова возможна без формального нарушения марковского свойства. Это достигается путем целенаправленного расширения пространства состояний, при котором новые, составные состояния кодируют в себе информацию о предшествующей траектории процесса.

Значимость этого вывода состоит в существенном расширении применимости марковского моделирования. Данный метод позволяет с большей точностью описывать и прогнозировать поведение сложных систем, в которых историческая зависимость играет ключевую роль. Это открывает новые перспективы для анализа динамических процессов в самых разных областях – от финансов до биоинженерии.

В области инженерной экономики такой подход позволяет моделировать более реалистичные сценарии, такие как прогнозирование отказов оборудования или динамика рыночных активов, где вероятность будущего события зависит от предшествующей истории эксплуатации или поведения. Это дает возможность точнее оценивать экономические риски, оптимизировать стратегии технического обслуживания и принимать более обоснованные инвестиционные решения.

Список использованных источников

1. Романовский, И. В. Дискретный анализ : учеб. пособие / И. В. Романовский. – 4-е изд., испр. и доп. – СПб. : Невский Диалект ; БХВ-Петербург, 2008. – 336 с.
2. Краткое введение в цепи Маркова / J. Росса, В. Росса ; пер. PatientZero // Хабр. – 2019. – URL: <https://habr.com/ru/articles/455762/> (дата обращения: 15.09.2024).

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОГО ОПЫТА СОТРУДНИКОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Подупейко А. А., старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Рассматривается роль цифрового опыта сотрудников как важнейшего элемента современного социально-экономического развития Республики Беларусь; предлагается комплекс согласованных мероприятий, направленных на внедрение и развитие цифрового опыта сотрудников с целью повышения социально-экономической устойчивости и конкурентоспособности страны.

Современные условия развития мировой экономики характеризуются усилением глобальной конкуренции, ускорением инновационных процессов и ростом требований к качеству трудовых ресурсов. Республика Беларусь, стремясь обеспечить устойчивый экономический рост и занять конкурентные позиции на международных рынках, сталкивается с необходимостью формирования высококвалифицированного человеческого капитала.

В программных инициативах Республики Беларусь человеческий капитал (знания, навыки, творческий потенциал, идеи и таланты) рассматривается как ключевой фактор основного ресурса инновационного и устойчивого развития страны [1]. Так, государственная поддержка человеческого капитала в Республике Беларусь направлена на: формирование междисциплинарных компетенций; развитие цифровых навыков и грамотности; создание условий для научно-технического творчества; механизмы мотивации и удержания молодых талантов. Таким образом можно отметить, что развитие человеческого капитала, а именно подготовка и развитие кадров и кадрового потенциала, является ключевым аспектом развития современной экономики в Республике Беларуси, другими словами, это стратегический инструмент адаптации национальной экономики к вызовам и угрозам современного глобального рынка. Именно развитие кадрового потенциала позволяет диверсифицировать экономику, снижать зависимость от ограниченного круга традиционных отраслей и формировать более гибкую и инновационно-ориентированную структуру. На ряду с тем, что ключевое внимание уделяется формированию профессиональных и творческих компетенций, сегодня не менее важным становится и создание цифровой среды, обеспечивающей эффективное взаимодействие, обучение и самореализацию специалистов.

В этих условиях центральное место занимает концепция Digital Employee Experience (DEX) – цифрового опыта сотрудника, определяющего качество и результативность его профессиональной деятельности в организации. DEX объединяет все аспекты взаимодействия человека с цифровыми инструментами, корпоративными сервисами и обучающими платформами, формируя тем самым основу для непрерывного развития компетенций и повышения инновационного потенциала сотрудников.

Цифровой опыт сотрудников – это не просто использование цифровых технологий в деятельности организации, а комплексный опыт сотрудников, зависящий от многих факторов: восприятия, организационной культуры, цифровой зрелости и уровня поддержки со стороны сотрудников. Представляется возможным выделить следующие элементы DEX: цифровая инфраструктура; удобство и персонализация; поддержка и обучение; интеграция процессов; культура цифрового взаимодействия; восприятие и удовлетворенность. Таким образом можно отметить, что DEX играет ключевую роль в цифровой трансформации и стратегическом развитии организаций, и это не просто процесс улучшения

условий трудовой деятельности, а стратегическое направление, которое напрямую влияет на эффективность, вовлеченность и удовлетворенность сотрудников.

В условиях ускоренной цифровизации производственных и управленческих процессов, а также усиления глобальной конкуренции, развитие цифрового опыта сотрудников представляет собой важнейший элемент современного социально-экономического развития Республики Беларусь. Оно служит инструментом формирования инновационной экономики, укрепления кадрового потенциала, повышения организационной эффективности и обеспечения конкурентоспособности страны в условиях глобальной цифровой трансформации. В этой связи предлагается комплекс согласованных мероприятий, направленных на внедрение и развитие цифрового опыта сотрудников в организациях для повышения социально-экономической устойчивости и конкурентоспособности в целом:

1. Развитие цифровой инфраструктуры для управления трудовым опытом. Совершенствование цифровой инфраструктуры выступает базовым элементом поддержки DEX и предполагает внедрение современных информационных платформ, обеспечивающих сквозную интеграцию процессов управления персоналом.

2. Формирование системы непрерывного цифрового обучения персонала (предполагает внедрение адаптивных образовательных платформ, модульных курсов, средств виртуального и дополненного обучения, а также индивидуальных траекторий профессионального развития).

3. Развитие цифровой культуры и повышение вовлеченности сотрудников (что является важным аспектом построения эффективного DEX, поскольку определяет готовность сотрудников к восприятию инноваций и активному использованию цифровых решений).

Современный этап социально-экономического развития Республики Беларусь характеризуется ускоренной цифровизацией ключевых сфер общественной жизни, углублением интеграционных процессов и возрастающей конкуренцией на международных рынках. В этих условиях повышение эффективности управления человеческими ресурсами и укрепление национальной конкурентоспособности требует комплексного внедрения подходов управления DEX, обеспечивающих оптимизацию цифрового трудового опыта, рост производительности и повышение качества профессиональных компетенций. Комплексный подход к развитию цифрового опыта сотрудников позволяет повысить эффективность функционирования организаций, усилить инновационный потенциал и обеспечить соответствие структуры рынка труда современным требованиям цифровой экономики. Внедрение системных мер по развитию DEX является не только инструментом повышения производительности и качества труда, но и стратегическим фактором укрепления конкурентоспособности страны в долгосрочной перспективе в условиях глобальных вызовов.

Список использованных источников

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь до 2030 года. – URL: <https://economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf> (дата обращения: 04.10.2025).

О РАЗРАБОТКЕ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЯЗЫКА PYTHON

Поживилко Н. А., студент,

Атрощенко В. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Бадак Б. А.

Аннотация. Актуальность работы обусловлена растущей ролью языка программирования Python в инженерных расчетах, автоматизации, машинном обучении, веб-разработка, что требует не просто знания синтаксиса, а умения проектировать решения. Приложение создано с целью формирования у студентов специальности «Программная инженерия» вычислительного мышления и практико-ориентированной цифровой математической компетенции.

Цифровизация при обучении математике студентов технического университета является неотъемлемой составляющей инженерного образования и представляет своего рода трансформацию, включающую оснащение студентов знаниями, навыками и инструментами, необходимыми для использования цифровых технологий [1]. Особенности разработанной методической системы компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированной математической подготовки студентов инженерных специальностей выражаются в дополнении всех ее структурных компонентов обновленным практико-ориентированным содержанием с учетом специфики будущей профессиональной деятельности инженеров-экономистов и инженеров-программистов, современных тенденций компьютеризации и цифровизации инженерного образования в соответствии с выявленными нами дидактическими принципами ее функционирования [1]. При изучении дисциплины «Дискретная математика» в качестве выполнения эвристического задания студентами специальности «Программная инженерия» создано практико-ориентированное приложение для изучения языка программирования Python [2]. с позиции субъект-активного взаимодействия, выполнение студентами подобного рода эвристических заданий при освоении математического содержания позволяют студентам осмыслить сущность применения математических моделей для построения алгоритмов и их реализации в коде. На основании разработанной нами классификации учебных моделей эвристические задания можно отнести к типу STEM-модели, который отражает междисциплинарную связь в системе «математика – программирование» [3]. Математика обеспечивает теоретическую основу посредством освоения таких понятий, как дискретные структуры, логика предикатов, комбинаторика, теория графов. Программирование выступает инструментом практической реализации этих понятий в виде алгоритмов и программных модулей.

Архитектура приложения предусматривает пошаговое компьютерно-педагогическое сопровождение, включающее информационную поддержку для студентов (подсказки, рефлексия). Платформа обеспечивает поэтапное и комплексное погружение обучающихся в программирование на языке Python, интегрирует в себе теоретический курс, среду для прохождения тестов по пройденной теории, проекты по пройденным темам. Учебный материал структурирован по уровням сложности (от начального до продвинутого), где каждый уровень включает: теоретические модули, тесты для закрепления материала, банк идей для проектов и пошаговые планы для их реализации. Уровни сложности «Новичок», «Профи», «Эксперт» позволяют реализовать персонализированное обучение с учетом индивидуальных особенностей студентов.

Разделение на уровни основано на принципе постепенного усложнения задач и формирования субкомпетенций (математической, цифровой, практико-ориентированной) как составляющих практико-ориентированной цифровой математической компетенции. Уровень «Новичок» является фундаментом в практико-ориентированной подготовке будущих инженеров-программистов, демонстрирующий тот факт, что студент должен не просто выучить синтаксис, а понять базовые основы языка программирования. Уровень «Профи» позволяет научить студента создавать сложные, эффективные и поддерживаемые программы, используя все возможности Python. Студент изучает инструменты, которые делают код не просто работающим, а качественным и рациональным. Уровень «Эксперт» является связующим звеном между предшествующими уровнями и позволяет сформировать вычислительное мышление у студентов. Фокус смещается с синтаксиса на архитектурные паттерны, производительность и выбор оптимальных инструментов для задачи. Выбор классификаций уровней сложности определялся нами по принципу «от простого к сложному». Студент может четко видеть свой путь развития и понимать, какие навыки ему нужны для достижения следующего уровня. На рисунке 1 приведен интерфейс разработанного нами приложения.

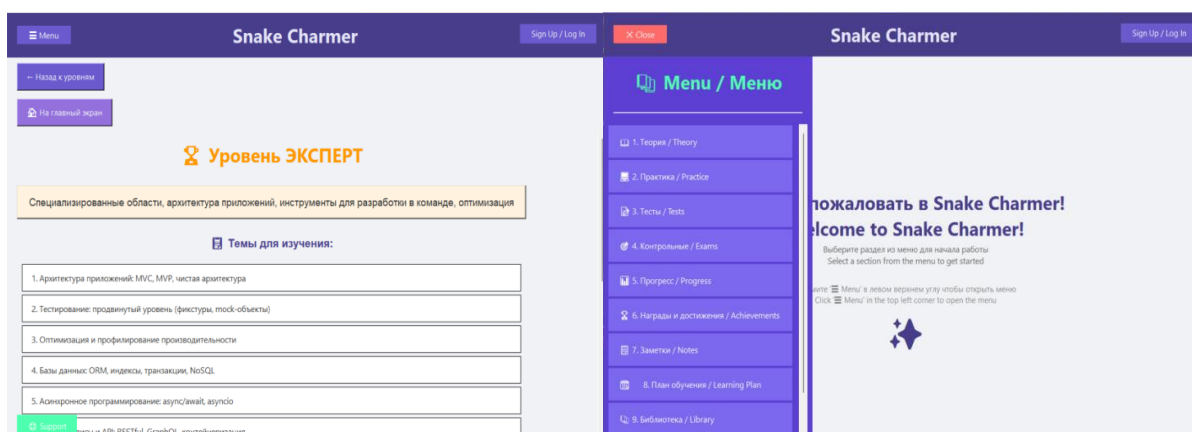


Рис. 1. Интерфейс разработанного приложения

В ходе проведения педагогического эксперимента в 2025–2026 учебном году в Белорусском национальном техническом университете на факультете информационных технологий и робототехники студентам контрольной (112 человек) и экспериментальной (114 человек) групп первого-второго курса специальности «Программная инженерия» при изучении дисциплин «Дискретная математика», «Теория вероятности и математическая статистика» выполнение эвристических заданий, как одних из видов разработанной нами классификации учебных моделей (STEM-моделей), позволяют переосмыслить математическое образование, превратив его в интерактивную, адаптивную и исследовательскую среду, где математика становится не просто предметом, а языком инженерного творчества.

Список использованных источников

1. Бадак, Б. А. О построении методической системы компьютерно-педагогического сопровождения практико-ориентированной математической подготовки студентов технического университета / Б. А. Бадак // Дидактика математики: проблемы и исследования : междунар. сб. науч. работ. – 2024. – Вып. 2 (62). – С. 25–37.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕЖКУЛЬТУРНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Прибыльская Г. В., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. пед. наук, доцент Канашевич Т. Н.

Аннотация. В статье описывается организация учебного процесса, ориентированного на диалог культур, ознакомление с культурой страны изучаемого языка. Отмечается, что формирование межкультурной компетенции может быть структурировано, организовано и усилено в процессе специальной подготовки в несколько этапов.

Формирование межкультурной компетенции в рамках компетентностной модели образования является сложным и многоаспектным процессом, который направлен на овладение не только лингвистическими структурами изучаемого иностранного языка, но и глубоким пониманием его культурной специфики. В условиях высшего профессионального образования языковая подготовка должна быть целенаправленно ориентирована на развитие у студентов компетенций, которые необходимы для эффективного межкультурного взаимодействия и успешной профессиональной деятельности.

Успешная межкультурная коммуникация представляет собой сложный и многогранный процесс, требующий глубокого понимания культурных особенностей, а также вербальных и невербальных аспектов взаимодействия. В основе эффективного межкультурного общения лежит знание национальных ценностей, норм и традиций, что позволяет адекватно интерпретировать поведение представителей различных культур и выстраивать конструктивный диалог [1, с. 14].

Особое внимание следует уделить формированию уважения к культурным различиям, что является ключевым фактором в предотвращении межкультурных конфликтов. В этом контексте важно развивать навыки эмпатии и толерантности, а также осознавать собственную культурную идентичность, что способствует более глубокому пониманию и принятию культурных особенностей других народов.

Следует отметить, что успешная межкультурная коммуникация требует комплексного подхода, включающего знание культурных особенностей, развитие навыков межкультурного взаимодействия и осознание собственной культурной идентичности. Только при соблюдении этих условий возможно построение эффективного и гармоничного межкультурного диалога, способствующего взаимопониманию и сотрудничеству между представителями различных культур.

В Республике Беларусь модель компетентностного образования, интегрированная в систему высшего профессионального обучения, направлена на формирование у студентов целостного комплекса профессиональных компетенций. Параллельно с этим особое внимание уделяется развитию их академических и социально-личностных компетенций, что обеспечивает всестороннюю подготовку будущих специалистов. В контексте преподавания иностранных языков приоритетным направлением является формирование иноязычной коммуникативной компетенции, включающей способность к эффективному межкультурному взаимодействию. Особое значение придается развитию межкультурной компетенции, которая позволяет студентам не только успешно осуществлять коммуникацию с представителями других культур, но и сохранять осознание собственной культурной идентичности. Таким образом, интеграция межкультурной компетенции в образовательный процесс способствует формированию толерантности, эмпатии

и готовности к конструктивному диалогу в условиях глобализации и культурного многообразия [2, с. 53].

В рамках компетентностной парадигмы современного образования первостепенное значение придается формированию межкультурной компетенции, которая выступает в качестве ключевого профессионального навыка для подготовки специалистов, способных эффективно функционировать в условиях глобализации и культурного плюрализма. Данный процесс предполагает комплексное развитие языковых, культурологических и социально-психологических компетенций, что обеспечивает формирование всесторонне развитой личности, обладающей необходимыми навыками для успешного межкультурного взаимодействия и профессиональной деятельности в условиях глобального миропорядка [3, с. 20].

Освоение иностранного языка требует глубокого погружения в когнитивную модель мира, характерную для носителей данного языка, а также тщательного анализа концептуальной системы соответствующей культуры. Для формирования межкультурной компетенции необходимо учитывать взаимосвязи и различия между родной и иностранной культурами. В рамках концепции иноязычного образования язык и культура рассматриваются как неразрывно связанные феномены, что предполагает не только изучение грамматического и лексического состава, но и глубокое понимание культурных особенностей [4, с. 28].

В условиях глобализации и интенсификации межнационального взаимодействия преподавательская задача выходит за рамки простой передачи языкового материала. Она включает развитие у студентов навыков эффективного и адаптивного межкультурного общения. Это требует от педагога не только владения методиками преподавания, но и понимания современных тенденций в области межкультурной коммуникации [5, с. 12].

Таким образом, процесс освоения иностранного языка представляет собой комплексный когнитивный и культурный феномен, требующий междисциплинарного подхода. Успешное овладение языком предполагает не только лингвистическую компетентность, но и способность к межкультурной рефлексии, что является ключевым аспектом формирования глобального мировоззрения и профессиональных навыков в условиях мультикультурного общества.

Список использованных источников

1. Сысоев, П. В. Коммуникативно-этнографический подход к обучению иностранному языку и культуре: новые задачи и новые возможности в XXI веке // ИЯШ. – 2015. – № 1. – С. 14, 20.
2. Тер-Минасова, С. Г. Язык и межкультурная коммуникация. – М., 2000. – С. 53.
3. Сафонова, В. В. Культуроведение в системе современного языкового образования / В. В. Сафонова // ИЯШ. – 2001. – № 3. – С. 20.
4. Сафонова, В. В. Социокультурный подход: основные социально-педагогические и методические положения // ИЯШ. – 2014. – № 11. – С. 28.
5. Сафонова, В. В. Элективный курс по культуроведению США в системе профильного обучения английскому языку / В. В. Сафонова, П. В. Сысоев // ИЯШ. – 2005. – № 2. – С. 12.

Расолько А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Веренич Г. Д.

Аннотация. В статье проводится комплексный анализ инвестиционного климата Республики Беларусь, рассматриваемый в разрезе двух ключевых групп реципиентов капитала: институциональных (прямые иностранные инвестиции, корпоративные инвестиции) и частных (розничных) инвесторов.

В последние годы инвестиции активно используются как инструмент модернизации промышленности. Однако для стабильного развития данной сферы необходимо создать привлекательные условия. Определим понятие «инвестиции».

Согласно Закону Республики Беларусь № 53-3 от 12 июля 2013 г. «Об инвестициях», инвестиции – имущество и иные объекты гражданских прав, принадлежащие инвестору на праве собственности, ином законном основании, позволяющем ему распоряжаться ими, вкладываемые инвестором на территории Республики Беларусь в целях получения прибыли (доходов) и (или) достижения иного значимого социально-экономического результата, в иных целях, не связанных с личным, семейным, домашним и иным подобным использованием [1]. Для улучшения инвестиционного климата в Республике Беларусь регулярно совершенствуется законодательная база. Так последняя редакция Закона «Об инвестициях» была принята в 2024 году и включала в себя дополнительные стимулирующие условия для инвесторов, такие как льготы и преференции, меры по повышению инвестиционной привлекательности регионов. к законодательной сфере также относится создание свободных экономических зон (СЭЗ), особых проектов (Парк высоких технологий, Китайско-Белорусский индустриальный парк «Великий камень») [2]. Данные инициативы демонстрируют потенциальным инвесторам заинтересованность государства в инвестициях, предоставляют определенные гарантии и льготы, которые могут сыграть роль при принятии решений. В настоящее время к результатам законодательных мер по увеличению инвестиционной привлекательности Республики Беларусь относятся рост экспорта IT-услуг организаций-резидентов ПВТ, что повлекло увеличение доли данного сектора в ВВП; привлечение 150 коммерческих организаций и начало формирования производственных кластеров среди резидентов индустриального парка «Великий камень»; увеличение доли резидентов свободных экономических зон в макроэкономических показателях. Например, СЭЗ «Брест» стала территорией для создания инновационных форм ведения бизнеса и реализации инвестиционных проектов с участием иностранного капитала. В увеличении инвестиционной привлекательности заинтересованы не только государственные органы, но и промышленные предприятия. Они также предпринимают различные меры для повышения своей инвестиционной привлекательности. Крупные холдинги, такие как ОАО «Минский автомобильный завод» и ОАО «БЕЛАЗ» активно выделяют перспективные технологические направления, которые могут составить конкуренцию международным производителям и тем самым заинтересовать потенциальных инвесторов. Также различные белорусские предприятия внедряют международные стандарты финансовой отчетности, что позволяет упростить процесс изучения данных и принятия решений для инвесторов. Активно вводятся программы по оптимизации издержек и повышению эффективности производства за счет автоматизации, к примеру «Могилевлифтмаш» делает ставку на автоматизацию и цифровизацию производства. Также организации публикуют презентации,

бухгалтерские отчеты и другие данные, которые могут заинтересовать потенциальных инвесторов. Для упрощения инвестирования в Республике Беларусь действует Белорусская валютно-фондовая биржа, а также различные приложения, к примеру AIGENIS invest. Данные инструменты позволяют в онлайн формате наблюдать за торгами, подбирать наиболее выгодные и интересные предложения через фильтры, просматривать информацию об уже совершенных сделках. Однако для участия в торгах через Белорусскую валютно-фондовую биржу требуется воспользоваться услугами брокера, что усложняет процесс регистрации. Согласно данным Белорусской валютно-фондовой биржи, наибольшее количество акций стабильно реализуют банки, такие как ОАО «АСБ Беларусбанк», ОАО «Белинвестбанк», ОАО «Приорбанк», ОАО «Сбер Банк». Такие результаты связаны с повышенным доверием и стабильностью в банковской сфере. Однако в последнее время были зафиксированы крупные сделки с рядом организаций: ОАО «Туровский молочный комбинат», ООО «АВТОПРОМЛИЗИНГ», СЗАО «Фидмаш». Таким образом белорусские организации постепенно начинают развивать инвестиционный климат Республики Беларусь. Повышение инвестиционной привлекательности – это задача не только для крупных организаций и иностранных инвесторов. Устойчивый экономический рост невозможен без активного участия самих граждан, которые являются основным источником сбережений и внутренних инвестиций. В связи с этим в Республике Беларусь сегодня реализуется комплекс мер, направленных на то, чтобы каждый гражданин мог не только хранить свои накопления, но и грамотно их приумножать, вкладывая в будущее собственной страны и ее предприятий. к таким мерам относятся повышение осведомленности и финансовой грамотности. Примером служит создание Единого портала финансовой грамотности, где граждане могут получить интересующую их информацию. Различные организации продвигают возможности для инвестирования через свои сайты и другие информационные средства. Также граждан защищают от возможного мошенничества со стороны инвестиционных платформ при помощи законодательства, к примеру Декрета Президента Республики Беларусь № 8. Для упрощения доступа к фондовому рынку производится цифровизация и развитие удаленного доступа. к примеру, в данный момент функционирует платформа Finstore.by, на которой можно приобрести цифровые токены и просчитать предполагаемую прибыль. Перспективы инвестиционного климата в Беларуси заключаются в постепенном создании прозрачной и диверсифицированной финансовой экосистемы, где ключевую роль будет играть цифровизация и популяризация фондового рынка. Возможен запуск новых инструментов, таких как централизованные депозитарные расписки на акции иностранных организаций, развитие цифровых платформ, упрощение инвестирования.

Таким образом инвестиционный климат в Республике Беларусь находится на этапе активного формирования и целенаправленного улучшения со стороны государства. Ключевые усилия сосредоточены на создание стабильной макроэкономической и правовой основы, предоставление преференций и льгот, автоматизации и модернизации предприятий, стимулирование внутренних инвестиций и развитие финансового рынка. к перспективам развития относятся создание зрелой, прозрачной и диверсифицированной финансовой экосистемы. Ключевую роль в этом процессе играет не только макроэкономическая стабилизация и укрепление правовых гарантий для инвесторов, но и активная цифровизация финансового сектора.

Список использованных источников

1. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – Мн., 2003–2025. – URL: <http://www.pravo.by> (дата обращения: 01.10.2025).

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИЙ В ЦИФРОВЫЕ АКТИВЫ ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИНА

Салахов А. Я., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. Рассматривается проблема оценки экономической эффективности инвестиций в цифровые активы интернет-магазинов. Предложен комплексный методический аппарат, включающий модифицированную производственную функцию Кобба-Дугласа, модель сетевых эффектов Меткалфа, показатели ROI и NPV, а также модель реальных опционов.

Оценка экономической эффективности инвестиций в цифровые активы интернет-магазина представляет собой сложную теоретическую проблему, требующую междисциплинарного подхода. Цифровые активы могут быть определены как капитальные блага особого рода, характеризующиеся свойствами неисключаемости и неконкурентности в потреблении, что обуславливает их двойственную экономическую природу.

Цифровые активы интернет-магазина представляют собой совокупность технологических решений и информационных ресурсов, направленных на обеспечение функционирования электронной торговой площадки. Ключевые категории цифровых активов включают:

1. Техническую инфраструктуру (веб-платформа, мобильное приложение).
2. Программное обеспечение (CRM-системы, аналитические платформы).
3. Информационные ресурсы (базы данных, цифровой контент).
4. Маркетинговые активы (SEO-оптимизация, медийные ресурсы).

Для анализа роли цифровых активов в деятельности интернет-магазина первоначально необходимо определить их место в производственной функции. Традиционная функция Кобба-Дугласа может быть модифицирована путем включения цифрового капитала как отдельного фактора производства и находится по формуле (1):

$$Y = A \cdot K^{\alpha} \cdot L^{\beta} \cdot D^{\gamma}, \quad (1)$$

где Y – объем выпуска; A – технологический параметр; K – физический капитал; L – трудовые ресурсы; D – цифровой капитал; α , β , γ – коэффициенты эластичности соответствующих факторов производства. Особенностью данной функции является свойство возрастающей отдачи от масштаба при увеличении цифровой компоненты.

Особенностью цифровых активов является их способность генерировать сетевые эффекты, которые количественно описываются законом Меткалфа. Данный закон может быть интегрирован в производственную функцию через параметр D (цифровой капитал), поскольку ценность цифровой сети растет экспоненциально с увеличением числа пользователей, и находится по формуле (2):

$$V = k \times n^2, \quad (2)$$

где V – ценность сети; k – коэффициент пропорциональности; n – количество пользователей. Данная зависимость объясняет экспоненциальный характер роста эффективности цифровых активов при расширении клиентской базы.

Для оценки экономической эффективности инвестиций в цифровые активы используется модифицированная методика расчета ROI, которая учитывает как прямые финансовые результаты, так и стратегические эффекты находится по формуле (3):

$$ROI = \frac{\Delta P - I}{I} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где ΔP – прирост прибыли; I – объем инвестиций. Однако данный показатель не учитывает временную стоимость денег и стратегические аспекты инвестиций.

Для преодоления ограничений показателя ROI необходимо использовать метод дисконтированных денежных потоков. Чистая приведенная стоимость рассчитывается по формуле (4):

$$NPV = \sum \left(\frac{CF_t}{(1+r)^t} \right) - I_0, \quad (4)$$

где CF_t – денежный поток периода t ; r – ставка дисконтирования; I_0 – первоначальные инвестиции. Особенностью расчета является необходимость учета высоких темпов морального износа цифровых активов.

Теория реальных опционов позволяет оценить стоимость таких возможностей по модели Блэка-Шоулза по формуле (5):

$$C = S \cdot N_{d1} - X \cdot e^{(-rT)} \cdot N_{d2}, \quad (5)$$

где C – стоимость опциона; S – текущая стоимость базового актива; X – цена исполнения; r – безрисковая ставка; T – время до исполнения; N_d – функция нормального распределения [1].

На основе представленных моделей может быть определена оптимальная структура капиталовложений через анализ предельной нормы технологического замещения по формуле (6):

$$MRTS = \frac{MPD}{MPK}, \quad (6)$$

где MPD – предельный продукт цифрового капитала; MPK – предельный продукт физического капитала. Оптимальная структура капиталовложений достигается при равенстве $MRTS$ отношению цен факторов производства.

Теоретический анализ позволяет выделить три фазы жизненного цикла цифрового актива: внедрение, рост и зрелость. Каждая фаза характеризуется специфической динамикой затрат и доходов, что должно учитываться при оценке эффективности инвестиций. На фазе внедрения преобладают капитальные затраты, на фазе роста наблюдается максимальная отдача, на фазе зрелости происходит стабилизация денежных потоков. Представленный методический аппарат должен применяться с учетом фаз жизненного цикла цифрового актива: внедрение, рост и зрелость. Каждая фаза характеризуется специфической динамикой затрат и доходов, что отражается в формулах (3), (4), (5).

Список использованных источников

1. JSTOR : [сайт]. – Нью-Йорк, 1995–2025. – URL: <https://www.jstor.org/> (дата обращения: 25.11.2025).

ПРОРЫВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ

Салахов А. Я., студент

Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Хохлова Н. М.

Аннотация. Прорывные технологии способны которые коренным образом изменить традиционные методы хозяйствования. Несмотря на определенные трудности при их внедрении, они имеют потенциал для повышения конкурентоспособности предприятий.

Использование прорывных технологий для предприятий – это не просто инструмент оптимизации, а важное условие выживания и поддержания конкурентоспособности. Это особенно актуально для стран с развитой промышленностью, ориентированной на экспорт и высокотехнологичные производства. Предприятия, которые игнорируют технологические тренды, рискуют отстать от более гибких и инновационных конкурентов, потерять рыночную долю и оказаться вытесненными с рынка. Прорывные технологии позволяют кардинально оптимизировать внутренние процессы, снизить издержки, создавать новые продукты, услуги и бизнес-модели, которых на рынке еще не было, повышая тем самым экономическую эффективность деятельности. в настоящее время интеграция прорывных технологий в деятельность предприятий является необходимым условием для повышения конкурентоспособности и завоевания доли рынка.

Прорывные технологии – это инновации, которые коренным образом меняют традиционные методы, правила конкуренции и инструменты влияния на поведение потребителей. Например, искусственный интеллект и машинное обучение, используемые для анализа данных и автоматизации решений; Big Data и аналитика, позволяющие получать полный объем информации о клиентах и создавать персональные предложения; интернет вещей, блокчейн, обеспечивающий прозрачность и безопасность данных; роботизация и аддитивные технологии, трансформирующие производство; а также биотехнологии и новые материалы [1].

Зарубежные предприятия активно внедряют прорывные технологии. Например, транснациональная компания Amazon использует роботов на складах и сложные алгоритмы искусственного интеллекта для управления логистикой и персонализации рекомендаций, что радикально повышает эффективность ее функционирования. Сейчас, наравне с людьми, на складах Amazon работают более 750 тысяч роботов, выполняющих разные задачи. Это позволяет экономить на оплате труда, снижать количество брака за счет роботизации. Компания Tesla, мировой лидер в индустрии электромобилей, также внедряет революционные технологии. Компания сумела интегрировать искусственный интеллект в автопилот. Это работает следующим образом: данные с миллионов автомобилей Tesla по всему миру анонимно отправляются для обучения общей нейронной сети. Каждая сложная ситуация, которую успешно преодолел один автомобиль, помогает «пумнеть» всем остальным [2].

В Республике Беларусь также многие предприятия успешно адаптируют прорывные решения. Парк высоких технологий выступает главным IT-хабом страны, где компании-резиденты, активно разрабатывают решения в области искусственного интеллекта и блокчейна. Крупные промышленные предприятия, такие как ОАО «МАЗ», ОАО «БелАЗ» и ОАО «МТЗ», ОАО «УКХ «БКМ» и другие внедряют роботизированные сборочные линии, системы автоматизированного проектирования и цифровые двойники для повышения точности и снижения трудоемкости работ. ОАО «БелАЗ» для сервисного

обслуживания своей техники использует инновационную платформу на основе машинного обучения, которое анализирует данные с 5000 датчиков, установленных на работающих машинах. Также на МАЗе внедрена система предиктивной аналитики, которая по вибрациям и температурным режимам предсказывает износ оборудования с точностью до 92 %. Банковский сектор на примере ОАО АСБ «Беларусбанк» и ОАО «Белагропромбанк» развивает мобильные приложения с биометрией и онлайн-кредитование на основе Big Data, а аграрные хозяйства начинают активно использовать технологии точного земледелия, используя GPS-навигацию и дроны для мониторинга полей [3].

Прорывные технологии могут иметь как преимущества, так и недостатки. К преимуществам относится повышение эффективности и производительности труда за счет автоматизации рутинных операций, а также значительное снижение операционных издержек. Эти инструменты позволяют предприятиям выходить на новые рынки. Кроме того, они открывают возможности для персонализации услуг и повышения качества продукции на основе данных о потребителях. Недостатками являются высокие инвестиции в оборудование, программное обеспечение и развитие компетенций сотрудников, сопротивление персонала изменениям и быстрое моральное устаревание самих технологий, требующее постоянных дальнейших вложений и обновлений [4].

Таким образом, несмотря на существующие трудности, прорывные технологии имеют высокий потенциал для повышения конкурентоспособности и эффективности функционирования предприятий и укреплению позиций на рынке товаров и услуг.

Список использованных источников

1. Информационные ресурсы и технологии в экономике: учебное пособие / под ред. А. Н. Романова. – М.: Вузовский учебник, 2021. – 319 с.
2. Как работает ИИ Amazon, который сам упаковывает товары и экономит миллионы. – URL: <https://www.iphones.ru/iNotes/amazon-warehouse-ai-faq-05-15-2024/> (дата обращения: 28.11.2025).
3. Любарский, Ю. Я. Интеллектуальные информационные системы / Ю. Я. Любарский. – М.: Наука, – 2014. – 228 с.
4. Хохлова, Н. М. Инжиниринг в условиях цифровизации внешнеэкономической деятельности предприятия / Н. М. Хохлова, С. А. Харитонович // XXI международный научно-практический семинар «Мировая экономика и бизнес-администрирование». – Мн.: Четыре четверти, 2024. – С. 159–160.

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ: МЕТОДЫ ИХ
ОЦЕНКИ И МИНИМИЗАЦИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОЕКТАХ****Салахов А. Я., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Монтик О. Н.

Аннотация. Рассматривается проблема управления экономическими рисками цифровой трансформации в инженерных проектах. Особое внимание уделено расчету ключевых показателей эффективности (*ROI*, *NPV*, срок окупаемости) и стратегиям управления, таким как принцип *MVP*, гибкие методологии и поэтапное финансирование.

Экономические риски цифровой трансформации можно сгруппировать в три основные категории.

Часто фокус на стартовых затратах на ПО и оборудование затеняет совокупную стоимость владения (ТСО), включающую поддержку, обновления, обучение и интеграцию. Сложности подключения новых систем к устаревшим и необходимость дорогостоящих доработок под специфику проекта регулярно приводят к выходу за рамки бюджета и срыву сроков.

Не менее опасны риски низкой отдачи от инвестиций (*ROI*). Они возникают, когда технологию внедряют ради самой технологии, без четкой связи с бизнес-задачей. Экономический эффект также сводится на нет низкой адаптацией персонала и сопротивлением изменениям, когда дорогие инструменты не используются в полную силу. Фундаментальной проблемой является и качество данных: некорректные входящие данные ведут к ошибочным решениям, генерируемым системами на основе ИИ.

Также существуют операционные и репутационные риски. Кибератака может парализовать проект и привести к утечке данных. Провал цифровизации или ее затягивание ведет к потере конкурентных позиций. А стратегическая зависимость от одного вендора создает риски будущего роста цен и сложностей с миграцией.

Чтобы управлять рисками, их нужно сначала измерить. Эффективна двухэтапная модель оценки.

Сначала применяются качественные методы для первичного выявления и приоритизации угроз. Экспертные интервью и мозговые штурмы с привлечением внутренних и внешних специалистов помогают составить полный реестр рисков. *SWOT*-анализ структурирует их, выявляя сильные и слабые стороны проекта, а также внешние возможности и угрозы.

Затем наступает очередь количественных методов, которые переводят риски в язык финансов. Анализ чувствительности («что – если») показывает, как изменение ключевых параметров (сроков, стоимости лицензий) повлияет на финансовый результат. Более сложный метод Монте-Карло проводит тысячи симуляций, оценивая вероятность достижения целевых показателей (например, *NPV*). Для точечной оценки используется формула:

$$\text{Стоимость риска} = \text{Вероятность} \times \text{Финансовые последствия.} \quad (1)$$

Итогом оценки должен быть расчет ключевых метрик: *ROI* (возврат на инвестиции), срок окупаемости и *NPV* (чистая приведенная стоимость) [1].

$$ROI = \frac{ОВ - ОЗ}{ОЗ} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где ОВ – общая выгода от внедрения цифровых технологий; ОЗ – общие затраты на внедрение цифровых технологий. *ROI* показывает, окупались ли вложения в цифровую трансформацию. Он рассчитывает, какой процент возврата дали деньги, вложенные в новое ПО, оборудование и обучение.

$$T_{ок} = \frac{ПИ}{ДП}, \quad (3)$$

где $T_{ок}$ – срок окупаемости инвестиций; ПИ – первоначальные инвестиции; ДП – годовой денежный поток.

$$NPV = \sum \frac{ДП}{(1+r)^t} - ПИ, \quad (4)$$

где *NPV* – чистая приведенная стоимость; ДП – денежный поток за период времени *t*; *r* – ставка дисконтирования. *NPV* показывает реальную стоимость инвестиций в цифровую трансформацию с учетом стоимости денег во времени. Этот показатель позволяет оценить, принесут ли долгосрочные проекты по внедрению цифровых технологий большую стоимость, чем альтернативные варианты инвестирования. В отличие от *ROI*, который показывает процент возврата, *NPV* измеряет абсолютную величину созданной стоимости в денежных единицах [2].

Выявленные и оцененные риски требуют проактивного управления. На этапе стратегического планирования критически важен четкий бизнес-кейс с измеримыми целями. Снизить риски помогает принцип *MVP* (Minimum Viable Product) – запуск пилотного проекта перед полномасштабным внедрением. Это позволяет проверить гипотезы с минимальными затратами. Не менее важен тщательный анализ технологий и вендоров.

В процессе реализации следует применять гибкие методологии, позволяя проекту адаптироваться к изменениям. Инвестиции в обучение и вовлечение персонала – это не статья расходов, а способ снизить ключевой риск низкой адаптации. Необходима и продуманная стратегия управления данными, гарантирующая их качество и безопасность.

С финансовой точки зрения помогает поэтапное финансирование, привязанное к достижению вех проекта, и создание управленческого резерва (10–15 % от бюджета) на непредвиденные расходы. Часть рисков, таких как кибератаки, можно передать через страхование киберрисков.

Список использованных источников

1. SERPSTAT: [сайт]. – Москва, 2021. – URL: <https://serpstat.com/ru/blog/chto-takoe-roi-v-marketinge/> (дата обращения: 27.11.2025).
2. Мыцких, Н. П. Универсальная модель NPV инвестиционного проекта / Н. П. Мыцких, В. А. Мыцких // Банковский вестник. – 2017. – № 4. – С. 49–52.

БУХГАЛТЕРСКИЙ УЧЕТ ЦИФРОВЫХ АКТИВОВ (КРИПТОВАЛЮТЫ, ТОКЕНЫ, NFT): ОТОБРАЖЕНИЕ В БАЛАНСЕ, ОЦЕНКА И НАЛОГООБЛОЖЕНИЕ

Серебрякова М. А., студент,

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Веренич Г. Д.

Аннотация. Рассматриваются особенности бухгалтерского учета цифровых активов, включая криптовалюты, токены и NFT. Особое внимание уделяется рискам и проблемам, связанным с правовой неопределенностью, киберугрозами и недостаточной прозрачностью рынка.

Развитие цифровой экономики сопровождается появлением нематериальных активов, обладающих значительной ценностью. Криптовалюты, токены и NFT становятся инструментами инвестиций и расчетов, что требует адаптации систем бухгалтерского учета и налогообложения. При отсутствии единых международных стандартов особое значение приобретает разработка учетных политик, обеспечивающих корректное отражение, надлежащую оценку и прозрачность финансовой отчетности.

Первые криптовалюты появились в начале 2010-х годов, когда биткойн стал использоваться как средство платежа и инвестиций [1]. За десятилетие они превратились из маргинального явления в глобальный финансовый рынок. Параллельно возникли токены для привлечения капитала через ICO и NFT как символ цифровой уникальности.

Классификация цифровых активов остается дискуссионной. Международные стандарты финансовой отчетности пока не содержат отдельного положения о криптовалютах и NFT, поэтому ученые и практики предлагают использовать аналогии с существующими категориями. Криптовалюты чаще всего рассматриваются как нематериальные активы, если они используются для инвестиций или хранения стоимости. При их применении в торговых операциях возможна классификация как запасы. NFT обладают уникальностью и могут трактоваться как объекты интеллектуальной собственности. В Беларуси уже введены нормы по учету токенов, что отражает тенденцию к институционализации данной сферы.

Вопросы оценки таких активов остаются предметом споров. На начальном этапе они фиксируются по фактической цене приобретения с учетом транзакционных расходов. В дальнейшем возможны разные подходы: использование справедливой стоимости при наличии активного рынка либо применение метода себестоимости в условиях нестабильности. В научных исследованиях часто используются комплексные подходы к оценке, которые сочетают рыночную переоценку с поправками на статистические индексы. Такой метод помогает нивелировать влияние краткосрочных ценовых колебаний, обеспечивая более стабильное отражение стоимости активов в финансовой отчетности.

Вопросы налогообложения цифровых активов остаются одной из наиболее запутанных проблем. В Беларуси, например, ранее действовали налоговые послабления для операций с криптовалютами, но впоследствии они были включены в общую систему налогообложения.

Цифровые активы оказывают существенное влияние на привлекательность инвестиций как для отдельных организаций, так и для целых регионов. Организации, корректно отражающие криптовалюты и токены в своей отчетности, демонстрируют высокий уровень корпоративного управления и готовность к внедрению инноваций. Для регионов унификация стандартов учета и регулирования создает основу для привлечения

зарубежного капитала, поддержки стартапов и формирования экосистемы цифровой экономики. Поэтому улучшение правил учета цифровых активов имеет стратегическую значимость. Это не просто технический вопрос, а способ повысить конкурентоспособность на глобальном уровне.

Несмотря на огромный потенциал, внедрение цифровых активов в бухгалтерский и налоговый учет создает множество проблем и рисков, которые требуют глубокого анализа и осторожного подхода. Главная сложность – высокая изменчивость стоимости криптовалют и токенов. Их цена может меняться на десятки процентов за день, что делает точную оценку крайне трудной и ставит под сомнение надежность финансовой отчетности. Для бизнеса это означает необходимость постоянно переоценивать активы и раскрывать информацию о рисках, а это увеличивает нагрузку на организации и затрудняет сравнение финансовых показателей.

Еще одним значительным вызовом является отсутствие единого правового статуса цифровых активов. В разных странах криптовалюты могут рассматриваться как имущество, финансовые инструменты или нематериальные активы. NFT в одних юрисдикциях трактуются как объекты интеллектуальной собственности, а в других – как цифровые товары. Такая правовая неопределенность препятствует формированию единообразных учетных политик и приводит к фрагментации международной отчетности.

Серьезную проблему представляет риск отмывания денег и финансирования незаконной деятельности через цифровые активы. Анонимность операций и возможность трансграничных переводов без участия посредников создают определенные риски для устойчивости финансовой системы. В связи с этим налоговые органы и регуляторы требуют от организаций раскрывать сведения о происхождении цифровых активов, что усложняет ведение бухгалтерского учета и увеличивает административные расходы.

Не менее серьезным вызовом остаются киберугрозы. Цифровые активы хранятся в электронных кошельках и на специализированных платформах, которые подвержены атакам. Потеря доступа к кошельку или взлом биржи ведут к утрате активов и ставят вопрос о том, каким образом подобные события должны отражаться в финансовой отчетности. В научной литературе предлагается рассматривать такие случаи как чрезвычайные обстоятельства, требующие отдельного раскрытия в бухгалтерских документах.

Сложности вызывает и налоговое регулирование. При отсутствии единых правил организации сталкиваются с трудностями при определении налоговой базы. Доходы от операций с криптовалютами могут облагаться налогом на прибыль, налогом на прирост капитала или даже НДС – в зависимости от конкретной юрисдикции. Такая ситуация требует от бухгалтеров высокой квалификации и постоянного отслеживания изменений законодательства.

Бухгалтерский учет цифровых активов – это не только перспективное направление, но и сфера, насыщенная рисками и проблемами. Волатильность, правовая неопределенность, угрозы кибербезопасности, возможность отмывания денег и налоговые сложности делают необходимым создание комплексных учетных политик, которые будут учитывать специфику цифровой экономики. В долгосрочной перспективе предполагается сближение национальных правил с международными стандартами, что создаст основу для единого подхода к отражению криптовалют, токенов и NFT в бухгалтерской отчетности и будет способствовать устойчивому развитию финансовой системы.

Список использованных источников

1. Nakamoto, S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System // Cryptography Mailing List. 2008. – URL: <https://financial-cents.com/ai-accounting-terms/big-data-in-accounting/> (date of access: 30.11.2025).

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ВСТРЕЧИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ

Симуткин Д. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Монтик О. Н.

Аннотация. В работе рассматривается формат индивидуальных встреч «Достижения – Трудности – Предложения» как инструмент повышения эффективности управления персоналом. Показано, как регулярная структурированная обратная связь улучшает коммуникации, мотивацию и результаты команды, а также раскрываются особенности восприятия формата молодыми сотрудниками.

Современные организации все чаще осознают, что эффективность бизнеса напрямую зависит не только от профессиональных компетенций сотрудников, но и от качества внутренней коммуникации. В условиях высокой скорости изменений, типичной для современного рынка, особенно важно поддерживать регулярную обратную связь между руководителем и командой.

Одним из действенных инструментов подобной коммуникации является формат индивидуальных встреч «ДТП» (Достижения, Трудности, Предложения). Несмотря на необычное сокращение, данный метод представляет собой мощный управленческий инструмент, направленный на развитие открытых отношений между руководителем и подчиненным.

Метод «ДТП» заключается в регулярных индивидуальных встречах руководителя с каждым сотрудником, на которых обсуждаются три ключевых блока:

1. Достижения – результаты, которых сотрудник достиг за прошедший период, выполнение планов, личные успехи.
2. Трудности – сложности, с которыми он столкнулся, ресурсы, которые необходимы для их преодоления.
3. Предложения – идеи по улучшению рабочих процессов, оптимизации задач, развитию команды или компании в целом.

Такая структура позволяет руководителю не просто контролировать результаты, но и глубже понимать мотивацию и потребности сотрудника, а также вовремя замечать проблемы, которые могут повлиять на эффективность.

Встречи проводятся, как правило, раз в неделю или раз в две недели, продолжительностью 45–60 минут. Результаты фиксируются в кратком протоколе, который помогает отслеживать прогресс и договоренности.

Пример применения формата «ДТП». Рассмотрим условную ситуацию, характерную для современных компаний. Руководитель отдела маркетинга в средней по размеру организации решил внедрить практику регулярных индивидуальных встреч с подчиненными по системе «ДТП». До этого взаимодействие в отделе ограничивалось ежемесячными отчетами и короткими совещаниями, на которых не всегда удавалось подробно обсудить личный вклад каждого сотрудника.

После внедрения нового формата ситуация изменилась. На еженедельных встречах каждый сотрудник рассказывал о достижениях (например, успешный запуск рекламной кампании, рост трафика на сайт, улучшение качества визуальных материалов), обозначал трудности (недостаток аналитических инструментов, высокая нагрузка, задержки согласований) и предлагал решения (введение системы приоритетов, распределение задач по уровням сложности, обучение работе с новыми платформами).

Через три месяца после начала практики руководитель отметил ряд позитивных изменений:

- 1) снизилось количество недопониманий и конфликтов внутри отдела;
- 2) улучшилась скорость выполнения задач;
- 3) сотрудники стали чаще проявлять инициативу, предлагая новые идеи и подходы к работе.

Кроме того, сама атмосфера общения стала более открытой: сотрудники стали чувствовать, что их мнение действительно учитывается, а руководство готово помогать в решении проблем.

Таким образом, практика «ДТП» показала, что даже при минимальных временных затратах она способна существенно повысить уровень вовлеченности и ответственности в команде.

Отношение молодежи к формату индивидуальных встреч. Однако важно учитывать, что восприятие индивидуальных встреч может различаться в зависимости от возраста и профессионального опыта сотрудников. Представители молодого поколения (поколение Z и младшие миллениалы) часто воспринимают подобные встречи иначе, чем более опытные коллеги.

Проведенные наблюдения и внутренние опросы в ряде компаний показывают, что часть молодых специалистов склонна считать такие встречи формальностью или потерей времени. Основные причины этого – высокая динамика работы, стремление к независимости и предпочтение более гибких, неформальных способов коммуникации (чат, голосовые сообщения, короткие стендапы).

Однако углубленный анализ показывает, что дело не в самом формате, а в том, как он реализуется. Если встреча проходит в атмосфере равенства и доверия, где сотрудник чувствует себя услышанным, то молодые специалисты начинают воспринимать «ДТП» как возможность для роста и самореализации.

Чтобы адаптировать формат под особенности новой рабочей культуры, целесообразно:

- 1) проводить короткие, но частые встречи (20–30 минут раз в неделю);
- 2) использовать визуальные и цифровые инструменты (онлайн-доски, трекеры, общие чаты);
- 3) включать в повестку не только рабочие задачи, но и обсуждение личных целей и профессионального развития.

Таким образом, практика «ДТП» может быть эффективно интегрирована даже в команды, состоящие преимущественно из молодых специалистов, если ее проводить в современной, гибкой и партнерской форме.

Формат «ДТП» (Достижения, Трудности, Предложения) представляет собой универсальный инструмент управления персоналом, направленный на повышение эффективности, развитие корпоративной культуры и улучшение коммуникации между руководителем и сотрудниками.

Таким образом, практика «ДТП» может стать не просто инструментом контроля, а эффективным элементом корпоративной культуры, способствующим устойчивому росту, вовлеченности и развитию команды.

Список использованных источников

1. Вовлеченность персонала как инструмент повышения эффективности организации //КиберЛенинка – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vovlechenost-personala-kak-instrument-povysheniya-effektivnosti-organizatsii/viewer> (дата обращения: 04.04.2025).

ОЦЕНКА ПЕРСОНАЛА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ

Симуткин Д. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Бертош Е. В.

Аннотация. В статье анализируется система Performance Review как современная управленческая технология оценки и развития персонала. Рассмотрены ее ключевые элементы: самооценка, оценка результативности и потенциала, калибровочные сессии и формирование индивидуальных планов развития.

В условиях высокой конкуренции предприятия стремятся не только совершенствовать технологии, но и повышать эффективность работы персонала. Человеческий капитал становится ключевым ресурсом, влияющим на устойчивость бизнеса. Поэтому системы оценки сотрудников, которые объединяют экономические, управленческие и педагогические инструменты, приобретают особую значимость. Одной из современных моделей комплексной оценки является Performance Review.

Цель данной работы – проанализировать систему Performance Review как управленческую технологию, а также рассмотреть ее практическое применение на примере компании «ВсеИнструменты.ру», одной из крупнейших розничных сетей и маркетплейсов в сегменте инструментов и стройматериалов.

Performance Review относится к современным моделям комплексной диагностики, объединяя в себе элементы рефлексии (самооценка), управленческого анализа (результаты, KPI), социологические инструменты (eNPS) и методики педагогического проектирования (индивидуальные карты развития).

Система Performance Review включает четыре последовательных этапа.

1. Самооценка сотрудника или руководителя. Каждый участник процесса готовит эссе-самооценку, анализируя работу по четырем направлениям:

- результаты по системе OKR;
- работа с командой и уровень вовлеченности (включая eNPS);
- личное развитие и освоенные компетенции;
- вклад в корпоративную культуру.

Этот этап выполняет педагогическую функцию – развивает навыки анализа, самооценки и самостоятельного планирования развития.

2. Оценка результатов и потенциала. Руководитель оценивает сотрудника по двум параметрам:

- результативность (ниже ожиданий / в ожиданиях / выше ожиданий);
- потенциал по 5-балльной шкале (от «готов расти на +2 уровня» до «работает на пределе»).

Это позволяет формировать кадровый резерв, выявлять сотрудников с высоким потенциалом и определять зоны развития.

3. Калибровочные сессии. Руководители одного уровня обсуждают оценки друг друга. Этот этап снижает субъективность и формирует единый стандарт управления. Практика компаний показывает, что примерно 25 % оценок корректируется – это повышает доверие сотрудников и точность анализа.

4. Обратная связь и план развития. Каждому сотруднику дается развернутая обратная связь и формируется личный план развития на 6 месяцев.

Компания «ВсеИнструменты.ру» – динамично развивающаяся омниканальная торговая сеть, где значительная часть успеха зависит от качества работы персонала: логистов, операторов кол-центра, менеджеров по закупкам, продуктовых команд.

До внедрения системы отдел сталкивался с проблемами, характерными для крупных торговых сетей:

- различия в оценках руководителей («эффект любимчика»);
- отсутствие единых критериев эффективности;
- низкая прозрачность карьерных траекторий;
- недостаточное внимание к развитию сотрудников.

Как работал Performance Review на предприятии

1. Самооценка специалистов логистики. Каждый сотрудник описывал свои результаты: скорость обработки заказов, точность сборки, взаимодействие с доставкой и складами.

2. Оценка результатов и потенциала. Руководитель впервые формализовал показатели эффективности: SLA по заказам, количество ошибок, соблюдение инструкций, способность работать в пиковые сезоны.

3. Калибровка с другими руководителями. Оценки обсуждались с начальниками смежных отделов (склады, клиентский сервис). Итог: у трех сотрудников оценки были скорректированы – это повысило объективность.

Через 6 месяцев изменения оказались значительными:

- количество ошибок в документах снизилось на 22 %;
- производительность отдела выросла на 15 %;
- время сборки заказов сократилось;
- два сотрудника получили повышение;
- eNPS вырос на 10 пунктов.

Таким образом, внедрение Performance Review позволило компании «ВсеИнструменты.ру» повысить качество логистических процессов и усилить вовлеченность сотрудников.

Performance Review – это не просто инструмент оценки персонала, а управленческая система, интегрирующая экономические, педагогические и организационные методы. Она помогает формировать культуру развития, повышать прозрачность управления и укреплять доверие внутри команды.

Список использованных источников

1. Оценка персонала как способ повышения эффективности его использования компанией // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-personala-kak-sposob-povysheniya-effektivnosti-ego-ispolzovaniya-kompaniey/viewer> (дата обращения: 04.04.2025).

2. Современные методы оценки качества персонала как инструмент повышения эффективности бизнес-процессов предприятий. – URL: <https://1economic.ru/lib/117848> (дата обращения: 04.04.2025).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ RDF-ТОПЛИВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Синько М. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: магистр техн. наук, старший преподаватель Петровская Т. А.

Аннотация. В статье исследуется комплекс экономических преимуществ применения RDF-топлива, производимого из твердых коммунальных отходов, для промышленной энергетики Республики Беларусь. Делается вывод о том, что системное внедрение RDF является стратегически важным направлением для повышения энергетической независимости и перехода к принципам циркулярной экономики.

Актуальность проблемы эффективного управления твердыми коммунальными отходами (ТКО) и обеспечения энергетической безопасности является одной из ключевых для современной Беларуси. В условиях ограниченности собственных ископаемых топливных ресурсов, высокой зависимости от импортируемых энергоносителей и растущих экологических требований, поиск альтернативных видов топлива становится стратегической задачей. Одним из наиболее перспективных направлений в этой области является производство и использование топлива из отходов (Refuse Derived Fuel, RDF). Данная работа посвящена анализу экономической выгоды от применения RDF-топлива в белорусской экономике, с фокусом на замещение традиционных энергоресурсов в промышленном секторе.

RDF представляет собой калорийную фракцию, выделенную из ТКО в процессе модернизированной сортировки, измельчения и сепарации. В его состав входят такие компоненты, как пластик, бумага, картон, текстиль, резина, древесина, обладающие высокой теплотворной способностью. Производство RDF является логическим развитием концепции циркулярной экономики, трансформируя поток отходов из объекта затрат в источник энергии и сырья.

Системное внедрение RDF в энергетический баланс страны генерирует многокомпонентный экономический эффект.

Наиболее очевидное преимущество – замещение природного газа, каменного угля и мазута в технологических процессах, не требующих высоких стандартов чистоты топлива. К таким потребителям в Беларуси относятся цементные заводы, некоторые производства строительных материалов (известь, керамика), крупные котельные коммунальной энергетики. Средняя теплотворная способность качественного RDF составляет 18–22 МДж/кг, что сравнимо с бурым углем и позволяет обеспечивать стабильный температурный режим.

Переработка отходов в топливо напрямую снижает объемы, направляемые на полигоны для захоронения. Это ведет к:

- а) увеличению эксплуатационного ресурса действующих полигонов;
- б) отсрочке или отмене затрат на строительство новых объектов захоронения, сопряженных с высокими капитальными вложениями и логистическими расходами;
- в) снижению экологических платежей, связанных с размещением отходов;
- г) выполнению целевых показателей государственных программ по сокращению захоронения ТКО.

Создание новых производственных цепочек и рабочих мест. Формирование рынка RDF предполагает развитие сопутствующей инфраструктуры: строительство и модернизация мусоросортировочных комплексов, создание предприятий по доработке

топлива, развитие логистических услуг по его транспортировке. Это способствует диверсификации экономики, созданию высокотехнологичных рабочих мест и привлечению инвестиций в перерабатывающую отрасль.

Диверсификация топливно-энергетического баланса за счет местного сырья (отходов) снижает волатильность издержек предприятий, связанную с колебаниями мировых цен на газ и нефтепродукты. Это повышает предсказуемость и устойчивость работы ключевых отраслей промышленности.

Внедрение наилучших доступных технологий в обращении с отходами и энергогенерации соответствует экологическим критериям ESG, что повышает привлекательность белорусских предприятий для международного сотрудничества и кредитования. Также это способствует выполнению целей устойчивого развития и принципов «зеленой» экономики.

Экономический эффект от RDF не является абсолютным и зависит от ряда условий:

а) качество топлива: Нестабильный состав и низкая теплота сгорания увеличивают затраты на сжигание и очистку выбросов. Решение – внедрение строгого контроля на этапах сортировки и производства RDF, сертификация;

б) технологическая адаптация потребителя: Переход на RDF требует модернизации горелочных устройств, установки систем газоочистки (для улавливания хлора, серы, тяжелых металлов). Затраты на модернизацию должны быть включены в экономический расчет;

в) логистические издержки: RDF имеет низкую объемную плотность, что делает транспортировку на большие расстояния экономически невыгодной. Оптимальная модель – создание региональных кластеров, где производитель RDF и его крупный потребитель (например, цементный завод) находятся в радиусе 50–150 км;

г) правовое регулирование и тарифная политика: необходимо четкое законодательное определение статуса RDF (как продукта, а не отхода), что упростит его оборот. Формирование справедливых тарифов на размещение отходов, делающих переработку более выгодной, чем захоронение, является ключевым стимулом.

Важно отметить, что рентабельность применения RDF резко возрастает при увеличении цены на природный газ.

Внедрение RDF-топлива в энергетический баланс Республики Беларусь представляет собой экономически обоснованную и стратегически важную меру. Комплексный экономический эффект складывается не только из прямой экономии на приобретении импортных энергоносителей, но и из значительного сокращения экологических и операционных затрат, связанных с захоронением отходов, создания новых отраслей и повышения энергетической устойчивости промышленных предприятий.

Список использованных источников

1. Киселев, В. Н. Топливо из отходов: технологии и перспективы / В. Н. Киселев, А. И. Дорофеев. – М.: Энергоатомиздат, 2018. – 350 с.
2. Сазонов, А. В. Использование РДФ в энергетике: проблемы и решения / А. В. Сазонов. – СПб, 2020. – 280 с.
3. Петров, И. И. Переработка отходов в альтернативное топливо: от теории к практике / И. И. Петров, Т. А. Смирнова. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2021. – 400 с.

ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ УЧИТЕЛЯ

Скрипченко В. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Михасик Е. И.

Аннотация. Статья посвящена педагогической компетентности и профессиональному развитию учителя. Рассмотрены ключевые направления развития: методическая подготовка, цифровая грамотность, профессиональное взаимодействие и рефлексия. Показано, что компетентность является динамичной системой, требующей постоянного совершенствования для повышения качества образовательного процесса.

Педагогическая компетентность учителя – это основа качественного образовательного процесса и один из главных показателей профессионализма. Она охватывает знания, умения, коммуникативные качества и способность организовать обучение таким образом, чтобы обеспечить развитие и результат каждого обучающегося. Компетентность не формируется раз и навсегда – она требует постоянного обновления [1].

Один из практических способов развития профессиональных навыков – систематическое освоение новых педагогических технологий. Учитель расширяет свой инструментарий через участие в курсах, мастер-классах и обучающих программах, где знакомится с эффективными методами подачи материала, организации взаимодействия и индивидуализации обучения. Такая работа позволяет совершенствовать структуру занятий и повышать их результативность.

На рисунке 1 представлено, что компетентность – это система взаимосвязанных компонентов.



Рис. 1. Инфографическая схема

Другим направлением является профессиональное сотрудничество. Участие в педагогических сообществах, методических объединениях и обсуждение практических кейсов помогают учителю оценивать собственные подходы и перенимать удачные решения у коллег. Совместная работа облегчает поиск методических ошибок и ускоряет развитие профессиональных навыков.

Отдельное значение имеет владение современными цифровыми ресурсами. Электронные платформы, интерактивные материалы, аналитические инструменты и дистанционные форматы обучения стали частью профессиональной деятельности. Освоение цифровых сервисов позволяет расширить возможности подачи материала, улучшить обратную связь и повысить доступность образовательного контента [2].

Существенным элементом развития остается рефлексия. Анализ собственных занятий, наблюдение за динамикой обучающихся и оценка эффективности примененных методов помогают педагогу корректировать свою работу. Рефлексия делает профессиональное развитие осмысленным и направленным, а не случайным.

Помимо освоения новых технологий и методов, важным направлением является личностное развитие педагога. Ключевую роль играют навыки самоорганизации, эмоциональной устойчивости, управление временем и стрессом. Эти качества помогают сохранять профессиональную эффективность в различных образовательных ситуациях, адаптироваться к изменениям и поддерживать высокий уровень мотивации как у себя, так и у обучающихся.

Не менее значимо развитие аналитических способностей. Учитель, способный объективно оценивать образовательные процессы, выявлять закономерности и прогнозировать результаты своей работы, может принимать более точные решения и повышать результативность обучения. Использование данных диагностики, опросов, тестирований и обратной связи позволяет выстраивать педагогическую практику на основании конкретных фактов и наблюдений.

Профессиональное развитие также связано с исследовательской деятельностью. Участие в образовательных проектах, экспериментальных программах и подготовка научно-методических материалов способствует углублению знаний и повышению компетентности в конкретных областях. Это позволяет педагогу не только применять существующие методы, но и создавать новые подходы, адаптированные к современным условиям и потребностям обучающихся.

Работая над темой, я убедился, что педагогическая компетентность – это динамичная система, имеющая конкретные механизмы развития. Постепенное укрепление методических, цифровых и коммуникативных навыков, профессиональное взаимодействие и регулярная рефлексия позволяют учителю повышать качество своей работы и соответствовать современным образовательным требованиям.

Список использованных источников

1. Черникова, Н. С. Развитие методической компетентности педагога высшей школы в условиях цифровизации образования // Вестник Алтайского государственного педагогического университета. – 2025. – URL: <https://journals-altspu.ru/vestnik/article/view/2527> (дата обращения: 30.11.2025).

2. Особенности цифровых компетенций современных учителей российских школ / Н. А. Руднова, Д. С. Корниенко, А. М. Калимуллин // Вестник РУДН. Психология и педагогика. – 2024. – Т. 21, № 4. – С. 1012–1035. – URL: <https://journals.rudn.ru/psychology-pedagogy/article/view/45674> (дата обращения: 30.11.2025).

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ: СРАВНЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ И МАШИННО-ОБУЧАЕМЫХ ПОДХОДОВ

Скуратова Д. А., магистрант

Белорусский государственный университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, профессор Харин А. Ю.

Аннотация. В данной работе рассматривается проблема оценки пропускной способности и эффективности функционирования сложных железнодорожных узлов. Для решения этой задачи проводится сравнительный анализ двух ключевых подходов: классического аналитического моделирования на основе теории массового обслуживания (ТМО) и современных методов машинного обучения (ML). Основной вывод исследования заключается в том, что выбор оптимального метода напрямую зависит от горизонта планирования: аналитические модели незаменимы для стратегического анализа инфраструктуры, тогда как методы машинного обучения показывают высокую эффективность в задачах операционного прогнозирования.

Анализ пропускной способности и выявление узких мест в сложных железнодорожных узлах (на примере Иркутского узла) требуют выбора адекватного метода моделирования, при этом возникает задача сравнительной оценки применимости классических аналитических подходов и методов машинного обучения в зависимости от характера решаемой задачи – стратегического планирования либо оперативного управления.

Первый подход основан на строгом математическом аппарате теории массового обслуживания и стохастических процессов, позволяющем формализовать динамику функционирования железнодорожного узла с учетом его топологических характеристик (число и конфигурация путей, наличие конфликтных маршрутов) и стохастической природы поездопотоков (случайные интервалы прибытия и длительности обслуживания). Ключевое преимущество данного подхода – возможность проведения расписания независимого (timetable-independent) стратегического анализа, ориентированного на оценку теоретической (максимально достижимой) пропускной способности и количественную оценку эффективности инфраструктурных изменений (например, строительства дополнительных горловин или реконструкции сортировочных устройств) в долгосрочном планировании [3, 11].

Второй подход основан на применении методов машинного обучения (в частности, LSTM, CNN и случайного леса) для выявления скрытых нелинейных зависимостей в исторических операционных данных, без явного учета физической структуры инфраструктуры. Его основное преимущество – высокая точность краткосрочного прогнозирования оперативных параметров (например, задержек, времени стоянки, пассажиропотока), обусловленная адаптивностью моделей к динамически изменяющимся условиям эксплуатации.

Для более глубокого понимания ценности аналитического подхода рассмотрим конкретное исследование, в котором он был применен для анализа одного из ключевых узлов Транссибирской магистрали.

В рамках апробации аналитического подхода на Иркутском железнодорожном узле (ИЖУ) была построена сеть массового обслуживания из 33 узлов и двух МАР-потоков, отражающая его структуру и поездопотоки с западного и восточного направлений. В первом эксперименте при плановой нагрузке (119 поездов/направление/сутки) оценивались показатели загрузки, длины очередей и времени блокировки. Во втором эксперименте имитировалось увеличение транзитного потока на 15 % и перенаправление 20 % таких поездов на обходной путь для выявления узких мест при возросшей

нагрузке. Полученные количественные оценки легли в основу рекомендаций по развитию инфраструктуры узла.

Моделирование Иркутского узла подтвердило достаточную пропускную способность при текущей нагрузке и выявило станцию Иркутск-Сортировочный как ключевое «узкое место», обосновав необходимость ее модернизации и оптимизации технологических процессов для увеличения транзитного потока на 15 %. В отличие от моделей машинного обучения, ориентированных на краткосрочное прогнозирование в рамках существующей инфраструктуры, аналитический подход, основанный на структурных и стохастических характеристиках системы, позволяет оценивать гипотетические сценарии развития и отвечать на стратегические вопросы типа «что, если?». Это обуславливает комплементарность методов: машинное обучение эффективно на оперативном уровне управления, тогда как аналитическое моделирование незаменимо на стратегическом – при проектировании и модернизации инфраструктуры.

Успешное управление железнодорожными перевозками требует дифференцированного выбора методов: аналитическое моделирование и машинное обучение решают разные, но взаимодополняющие задачи. Для стратегического планирования – оценки предельной пропускной способности, выявления структурных узких мест и обоснования инвестиций – предпочтительны аналитические модели на основе теории массового обслуживания, обеспечивающие расписание независимый анализ фундаментальных ограничений системы. Для оперативного управления, мониторинга в реальном времени и краткосрочного прогнозирования (задержек, пассажиропотока) эффективнее методы машинного обучения, способные улавливать сложные нелинейные зависимости в больших данных. Аналитика отвечает на стратегические вопросы «что модернизировать» и «где», тогда как ML обеспечивает оперативные решения – «когда реагировать» и «как управлять». Перспектива повышения эффективности лежит в синергии подходов: аналитика задает структурную основу, а машинное обучение оптимизирует ее динамическое использование.

Список использованных источников

1. Анисимов, В. А. О прогнозировании пассажиропотоков для высокоскоростных магистралей с учетом конкуренции на рынке пассажирских перевозок / В. А. Анисимов, А. С. Григорьева // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2022. – Т. 19. – № 3. – С. 576–589.
2. Бычков, И. В. Интеллектуальная технология моделирования железнодорожных станций на основе теории массового обслуживания / И. В. Бычков, А. Л. Казаков, М. Л. Жарков // Управление товарными потоками и перевозочным процессом на железнодорожном транспорте на основе клиентоориентированности и логистических принципов: коллективная монография / под ред. Б. М. Лapidуса, А. Т. Осьминина. – СПб.: ЛЕМА, 2019. – С. 185–193.
3. Жарков, М. Л. О моделировании железнодорожных узлов на основе теории массового обслуживания / М. Л. Жарков, А. В. Супруновский // Информационные и математические технологии в науке и управлении. – 2022. – № 1 (25). – С. 120–132.
4. Жyрюкин, А. С. Прогнозирование пассажиропотока на железнодорожном транспорте с применением машинного обучения / А. С. Жyрюкин, С. В. Муктепавел, // Вестник науки. – 2025. – № 4 (85), Т. 3. – С. 751–760.
5. Козлов, П. А. Макромоделирование железнодорожных станций и узлов / П. А. Козлов, Н. А. Тушин, И. Г. Слободянюк // Наука и техника транспорта. – 2015. – № 2. – С. 82–88.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Сласси Мутабир С. А., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. пед. наук, доцент Соловьева Л. В.

Аннотация. В статье рассматривается междисциплинарная интеграция как ключевое условие формирования исследовательской компетентности студентов инженерно-экономических специальностей. Показано, что занятия по иностранному языку создают благоприятную среду для формирования надпредметных компетенций.

В белорусской педагогике междисциплинарная интеграция рассматривается как важнейшее условие обновления профессиональной подготовки. С. Н. Сиренко предлагает модель, в которой выделяется междисциплинарное «ядро компетенций», задаются этапы внедрения и подбираются специальные дидактические средства [1]. Междисциплинарность трактуется не как механическое объединение дисциплин, а как продуманное построение образовательной среды, где студент решает практические и исследовательские задачи на стыке нескольких областей знания. Модель опирается на принципы проблемности, контекстности, опережающего обучения, участия в проектно-исследовательской деятельности и активного использования цифровых ресурсов [1], при этом целенаправленно формируются надпредметные компетенции: аналитическое мышление, работа с информацией, коммуникативная готовность, саморегуляция.

Для инженерно-экономических специальностей БНТУ этот подход выступает методологической основой: исследовательская компетентность понимается не как дополнительный компонент, а как результат целостной междисциплинарной модели, в которой инженерные, экономические и гуманитарные дисциплины объединяются вокруг общих проблемных полей (цифровизация производства, устойчивое развитие, экономика подписки, энергоэффективность и др.). В техническом университете студент одновременно осваивает «язык» инженера и экономиста, а исследовательские умения формируются не только в профильных курсах, но и на сопровождающих дисциплинах, прежде всего на занятиях по иностранному языку, где отрабатывается работа с научной информацией и представление результатов.

Занятия по иностранному языку могут стать эффективной площадкой для развития исследовательских навыков студентов технического профиля [2]. Через анализ аутентичных научных текстов, подготовку устных и письменных докладов, выполнение мини-проектов и участие в конференциях формируются умения поиска и критического отбора информации, структурирования материала, оформления результатов в соответствии с требованиями научного дискурса. Таким образом, междисциплинарность проявляется на уровне интеграции предмета «Иностранный язык» с профессиональными задачами инженерной и экономической подготовки. Образовательная среда, созданная на занятиях по профессиональной иноязычной подготовке, может служить важной площадкой для развития исследовательских навыков студентов технического профиля [2]. Работа с аутентичными текстами, подготовка докладов и участие в конференциях формируют умения искать и критически отбирать информацию, структурировать материал и оформлять результаты по нормам научного стиля. Тем самым, дисциплина «Иностранный язык» интегрируется с профессиональными задачами инженерной и экономической подготовки. Дополнительный потенциал для усвоения теоретических знаний дает активное участие

студентов в научно-исследовательских конференциях. к тому же, при прохождении практики на промышленных предприятиях, у студентов выстраивается логическая взаимосвязь связь между теорией и практическими управленческими решениями, основанными на реальных данных и отчетности. Соответственно, подготовку студентов инженерно-экономических специальностей можно представить, как систему из трех блоков:

1. Содержательно-предметный блок. Он объединяет инженерные, экономические и языковые дисциплины вокруг общих проблемных тем (цифровая трансформация производства, устойчивое развитие, экономическая эффективность инноваций, управление жизненным циклом продукции). Для каждой темы выделяется междисциплинарное «ядро» понятий и методов, к которому обращаются разные дисциплины с собственных позиций. Это позволяет студенту увидеть объект исследования в многомерном ракурсе: технологическом, экономическом, коммуникативном.

2. Деятельностно-исследовательский блок. На этом уровне реализуются проектно-исследовательские задачи, выполняемые студентами в малых группах. Задания строятся так, чтобы требовать одновременно: анализа инженерных параметров (например, характеристик производственной системы или оборудования); оценки экономических эффектов (затраты, доходы, показатели эффективности); представления результатов на иностранном языке (презентация, аннотация, мини-статья). Такая организация заданий обеспечивает развитие исследовательской компетентности: умения формулировать проблему, подбирать методы исследования, интерпретировать данные и презентовать результаты для разных аудиторий.

3. Цифрово-коммуникативный блок. Междисциплинарная модель опирается на использование цифровой образовательной среды: платформ для совместной работы, систем управления проектами, электронных библиотек и баз данных. Студенты осваивают инструменты, которые одновременно служат и исследовательским, и профессиональным целям (онлайн-опросники, статистические пакеты, средства визуализации данных). Профессиональный коммуникативный компонент реализуется через участие в студенческих конференциях, подготовку публикаций, публичную защиту проектов, что, в свою очередь, способствует формированию готовности к академическому и профессиональному исследованию, а также расширяет сферы устной и письменной профессиональной коммуникации.

Таким образом, междисциплинарность рассматривается не только как критерий отбора содержания, но и как основа организации всей системы формирования исследовательской компетентности. Наибольший эффект достигается при объединении учебных курсов, научно-исследовательской работы студентов и взаимодействия с производством в единую междисциплинарную систему.

Список использованных источников

1. Сиренко, С. Н. Модель и методика междисциплинарной интеграции в профессиональной подготовке студентов / С. Н. Сиренко // Весці БДПУ. Сер. 1, Педагогіка. Псіхалогія. Філалогія. – 2024. – № 3. – С. 12–20.

2. Янушкевич, Л. М. Формирование научно-исследовательских компетенций у студентов технического профиля на занятиях по английскому языку / Л. М. Янушкевич // Повышение качества подготовки специалистов в современных условиях государственно-частного партнерства и интеграции науки, образования и производства : материалы Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 12–13 нояб. 2020 г. : в 2 ч. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол.: Н. В. Азарко [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2020. – Ч. 2. – С. 229–233.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ «КАРТА ГОСТЯ» В ТУРИСТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ БЕЛАРУСИ

Тоболич А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Гринцевич Л. В.

Аннотация. В данной научной работе рассматриваются преимущества использования туристических карт как инновационного инструмента развития туристической сферы в Республики Беларусь. На примере белорусской системы «Карта Гостя» анализируются существующие проблемы и предлагаются шаги по их решению.

Когда туристы впервые посещают крупные города, они часто находятся в растерянности от множества событий и локаций, которые можно посетить за время прибытия. К сложности выбора добавляются финансовые затраты. Покупка билетов, питание, жилье, проезд существенно увеличивают стоимость поездки. В Беларуси дополнительной проблемой может стать недостаточно развитая система оплаты для зарубежных туристов. Иностранцы часто сталкиваются с ограниченным доступом к обменным пунктам, а также невозможностью использовать привычные платежные системы и банковские карты. Для упрощения планирования и снижения расходов во время путешествия во многих европейских столицах, таких как Амстердам, Берлин, Лондон, Барселона и т. д., внедрены туристические карты «City Card» [1]. «City Card» – многофункциональная туристическая карта, которая приобретается на срок от 24 до 120 часов. В течение этого времени ее владелец может бесплатно пользоваться общественным транспортом, посещать различные культурные объекты без дополнительной платы, а также получать скидки в сувенирных магазинах, кафе, ресторанах и отелях [1]. В Беларуси уже существуют подобные туристические карты, которые называются «Карта Гостя» [2]. Однако, у них есть множество недостатков, которые ограничивают их привлекательность и удобство пользования:

1. Выбор карт крайне ограничен. Для Минска и Минской области предлагаются три варианта – VIP, Премиум и Люкс, которые рассчитаны на 1, 2 и 3 дня. Для более длительных поездок доступен только один вид карты под названием «Бизнес» на 5, 7 или 10 дней. Для безвизовой зоны Гродно-Брест действует карта «Безвизовая Эконом» на 12 месяцев. Такой же срок установлен для карты «Эконом».

2. Названия карт для Минска и Минской области создают ощущение, что они рассчитаны исключительно на состоятельную аудиторию.

3. Многие белорусы и иностранные гости не знают о существовании белорусских туристических картах. Это связано с отсутствием активной маркетинговой кампании, и с тем, что карту можно приобрести только в специальных точках продаж.

4. Отсутствие мобильного приложения делает использование карт неудобным. А сайт, через который можно получить информацию о системе «Карта Гостя» неудобен и перегружен лишней информацией.

5. Не предусмотрены готовые маршруты, которые могли бы помочь туристу сориентироваться в городе и эффективно спланировать свое время.

6. Отсутствует четкий перечень мест, где действуют скидки или предоставляется бесплатный вход.

Чтобы сделать систему «Карта Гостя» более удобной и привлекательной рекомендуется внедрить следующие решения:

1. Необходимо разработать два варианта туристических карт: первый – для путешествий по Минску, второй – для поездок по всей территории Беларуси. Оба варианта должны быть удобны как для иностранных туристов, так и для жителей страны.

Карта для Минска должна быть рассчитана на 48 часов. Это обусловлено тем, что досуговые объекты в выходные дни посещаются чаще, чем в будние [3]. Карта для путешествий по Беларуси должна действовать в течение недели. Так как средняя продолжительность туристической поездки по стране составляет 7 дней [3]. Оба варианта карт должны иметь возможность продления срока действия как в мобильном приложении, так и в местах продажи. Также каждый из двух вариантов карт должен быть представлен в двух форматах:

- базовом – по доступной цене, с базовым функционалом;
- расширенном – с максимальным набором услуг и бонусов, по более высокой цене.

Названия должны соответствовать форматам и называться на английском языке, например, для Минска и окрестностей – «Basic Guest Card Minsk» и «Premium Guest Card Minsk», а для всей Беларуси «Basic Guest Card Belarus» и «Premium Guest Card Belarus».

2. Необходимо создать мобильное приложение, в котором должны быть реализованы следующие основные возможности:

- активация карты, отображение срока ее действия и последующего продления;
- полный перечень объектов на карте города, которые можно посетить бесплатно или с определенной скидкой, исходя из программы карты;
- отметка места или мероприятия как «посещено» и «хочу посетить»;
- интерфейс на 3 языках (русском, белорусском и английском);
- наличие готовых популярных маршрутов, сгруппированных по тематикам.

Такое мобильное приложение будет полезно не только для туристов, но и для местных жителей, ищущих идеи для досуга или мест для путешествия внутри страны.

3. Для успешного запуска обновленной системы «Карта Гостя» необходимо провести масштабную маркетинговую кампанию:

- продвижение в туристических агентствах, на вокзалах и в аэропорту;
- сотрудничество с блогерами и городскими медиа;
- размещение информационных материалов в общественном транспорте и туристических зонах.

4. Необходимо расширить сеть продаж. Для максимальной доступности карты должны продаваться на всех станциях метро, в аэропорту, а также на ж/д и автовокзалах.

Внедрение обновленной системы «Карта Гостя» может существенно улучшить организацию туризма в Беларуси. Данная система будет полезна не только туристам и белорусам, но также государственным учреждениям и частному бизнесу. Прежде всего, новая система сделает культурные объекты более доступными и узнаваемыми. Бесплатный или льготный вход в музеи, театры и выставки поможет привлечь внимание к национальному наследию и повысит интерес к белорусским культурным мероприятиям. Это, в свою очередь, приведет к росту посещаемости государственных учреждений культуры и будет способствовать их развитию. Для частных заведений участие в программе станет дополнительным источником клиентов. За счет роста узнаваемости и наличия скидок повысится поток туристов и местных жителей, что позволит увеличить выручку.

Список использованных источников

1. City Cards: Pros & Cons. – URL: <https://theglobalgadabout.com/> (date of access: 22.11.2025).

2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь : [сайт]. – URL: <https://www.belstat.gov.by/> (дата обращения: 23.11.2025).

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ АВТОМАТИЗАЦИИ

Трутнева А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: ассистент Скуратова Д. А.

Аннотация. Рассматривается применение последовательного критерия отношения правдоподобия (SPRT, Вальд, 1947) для сокращения среднего объема выборки (Average Sample Number, ASN) при статистическом контроле качества в энергетике. На примере биномиальной модели брака фотоэлектрических элементов показано, как ASN зависит от: расстояния между гипотезами $|p_1 - p_0|$, допустимых ошибок I и II рода (α, β), и наличия пространственной/временной корреляции. Предложена двухэтапная модификация SPRT для коррелированных данных. Результаты подтверждают: SPRT минимизирует ASN при фиксированных α, β и обеспечивает до 50 % экономии ресурсов по сравнению с фиксированными планами.

Постановка задачи.

Пусть контроль качества партии элементов (например, фотоэлектрических модулей) сводится к проверке двух простых гипотез о доле брака p :

$$H_0: p = p_0 = 0,05, H_1: p = p_1 = 0,10,$$

с уровнями ошибок:

$$\alpha = P(\text{отклонить } H_0 | H_0) = 0,05, \beta = P(\text{принять } H_0 | H_1) = 0,01.$$

Цель – минимизировать ожидаемое число наблюдений ANS, необходимое для принятия решения.

Метод: SPRT-Вальда.

Пусть $x_i \in \{0,1\}$ – индикатор брака i -го элемента, $f(x_i|p) = p^{x_i}(1-p)^{1-x_i}$. После n наблюдений логарифм отношения правдоподобия:

$$\lambda_n = \sum_{i=1}^n \ln \frac{f(x_i|p_1)}{f(x_i|p_0)} = n \ln \frac{p_1}{p_0} + S_n \ln \frac{p_0(1-p_1)}{p_1(1-p_0)},$$

где $S_n = \sum_{i=1}^n x_i$.

Решение принимается по правилу:

$$\begin{cases} \lambda_n \leq A \Rightarrow \text{принять } H_0, \\ \lambda_n \geq B \Rightarrow \text{принять } H_1, \\ A < \lambda_n < B \Rightarrow \text{продолжить,} \end{cases}$$

где границы по Вальду-АПП (с допущением $\alpha, \beta \ll 1$):

$$A \approx \ln \left(\frac{\beta}{1-\alpha} \right), \quad B \approx \ln \left(\frac{1-\beta}{\alpha} \right).$$

Для приведенных параметров:

$$A \approx \ln\left(\frac{0,10}{0,95}\right) \approx -2.25, B \approx \ln\left(\frac{0,90}{0,05}\right) \approx 2.89.$$

Анализ ASN.

Точное выражение для $ASN(p)$ при биномиальных данных [3]:

$$ASN(p) = \mathbb{E}_p[T] \approx \frac{(1-\alpha) \ln \frac{1-\beta}{\alpha} + \alpha \ln \frac{\beta}{1-\alpha}}{D(p||p_0)} \quad \text{при } p = p_0,$$

где $D(p||q) = p \ln \frac{p}{q} + (1-p) \ln \frac{1-p}{1-q}$ – дивергенция Кульбака–Лейблера.

При $(p = p_0 = 0.05): (D(p_0||p_1) \approx 0.0063) \rightarrow (ASN(p_0) \approx 26)$. Для фиксированного плана Неймана–Пирсона с теми же α, β требуется $n \approx 54$ [2]. Экономия – до 52 %.

Выводы.

1. SPRT Вальда минимизирует ASN при фиксированных α, β и обеспечивает экономию до 50 % по сравнению с планами фиксированного объема.

2. Эффективность метода возрастает с увеличением различимости гипотез $|p_1 - p_0|$ и при адекватном выборе α, β на основе экономико-статистического баланса затрат/риск.

3. Для коррелированных данных необходима предварительная оценка зависимости и переход к независимым кластерам.

4. Внедрение SPRT в энергетике (контроль солнечных панелей, топливных элементов, ветрогенераторов) позволяет сократить время и стоимость испытаний, ускорить принятие решений и повысить рентабельность.

Список использованных источников

1. Вальд, А. Последовательный статистический анализ / А. Вальд. – М. : Наука, 1964. – 380 с.
2. Харин, А. Ю. Об одном подходе к анализу последовательного критерия отношения правдоподобия для различения простых гипотез / А. Ю. Харин // Вестник Бел. гос. ун-та. – Сер. 1: физ., мат., инф. – 2002. – № 1. – С. 92–96.
3. Харин, А. Ю. Робастность байесовских и последовательных статистических решающих правил / А. Ю. Харин. – Мн. : БГУ, 2013. – 207 с.
4. Ширяев, А. Н. Статистический последовательный анализ / А. Н. Ширяев. – М. : Наука, 1976. – 272 с.
5. Handbook on sequential analysis / eds.: B. Ghosh, P. K. Sen. – New York : Marcel Dekker, 1991. – 820 p.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКА И ЦИФРОВОЙ МАРКЕТИНГ: ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Хохлова М. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Хохлова Н. М.

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы цифровизации и развития информационных технологий. Цифровые технологии в современном мире переходят в разряд необходимых инструментов повышения эффективности работы предприятий любой сферы.

Современный бизнес столкнулся с уникальными вызовами, связанными со стремительным развитием цифровых технологий, которые кардинально изменяют существующие модели производства, потребления и взаимодействия между предприятиями, государством и потребителями. Цифровизация и инновационные технологии в экономике стали основными факторами, влияющими на конкурентоспособность предприятий, и одновременно – на необходимость перестройки существующих методов хозяйствования. В этих условиях важным инструментом для повышения эффективности бизнеса являются системы инновационных решений не только в хозяйственной, но и в маркетинговой деятельности.

Под влиянием бурного развития информационных технологий и повсеместной цифровизации меняется и экономическая система. Увеличение объемов информации и эволюция информационных технологий стали определяющими факторами эффективного развития предприятий. В этих условиях предприятия вынуждены пересматривать традиционные стратегии развития. Все больше компаний осознают конкурентные преимущества, которые предоставляют цифровая экономика и современные инструменты интернет-маркетинга.

Стремительный рост значения данных и цифровых услуг привел к возникновению информационной экономики. Ее основной принцип заключается в том, что эффективность и конкурентоспособность предприятий напрямую зависят от их способности генерировать, оперативно обрабатывать и результативно использовать информационные ресурсы. В условиях обострившейся конкурентной борьбы на внутренних и внешних рынках предприятиям жизненно необходимо совершенствовать свои бизнес-процессы. Стратегическим решением данного вопроса может стать внедрение информационных и цифровых технологий для повышения эффективности управления производством, разработкой новой продукции, кадровыми ресурсами, а также сбытом, маркетингом и продвижением продукции и услуг.

Для обеспечения конкурентоспособности на отраслевом рынке предприятия могут использовать возможности цифрового маркетинга. Актуальность цифрового маркетинга для современных предприятий объясняется рядом причин: переходом потребителей в онлайн-пространство, эффективным таргетированием и способностью анализировать значительные объемы данных о клиентах. [1]. Это позволяет формировать коммерческие предложения, максимально адаптированные под индивидуальные запросы и предпочтения целевой аудитории.

Несмотря на растущую популярность цифровых каналов, традиционные виды рекламы (телевидение, печатные издания, наружная реклама) по-прежнему сохраняют свою актуальность. Тем не менее, перспективным направлением современного этапа развития маркетинга является именно цифровизация. Она представляет собой комплекс

мероприятий, качественно трансформирующих инструментарий маркетинговой деятельности и объединяющих как новые, так и традиционные подходы к маркетингу.

Развитие цифровых технологий является актуальной задачей для предприятий любой сферы [2]. Предприятия различных сфер активно внедряют цифровые технологии, извлекая конкретные преимущества. Например:

1. Производители используют IoT и цифровых двойников для оптимизации процессов, предотвращения брака и сбоев оборудования на основе интеллектуального анализа данных.

2. Торговые компании масштабируют бизнес через онлайн-каналы, применяя цифровые решения для эффективного управления запасами и заказами, а также роботизацию для быстрой обработки заказов на крупных маркетплейсах.

3. Медицинские центры повышают доступность помощи и точность диагностики с помощью телемедицины, ИИ-оборудования и систем управления данными пациентов.

4. Образовательные учреждения улучшают эффективность обучения и контроль за самостоятельной работой через интерактивные доски и онлайн-платформы.

5. В сфере HoReCa цифровизация обеспечивает комфорт и безопасность гостей отелей (IoT), а также позволяет ресторанам предлагать индивидуальный сервис и повышать лояльность клиентов за счет анализа их предпочтений через мобильные приложения.

Несмотря на множество преимуществ, внедрение цифровых технологий в маркетинговую деятельность сопряжено с рядом существенных недостатков и вызовов. Внедрение современных цифровых платформ, CRM-систем, инструментов аналитики и оборудования требует крупных финансовых вложений и высококвалифицированных кадров. Хранение и обработка больших объемов клиентских данных повышает риск утечек конфиденциальной информации и мошенничества. Также, внедрение новых технологий часто встречает сопротивление сотрудников, привыкших к традиционным методам работы, а чрезмерная автоматизация и использование чат-ботов способствует потере личного контакта и доверительных отношений с клиентом. Тем не менее, развитие информационных технологий и цифровизация маркетинга поможет предприятиям оптимизировать деятельность и оперативно корректировать маркетинговую стратегию.

Таким образом, бизнес может терять эффективность не из-за спада спроса на определенные товары и услуги, а из-за неумения предприятий подстраиваться под изменения внешней среды. Нарботанные подходы к организации производственных процессов, сбыта и продвижения в современных условиях становятся не эффективными. В этих условиях цифровые технологии переходит в разряд необходимых инструментов для любого предприятия, которое хочет не просто выжить, но и стабильно развиваться.

Список использованных источников

1. Взаимодействие системы высшего профессионального образования, НИОКР и рынка труда в условиях цифровизации экономики Российской Федерации и Республики Беларусь: коллективная научная монография / Г. В. Астратова, И. А. Шамардина, Н. М. Хохлова, С. А. Харитонович [и др.] / под общ. и научн. ред. проф. Г. В. Астратовой; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Урал. федерал. ун-т. – Екатеринбург: Издательский Дом «Ажур», 2024. – 274 с.

2. Информационные технологии в маркетинге / С. В. Карпова и др. – М. : Издательство Юрайт, 2024. – 367 с.

К ВОПРОСУ ИНТЕГРАЦИИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Цубленок У. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Михасик Е. И.

Аннотация. В этой статье обсуждается актуальная проблема включения экономического мышления в процесс обучения инженерных кадров. Важно, чтобы студенты технических специальностей имели глубокие профессиональные знания, а также навыки оценки экономической эффективности, управления затратами и анализа жизненного цикла продукции. Показано, что изучение технико-экономических дисциплин помогает создать системный подход и принимать разумные инженерные решения.

Выпускники технических вузов должны уметь работать в междисциплинарной среде, где экономические обоснования решений не отделяются от технических решений. Это необходимо для формирования контингента современного технического вуза. Сквозные проекты, которые объединяют инженерное проектирование и экономический анализ, позволяют воссоздать реальные условия работы в будущем.

Чтобы современный инженер мог создавать не только технологичные, но и выгодные проекты, в его обучение добавляют экономику. Это делают двумя способами: вводят отдельные экономические предметы и добавляют экономический взгляд в обычные технические дисциплины.

Экономические принципы встраивают и в привычные инженерные дисциплины. Вот как это выглядит на практике:

Проектирование машин: студентов учат не только рассчитывать детали на прочность, но и выбирать материалы и технологии, учитывая их влияние на итоговую цену изделия и его стоимость в течение всего срока службы.

Технология производства: будущие инженеры анализируют, как организовать производственный процесс, чтобы снизить текущие расходы и сделать всю цепочку создания продукта более экономичной.

Строительные конструкции: при выборе проектного решения студенты сравнивают разные варианты, оценивая как первоначальные затраты на строительство, так и будущие расходы на обслуживание и ремонт.

Электроэнергетические системы: проекты энергосистем оцениваются не только с точки зрения их надежности, но и с учетом экономической эффективности производства и передачи электроэнергии.

Такой метод подготавливает современных инженеров к реальным проектам. Выпускник уже на старте карьеры может общаться с финансистами и руководством на одном языке. Он знает, как его технические решения влияют на бюджет и успех продукта. Это способствует созданию востребованных на рынке, конкурентоспособных и экономически выгодных решений. По сути, лучший способ повысить производительность всего производства – включить экономику в инженерное образование. Важно, чтобы педагоги постоянно развивались в своих навыках. Это можно сделать с помощью курсов повышения квалификации и совместных научно-методических семинаров. Включение практиков из промышленности, таких как ведущие инженеры и проектные менеджеры, в учебный процесс очень важно. Эти люди имеют реальный опыт принятия решений в области экономики и техники.

На рисунке 1 представлена модель взаимосвязи ключевых факторов при оценке эффективности инженерного проекта.

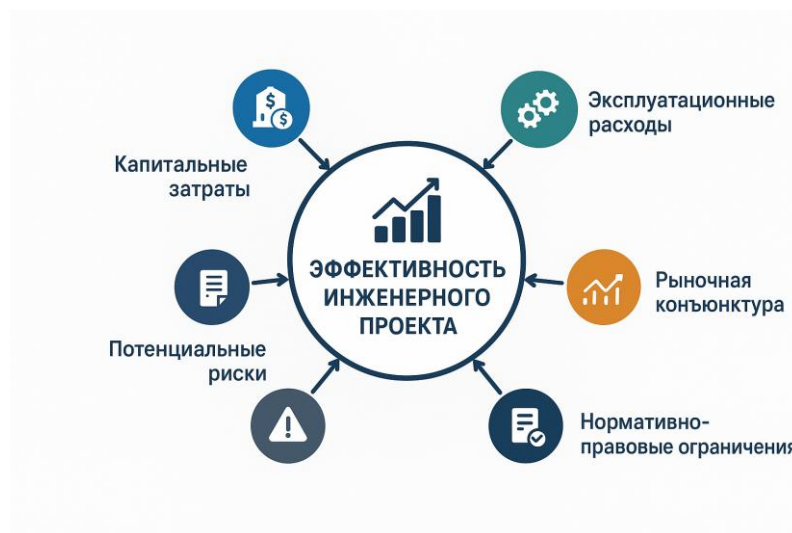


Рис. 1. Модель оценки эффективности инженерного проекта:
1 – капитальные затраты; 2 – эксплуатационные расходы; 3 – рыночная конъюнктура;
4 – нормативно-правовые ограничения; 5 – потенциальные риски

Какие экономические знания получают студенты:

Базовые: Основы микро- и макроэкономики, типы рынков, теория спроса и предложения.

Корпоративные: Структура и себестоимость продукции, формы отчетности предприятия, основы бухгалтерского учета.

Финансово-аналитические: Методы инвестиционного анализ, основы финансового моделирования, управление денежными потоками.

Управленческие: Управление проектами (включая треугольник «стоимость – сроки – качество»), оценка рисков, принципы бережливого производства.

Маркетинговые: Анализ рынка, жизненный цикл продукта, расчет цены и конкурентоспособности.

Основные принципы включения экономики в инженерную образовательную среду включают в себя преподавание основ экономики в течение всего курса обучения; использование примеров из реальных промышленных проектов; развитие навыков финансового моделирования и расчета ключевых показателей; и приобретение навыков оценки полной стоимости владения (ТСО) для созданных систем и изделий. Следовательно, формируется специалист, способный не только спроектировать технический объект, но и оценить его экономическую целесообразность, конкурентоспособность и потенциал коммерциализации. Все это соответствует современным требованиям промышленности и экономики знаний.

Список использованных источников

1. Инженерная экономика: интеграция в образовательный процесс / Т. К. Николаева. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022. – 215 с.
2. Экономическое обоснование инженерных решений: учеб. пособие для техн. вузов / П. И. Петров, К. Д. Сидоров. – СПб.: Политехника, 2021. – 189 с.
3. Методика case-study в профессиональной подготовке инженеров: монография / под ред. В. И. Алексеева. – Екатеринбург: УрФУ, 2020. – 156 с.
4. Управление затратами и жизненным циклом продукции в машиностроении / А. Н. Ковалев. – М.: Юрайт, 2023. – 278 с.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ВИЗУАЛИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ
МЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЛЕКЦИОННОМ КУРСЕ
«ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА»**

Чернецкая А. В., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Калина А. А.

Аннотация. Рассматривается проблема визуального восприятия учебного материала будущими инженерами. Показана необходимость формирования визуального восприятия материала и плюсы применения информационных технологий при проведении лекционных занятий.

Очевидно, что для улучшения усвоения материала по общетехнической дисциплине «Прикладная механика», необходимо визуализировать процессы, которые происходят в звеньях механизмов и машин при их функционировании. У современных обучающихся вузов существует проблема понимания теоретического материала из-за отсутствия практических навыков взаимодействия с различными механизмами, так как они живут в эпоху компьютеризации и автоматизации. Данным вопросом занимались Р. М. Ганн, Дж. Л. Клементс (R. M. Gagné, J. L. Clements), Джон Мейер (John Sweller, Richard E. Mayer), Г. Алиева и Н. Шарипова и многие другие авторы. [2].

Р. М. Ганн, Дж. Л. Клементс (R. M. Gagné, J. L. Clements) – занимались разработкой теорий обучения, где подчеркивалась важность мультимодальных источников информации, включая визуальные образы, для более эффективного усвоения материала. Джон Мейер (John Sweller, Richard E. Mayer) – известны исследованиями в области когнитивной нагрузки и мультимедийного обучения. Их теория когнитивной нагрузки (Cognitive Load Theory) выделяет, что неправильная визуализация может перегружать рабочую память и мешать обучению. Г. Алиева и Н. Шарипова – отечественные исследователи, которые писали о проблемах использования ИКТ и визуализации в техническом образовании вузов, включая вопросы развития пространственного мышления.

Курс «Прикладная механика» включает все виды учебной нагрузки: лекции, практические и лабораторные занятия. Лекционный курс знакомит студентов с основными положениями и законами теоретической механики, механики материалов, ТММ и деталей машин. Материал излагается в кратком объеме, соответствующем учебной программе, в порядке, прослеживающим взаимосвязь от теоретических положений статики до практического применения формул для расчета элементов конструкций и деталей машин [1].

Использование в процессе преподавания дисциплины информационных технологий (ИТ) позволяет создать методически обоснованный поток информации, включающий тот материал, который в дальнейшем может стать базой для проявления, систематизирующей и объясняющей функций теоретического знания. ИТ открывают для обучающихся возможность лучше осознать характер самого объекта, активно включиться в процесс его познания, самостоятельно изменяя как его параметры, так и условия функционирования, что оказывает положительное влияние на понимание студентами строения и сущности функционирования объекта. Использование компьютерных технологий позволяет оперативно и объективно выявлять уровень освоения материала студентами, что имеет большое значение в построении индивидуальной траектории обучения [2].

Основные аспекты, вызывающие проблему визуального восприятия:

– сложность понимания абстрактных понятий и процессов. Большинство студентов изучают данную дисциплину в начале процесса обучения, когда не имеют

общетехнических знаний, не знакомы с терминологией, что значительно усложняет усвоение учебного материала и приводит к потере концентрации внимания во время занятий;

– разные способы восприятия и запоминание информации. Нет точного ответа на вопрос - какой материал воспримется лучше, текстовый или визуальный. Это индивидуальное свойство. Однако, из собственного опыта можно отметить, что визуальная подача информации эффективнее;

– недостаток интерактивных и динамических визуальных материалов. Использование при изложении материала статических изображений и формул не позволяет студенту в полной мере воспринимать динамические процессы в механизмах и машинах.

Традиционные методы визуализации материала в лекциях такие как чертежи, графики, плакаты, макеты, таблицы и формулы, необходимы в учебном процессе. Однако, преподавателям для улучшения понимания обучающимися учебного инженерного материала и формирования образного мышления, рекомендуется использовать и другие методы визуализации:

- трехмерные модели в CAD-системах (AutoCAD, SolidWorks, Compas 3D и другие);
- анимации и симуляции (ADAMS, ANSYS, COMSOL, MATLAB/Simulink);
- виртуальную и дополненную реальность.

Современные исследования подтверждают высокую эффективность применения визуализационных технологий в преподавании прикладной механики. Так, по данным педагогических экспериментов, использование CAD-моделей и симуляторов (AutoCAD, SolidWorks, Ansys) способствует увеличению успеваемости студентов на 20–30 % по сравнению с традиционными лекциями. Применение мультимедийных презентаций и анимаций повышает вовлеченность обучающихся, а технологии виртуальной и дополненной реальности развивают пространственное мышление и способствуют лучшему пониманию конструктивных схем и процессов, происходящих при работе машины или механизма.

Таким образом, для повышения качества преподавания прикладной механики целесообразно использовать комбинированный подход, сочетающий классические методы, CAD-моделирование, анимации и мультимедийные средства. Это позволяет не только улучшить восприятие материала, но и развивать инженерное мышление, необходимое для исследовательской деятельности студентов. Использование мультимедийных презентаций, видео способствует концентрации внимания у студентов во время лекционных занятий, улучшает пространственное мышление, помогает в выполнении курсовых проектов. Таким образом повышаются мотивация к изучению данной дисциплины и успеваемость студентов инженерных профессий.

Список использованных источников

1. Калашников, Г. О. Методика преподавания дисциплины «Прикладная механика» в рамках формирующейся формы тотального дистанционного образования / Г. О. Калашников, С. А. Складенко // Молодой ученый. – 2014. – № 1 (60). – С. 532–533.
2. Завистовский, В. Э. Возможности и проблемы информационных технологий в преподавании прикладной механики/ В. Э. Завистовский, С. В. Якубовская // Теоретическая и прикладная механика: международный научно-технический сборник / Белорусский национальный технический университет; редкол.: А. В. Чигарев (пред. редкол.) [и др.]. – Мн.: Технопринт, 2004. – Вып. 17. – С. 144–147.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Чижик А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Бутор Л. В.

Аннотация. В статье рассматривается применение искусственного интеллекта для оптимизации логистических процессов. Проанализированы основные направления использования ИИ, такие как предиктивная маршрутизация, динамическое планирование, интеллектуальное управление складскими операциями и интеграция с IoT.

Логистическая деятельность в современном мире связана с масштабным потреблением ресурсов и значительной нагрузкой на окружающую среду, что делает ее одним из приоритетных направлений для устойчивого развития. В этих условиях внедрение технологий на основе искусственного интеллекта (ИИ) приобретает особое значение, поскольку позволяет не только повысить эффективность цепей поставок, но и существенно сократить энергозатраты и углеродный след логистических операций. Эта статья исследует механизмы, посредством которых ИИ способствует оптимизации энергопотребления в логистике, а также анализирует достижения и текущие ограничения таких подходов.

В последние годы интеграция ИИ в логистику активно развивается. Согласно обзору, опубликованному в журнале «Sustainability», ИИ-модели – включая машинное обучение, гибридные алгоритмы и подходы – становятся составной частью систем оптимизации логистических процессов с учетом устойчивых критериев. Такая трансформация позволяет логистическим операторам улучшать принятие решений, рационализировать использование ресурсов и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду [1]. По данным на примере компаний в Дубае, применение прогнозной маршрутизации, динамического планирования, IoT-мониторинга и умного складирования позволило добиться в среднем 17,3 % экономии энергии, улучшения топливной эффективности на 13,9 %, а также заметного снижения выбросов CO₂ – до 259,4 кг в месяц на организацию.

Одно из ключевых направлений применения ИИ – это оптимизация маршрутов транспортировки и управления автопарком. Алгоритмы предиктивной маршрутизации анализируют разнообразные данные – дорожную ситуацию, трафик, погодные условия, загруженность транспортной сети – и формируют маршруты, минимизирующие совокупное расстояние и время в пути. В результате достигается сокращение расхода топлива и снижение выбросов CO₂. В исследовании, посвященном применению ИИ в городской логистике, отмечается, что такие подходы дают заметную экономию энергии и улучшают топливную эффективность [1].

Кроме маршрутизации, важную роль играет динамическое планирование и управление в реальном времени, которое становится возможным благодаря ИИ. В условиях изменяющихся условий – задержек поставщиков, внезапных колебаний спроса, пробок на дорогах – системы, основанные на ИИ, способны оперативно перераспределять ресурсы, перенастраивать логистические схемы и избегать избыточных или пустых пробегов. Это снижает нагрузку на транспорт, уменьшает простоя и повышает общую энергоэффективность логистической сети.

Другим важным направлением является интеллектуальное управление складскими операциями, включая автоматизацию складов, прогнозирование спроса, управление запасами и распределение ресурсов. ИИ-системы, обрабатывая данные об объемах

и сроках поставок, позволяют минимизировать избыточные запасы, сократить количество перестановок груза, оптимизировать маршруты внутри склада и уменьшить количество операций по ненужным перемещениям. Это ведет к снижению потребления энергии складским оборудованием – погрузчиками, транспортерами, кондиционированием, освещением. В совокупности такие оптимизации способствуют уменьшению «скрытых» энергозатрат логистической инфраструктуры.

Кроме того, ИИ может повышать гибкость и устойчивость цепей поставок, что также влияет на энергопотребление. Сочетание ИИ с IoT (так называемые подходы AIoT) обеспечивает мониторинг состояния транспорта, складов, грузов, выявление неэффективных режимов работы и позволяет предупредить сбои, завершить обслуживание до появления крупных поломок, а значит – избежать энергозатрат, связанных с экстренными перевозками, простоем оборудования и перерасходом ресурсов. В исследовании, посвященном устойчивым цепям поставок, отмечается, что такие системы повышают устойчивость логистики к внешним шокам и сохраняют эффективность в условиях неопределенности.

Практические результаты применения ИИ в логистике подтверждают его потенциал. В недавнем исследовании, посвященном экологически эффективным цепям поставок в США, показано, что комбинация методов машинного обучения – таких как регрессия, нейронные сети, алгоритмы кластеризации – позволяет прогнозировать маршруты, минимизировать расстояния и время перевозок, а также снижать углеродные выбросы и расход топлива. Таким образом, ИИ-решения не только улучшают логистическую эффективность, но и делают логистику более экологичной.

Тем не менее, на пути к массовому внедрению ИИ-технологий в логистике остаются значительные препятствия. Во-первых, необходима значительная цифровизация инфраструктуры – подключение датчиков, систем мониторинга, платформ для сбора и анализа данных, что требует инвестиций. Во-вторых, внедрение требует инвестиций в инфраструктуру, вычислительные ресурсы, обучение персонала и цифровую трансформацию – что может быть непосильным для малого и среднего бизнеса. В-третьих, решения на основе ИИ должны быть надежны и устойчивы к изменению условий, шуму данных и непредсказуемым факторам – что требует разработки гибридных, устойчивых алгоритмов. Об этом говорится в обзорах, посвященных устойчивой логистике и ИИ-оптимизации.

Кроме того, важную роль играет институциональный и нормативный контекст: поддержка со стороны государственной политики, стандартизация электро- и транспортной инфраструктуры, стимулирование «зеленой» логистики создают дополнительные условия для развития ИИ-решений. Без соответствующих регуляторных и экономических стимулов, внедрение «зеленых» логистических технологий может оказаться экономически невыгодным, несмотря на технические преимущества.

Как итог, перспективы дальнейших исследований лежат в разработке гибридных моделей, совмещающих машинное обучение и симуляцию платформ для интеграции ИИ, IoT и блокчейн-технологий, универсальных решений, адаптируемых под различную логистическую инфраструктуру, механизмов оценки эффективности с учетом не только экономических, но и экологических и социальных эффектов.

Список использованных источников

1. AI-Driven Energy Optimization in Urban Logistics: Implications for Smart SCM in Dubai. – URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/17/18/8301> (дата обращения: 29.11.2025).

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА АДАПТАЦИИ КОНЦЕПЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Шкаровская К. Н., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук, доцент Сахнович Т. А.

Аннотация. В современной рыночной экономике вопрос обеспечения стабильного качества изготавливаемой продукции в условиях ограниченности ресурсов становится все более актуальным. Для обеспечения корректной работы предприятий в систему менеджмента качества внедряются новые технологии для выявления возможностей улучшения всех аспектов деятельности предприятия или производства. Концепция непрерывного совершенствования позволяет проанализировать существующие бизнес-процессы на предприятии, выявить потери и эффективно их устранить, используя минимум затрат для получения долгосрочного экономического эффекта.

Концепция непрерывного совершенствования сформировалась в Японии после второй мировой войны, когда экономика страны переживала сильный кризис и нехватку ресурсов, как финансовых, так и трудовых. Ее суть заключается в постоянном поиске и выявлении возможностей для улучшения и последовательном совершенствовании каждого элемента производственной системы. Подход объединяет как небольшие изменения, так и масштабные преобразования, охватывая широкий спектр инициатив по развитию предприятия.

Для белорусских предприятий вопросы повышения эффективности, оптимизации использования ресурсов и совершенствования качества выпускаемой продукции являются столь же актуальными. Это особенно необходимо учитывать в условиях усиления конкуренции на внутренних и внешних рынках, роста требований потребителей и ограниченности инвестиционных возможностей. В такой ситуации методы и средства концепции непрерывного совершенствования становятся одним из наиболее доступных и результативных инструментов развития производственных систем.

Объектом исследования является концепция непрерывного совершенствования на промышленных предприятиях Республики Беларусь. Предмет исследования – методы и средства адаптации данной концепции в отечественной практике.

Актуальность данной темы подтверждается принятием и введением в действие национального стандарта СТБ 2672-2025 «Менеджмент качества. Системы бережливого менеджмента. Требования и руководство по применению» [3]. На многих отечественных предприятиях применение инструментов бережливого производства остается несистемным: мероприятия проводятся эпизодически, не интегрируются в общую стратегию развития и часто зависят лишь от инициативы отдельных сотрудников или подразделений. В результате такие улучшения носят краткосрочный характер и не приводят к устойчивым изменениям в организации процессов.

Введение стандарта создает основу для формирования комплексной, структурированной и обязательной к соблюдению системы бережливого менеджмента. Он обеспечивает методическую поддержку, единые правила и требования к внедрению инструментов бережливого производства, что позволяет предприятиям перейти от разрозненных инициатив к целостной модели непрерывного совершенствования. Благодаря этому повышается управляемость процессов, улучшается качество продукции и услуг, сокращаются потери, а достигнутые результаты становятся долгосрочными и воспроизводимыми.

Для достижения цели работы и раскрытия особенностей адаптации концепции непрерывного совершенствования на промышленных предприятиях Республики Беларусь в исследовании необходимо решить следующие задачи:

– Определить методы и средства адаптации концепции непрерывного совершенствования с учетом специфики белорусских промышленных предприятий, их организационных, кадровых и ресурсных особенностей.

– Разработать рекомендации по поэтапному внедрению и поддержанию системы непрерывного совершенствования, обеспечивающие устойчивость достигнутых улучшений и их интеграцию в систему менеджмента качества предприятия.

– Оценить ожидаемый экономический и организационный эффект от применения предложенных методов адаптации и внедрения концепции непрерывного совершенствования.

Следует отметить, что адаптация концепции непрерывного совершенствования – это процесс применения принципов, методов и инструментов бережливого производства к условиям функционирования конкретного предприятия, вида деятельности или национальной производственной системы. В этот процесс входит корректировка инструментов под уровень зрелости организации, интеграция в действующую структуру управления и создание условий для постоянной работы над улучшениями. На основе этого можно выделить основные проблемы адаптации данной концепции:

1. Технические и технологические ограничения производства. Данная концепция предполагает внедрять улучшения без значительных капитальных вложений, однако наличие устаревших принципов организации работы, низкий уровень автоматизации и изношенность оборудования усложняет повсеместное применение концепции и снижение потерь.

2. Слабая организационная культура улучшений и психологическая инерция. Нехватка компетентных и квалифицированных специалистов, слабая распространенность бережливых подходов, отсутствие опыта реализации подобных проектов и сопротивление персонала существенно замедляют внедрение изменений. Также стоит отметить, что любые нововведения могут вызвать у сотрудников сопротивление и скепсис, так как существует непонимание экономической и технической выгоды от улучшений.

3. Несистемность и эпизодичность внедрений. Улучшения проводятся как отдельные мероприятия: разовые проекты 5S, локальная оптимизация участков, инициатива отдельных руководителей. Отсутствует система, обеспечивающая управление улучшениями на уровне предприятия и механизмы регулярного мониторинга, оценки, корректировки улучшений, что приводит к кратковременным эффектам и возвращению к прежним методам работы.

Результаты исследования свидетельствуют, что применение принципов непрерывного совершенствования является важным фактором укрепления конкурентных позиций белорусских предприятий. Государственное закрепление требований к системам бережливого менеджмента создает предпосылки для целостного, управляемого и воспроизводимого процесса улучшений, что способствует дальнейшему росту эффективности промышленного производства.

Список использованных источников

1. Разработка методики оценки уровня «бережливости» предприятия / Е. Е. Абушова, С. Н. Кузьмина, В. А. Левенцов, А. В. Черникова // Экономика и предпринимательство. – 2020. – № 8 (121). – С. 993–997.

**ПОДДЕРЖКА МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА В ЭКОНОМИЧЕСКИ
НЕСТАБИЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ****Юрченко Н. А., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: старший преподаватель Соков В. С.

Аннотация. В работе рассматривается различие в подходах поддержки малого и среднего бизнеса на примере Российской Федерации и стран Европы. Отображается необходимость сотрудничества предпринимателей и государства для выживания организаций.

В настоящее время положение малого бизнеса представляет собой неустойчивую и относительно невыгодную позицию, что напрямую отражается на проценте занятости населения и экономической эффективности государственной политики. Несмотря на то, что некоторые страны имеют весьма низкую долю предпринимательства в общем спектре, состояние сектора остается под пристальным наблюдением. В такой ситуации многими правительствами был принят ряд решений, касающийся поддержки финансирования и развития сектора малого бизнеса.

С. А. Коробов в своей статье указывает, что в системе развития малого и среднего предпринимательства необходим комплексный подход, который включает в себя развитие институционального, материального, информационного, технического, организационного и человеческого ресурсов. Каждый из этих ресурсов не может развиваться обособленно, ввиду создания разбалансированности рентабельности и финансовой состоятельности текущих бизнес-планов [1]. Для более точного анализа эффективности мер следует рассмотреть исполняемые функции предпринимательства.

«В мировой экономической литературе отмечают три функции предпринимателя. Первая из них – ресурсная. Для любой хозяйственной деятельности необходимы материальные факторы (средства производства) и работники с достаточными знаниями и умениями. Вторая функция – организаторская. Ее задача – обеспечить такое соединение факторов производства, которое лучше всего способствует достижению поставленной цели. Третья функция предпринимателей – творческая, связанная с организационно-хозяйственным новаторством» [2, с. 146]. Текущее состояние мировых экономик в значительной мере основывается на первой и третьей функциях предпринимательства, что не раз доказывается исследованиями в области человеческого капитала и постоянно изменяющимися трендами. Государство в свою очередь, способно простимулировать развитие данных функций имущественной или информационной поддержкой. В условиях нестабильной экономической ситуации некоторые меры неспособны оказать должного эффекта на поддержание малого бизнеса, однако, оставшиеся меры воздействия, такие как развитие налогового регулирования внешнеэкономической деятельности способны запустить цепную реакцию из последовательных позитивных изменений.

Во многих странах существуют значительные расхождения в критериях отнесения к малому и среднему предпринимательству, что напрямую влияет на масштабы рынка, целевое назначение программ и восприятие их значимости. В России проводится поддержка развития информационного и человеческого ресурса самых мелких предприятий через налоговые льготы, а страны ЕС предпочитают полагаться на «зеленые» инвестиции таких же мелких предприятий. Исходя из данных, предоставленных Recovery and Resilience Facility (RRF), европейские предприниматели обязаны следовать стратегии развития через «зеленую цифровизацию», что положительно сказывается на развитии

инфраструктуры, которая, в свою очередь, косвенно влияет на поддержание жизнеспособности малого бизнеса. Данный паттерн поведения получил название косвенной модели поддержки малого и среднего предпринимательства. Но есть ограничения. Так средства направляются на крупные инфраструктурные проекты, реализуемые на уровне региональных или национальных органов власти, что снижает скорость передачи эффектов до малого бизнеса. Также распределение ресурсов зависит от национальных приоритетов. В Европе создана European Enterprise Network (Европейская сеть предприятий), которая является помощником для малых и средних бизнесов в поиске финансирования или же экспансии на другие рынки. Данную сеть стоит рассматривать как инициативу с целью облегчить формирование новых организаций и привлечь дополнительный капитал в страну. В Европе внедрена Digital Europe для ускорения использования малыми предприятиями технологий искусственного интеллекта и InvestEU, цель которой увеличивать количество занятого населения использовать зеленые технологии для роста и поддерживать социальное благополучие. Финансовая поддержка для малых предприятий оказалась весьма эффективной мерой для развития доступа малых бизнесов к денежным средствам, а также позволила увеличить венчурный капитал и частные инвестиции в продвижение технологий.

Для рассмотрения ситуации с предпринимательством в Российской Федерации следует обратиться к исследованию В. В. Келарева. В своей статье он пишет, что «... период «докоронавирусного» этапа в нашей стране для субъектов МСП сопровождался достаточно серьезными трудностями и проблемами. По сути дела, только небольшой этап с 2000 по 2007 гг. из 25 лет существования малого и среднего бизнеса способствовал его развитию. Политика регионального управления не дала эффективных результатов, и состояние МСП и в настоящее время можно оценивать как критическое ввиду низкого вклада в экономику страны.». На федеральном уровне поддержка оказывается путем разработки тактики развития малых и средних предприятий на перспективу до 2030 года, а также путем создания отраслевых программ по содействию деятельности малых и средних предпринимательств в ряде организаций, например общероссийская общественная организация малого и среднего предпринимательства «ОПОРА РОССИИ». На региональном уровне оказывал поддержку муниципальные органы власти. Они организуют работы на местах по практическому внедрению и реализации всех программных документов. В стране активно внедрялась финансовая помощь регионам в виде субсидий, создано акционерное общество, направленное на развитие малого и среднего бизнеса. Государство и предприниматели на период 2017–2020 годы имели схожие интересы, однако в общей перспективе предпринимательство оставалось на одной точке, что в будущем отразилось на падении выручки продаж и уменьшении штата сотрудников. Период пандемии показал значительные пробелы в системе управления бизнесами, которые проявили себя через продолжающуюся стагнацию сектора малого и среднего предпринимательства, однако принятые решения с заимствованием опыта европейских бизнесов в перспективе способны дать толчок многоступенчатому будущему развитию.

Список использованных источников

1. Коробов, С. А. Формирование региональной системы развития малого и среднего предпринимательства в современных экономических условиях // Вестник Волгоградского государственного университета. Экономика. – 2016. – № 3 (36). – С. 46–55.
2. Борисов, Е. Ф. Экономическая теория учебник для вузов / Е. Ф. Борисов. – М. : Высшее образование, 2007. – 391 с.

СПЕЦИФИКА ПРОДВИЖЕНИЯ ОНЛАЙН-ШКОЛЫ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА ЧЕРЕЗ КОНТЕНТ-МАРКЕТИНГ

Юшкевич И. С., студент

Короленок К. С., старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В современном цифровом пространстве веб-сайт компании давно перестал быть просто визиткой. Это динамичный узел, центр притяжения, куда должна стекаться аудитория из всех возможных каналов. Социальные сети, такие как TikTok, YouTube или Instagram, отлично справляются с задачами узнаваемости и вовлечения, собирая многотысячные сообщества. Однако именно блог на сайте компании рассматривается как стратегический актив, который не только привлекает, но и удерживает внимание аудитории через качественный контент, работая на долгосрочную перспективу.

В мире цифрового образования просто предложить качественный курс недостаточно. Потенциальный клиент окружен сотнями аналогичных предложений, и его выбор часто зависит не от прямой рекламы, а от того, насколько проект успел продемонстрировать свою экспертность и вызвать доверие. Именно на этом этапе контент-маркетинг выходит на первый план, превращаясь из вспомогательного инструмента в ключевой стратегический элемент. Для онлайн-школы, в отличие от интернет-магазина, товаром являются знания и навыки, а значит, их можно и нужно «давать на пробу». Этот процесс и организуется через грамотно выстроенную систему распространения полезного контента. Центральное место в этой системе часто отводится корпоративному блогу. В отличие от ленты в социальной сети, которая живет по законам быстротечного тренда, блог представляет собой устойчивую платформу, накапливающую интеллектуальный капитал компании. Каждая статья, руководство или разбор сложной темы – это не просто информационный повод, а долгосрочный актив. Такой актив продолжает работать спустя месяцы и даже годы после публикации, постоянно привлекая новый органический трафик из поисковых систем. Это позволяет говорить о блоге как об инвестиции, стоимость которой со временем только возрастает. Особую важность этот подход приобретает в контексте продвижения онлайн-школ английского языка. Аудитория здесь крайне разнородна: от школьников, готовящихся к экзаменам, до взрослых людей, стремящихся к карьерному росту или путешествиям. Каждая из этих групп имеет уникальные запросы и «болевые точки». Потребности аудитории носят выраженный ситуативный характер: одна группа ищет экспресс-методы заучивания неправильных глаголов для экзамена, другая – алгоритмы прохождения собеседования в иностранную компанию, третья – ключи к пониманию песен зарубежных исполнителей. Блог позволяет обеспечить более точное соответствие между потребностями пользователей и предоставляемой информацией, создавая публикации под каждую целевую группу. В отличие от массовой рекламы, которая часто не учитывает индивидуальные потребности и предлагает информацию общего характера, сегментация и точечный контент позволяют более эффективно взаимодействовать с пользователями, предоставляя им именно те материалы, которые отвечают на их конкретные запросы. Это многократно повышает вероятность дальнейшего долгосрочного контакта со школой. Говоря о воронке продаж для EdTech-проектов, можно выделить ее специфические черты. Классическая модель «узнал – заинтересовался – купил» в сфере образования сильно растянута и многослойна. Первый контакт с брендом может состояться через развлекательный видеоролик в TikTok, но совершить покупку дорогостоящего курса после одного видео готов далеко не каждый. Блог в этой

цепи выступает мостом между легким вовлечением и серьезным решением. Он предоставляет тот самый углубленный и детализированный контент, который способствует формированию доверия и убеждению скептически настроенных пользователей. Таким образом, блог можно рассматривать не просто как инструмент для генерации трафика, а как важнейший инструмент стратегии *nurturing*, направленной на развитие лояльности и доверия к бренду. В конечном счете, эффективность блога измеряется не только цифрами прямых продаж. Его ценность заключается в создании прочного фундамента для долгосрочных отношений с аудиторией. Постоянно получая бесплатную и реально полезную информацию, пользователь начинает ассоциировать бренд с позитивными эмоциями от решения своей проблемы. Формируется так называемый «эффект хаба»: сайт школы становится тем местом, куда человек возвращается снова и снова за новыми знаниями, даже вне контекста немедленной покупки. В условиях высокой конкуренции именно такая устойчивая связь, построенная на постоянной пользе, становится главным конкурентным преимуществом, которое практически невозможно скопировать с помощью только лишь рекламного бюджета. В сфере онлайн-образования, где физическое взаимодействие отсутствует, а предложения зачастую выглядят идентично, доверие становится главным валютным активом. Потенциальный клиент не может заранее оценить качество материалов или профессионализм преподавателя, ему приходится принимать решение на основе косвенных признаков. В этот момент экспертность, демонстрируемая через контент, превращается из абстрактного понятия в реальный инструмент влияния и конкурентное преимущество. Традиционные методы рекламы, основанные на утверждении «мы лучшие», уже не работают – современный потребитель ждет доказательств, которые он ищет в открытых источниках информации, прежде всего, в корпоративном блоге или социальных сетях школы. Механизм работы экспертного контента основан на принципе «показать, а не рассказать». Вместо заявлений о высокой квалификации педагогов, школа публикует детальный разбор грамматической темы, который не только объясняет правило, но и раскрывает типичные ошибки, приводит примеры из реальной речи носителей и предлагает эффективные техники запоминания. Такой материал выполняет сразу несколько функций. Во-первых, он решает конкретную проблему пользователя здесь и сейчас, что создает положительный опыт взаимодействия с брендом. Во-вторых, он недвусмысленно демонстрирует глубину познаний команды. Увидев, насколько сложная тема подана структурно и доступно, пользователь делает логичный вывод: если в открытом доступе размещено столько ценного, то платные продукты должны быть еще качественнее. Это позволяет преодолеть первоначальный скепсис и сократить дистанцию до совершения покупки. Этот процесс требует системного подхода. Разрозненные статьи не способны построить устойчивую репутацию эксперта. Необходима продуманная контент-стратегия, которая охватывает все уровни подготовки аудитории и все аспекты предметной области. Для онлайн-школы английского языка это означает создание материалов для начинающих с нуля, для продолжающих, стремящихся преодолеть «плато», и для продвинутых пользователей, готовящихся к международным экзаменам.

Такой всеобъемлющий охват сигнализирует о том, что школа понимает потребности каждой группы клиентов и обладает знаниями для работы с ними. Это создает образ зрелого, надежного института, а не очередного краткосрочного проекта.

Список использованных источников

1. Тхамокова, С. М. Анализ особенностей организации рекламной деятельности онлайн-школы Skyeng для продвижения на рынке / С. М. Тхамокова, А. С. Варитлова // Региональная и отраслевая экономика. – 2025. – № 3. – С. 123–130.

СЕКЦИЯ 5. АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН

УДК 378.091

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ НАСТОЛЬНЫХ ФРИЗЕРОВ ДЛЯ МЯГКОГО МОРОЖЕНОГО

Бабина Д. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Кашевский П. А.

Аннотация. Рассматриваются способы улучшения конструкции настольных фризеров, предназначенных для производства мягкого мороженого. Проанализированы факторы, влияющие на выбор потребителей и эффективность устройств, такие как комфорт использования, технологичность производства и внешний вид. Рассмотрены современные тенденции экологичного развития в пищевой промышленности, а также возможные подходы к проектированию оборудования.

Сегодня в небольших кафетериях, торговых точках и при выездной торговле чаще всего используются компактные фризеры для мягкого мороженого, произведенные в Китае или Турции. Фризер – это устройство, которое одновременно взбивает смесь и насыщает ее воздухом для создания однородной структуры мороженого. Однако большая часть этих фризеров требует доработок, так как в процессе работы с ними возникают сложности, способные замедлить или остановить функционирование оборудования. Значимость настоящего исследования обусловлена необходимостью модернизации традиционных конструкций в соответствии с современными требованиями экологической безопасности и ожиданиями клиентов. Анализ отзывов пользователей позволил выявить ряд общих проблем в сфере эргономики современных настольных фризеров. Наиболее важными недостатками, отмеченными операторами, являются затруднения при очистке и неудобное управление устройством. Для обеспечения максимальной гигиеничности фризеров необходимо использовать корпус и внутренние компоненты, изготовленные из нержавеющей стали с отполированными поверхностями, исключая труднодоступные места, узкие щели и скрытые углубления. Также рекомендуется заменить механические регуляторы температуры на цифровые термостаты. Электронные контроллеры обеспечивают более надежное и точное поддержание заданной температуры. Чтобы сократить время, необходимое на разборку и сборку аппарата во время санитарной обработки, следует изменить конструкцию, сделав так, чтобы детали, соприкасающиеся с продуктом (замораживающий цилиндр, шнек, насос, краны, крышки), легко снимались без использования специальных инструментов. Следует предусмотреть систему дренажа и доступа для предотвращения застоя воды или моющих растворов. В исследовании гигиены пищевого льда и оборудования было обнаружено, что некачественная уборка и конструкции с труднодоступными участками приводят к высокому уровню загрязнения – на поверхностях устройств были обнаружены колиформные бактерии, кишечная палочка и другие микроорганизмы [1]. Часто встречаются ситуации, когда продавец соприкасается с рожком руками, а мороженое может попасть на руки или на корпус оборудования. В этом случае возможны следующие варианты улучшения конструкции фризера:

- фиксатор в виде круглого основания, с регулируемым по высоте держателем под различные типы вафельных изделий;
- пластиковое или стальное сопло, направляющее поток мороженого в центр рожка;
- защитный экран, предотвращающий разбрызгивание продукта;
- увеличение площади под раздаточным краном.

Быстрое образование инея внутри цилиндра при частом открывании верхней крышки для добавления смеси также является актуальной проблемой. Основная причина – попадание влажного воздуха на холодную поверхность цилиндра. Влага конденсируется и сразу же замерзает, образуя иней или лед. Для эффективной борьбы с образованием инея оптимальным решением является сочетание герметичной крышки и уплотнителей. Применение высококачественного уплотнения (из резины или силикона) обеспечит плотное закрытие, что значительно сократит поступление влажного воздуха и уменьшит образование инея. Если конструкция фризера позволяет, рекомендуется добавить функцию автоматической разморозки с периодическим подогревом испарителя для удаления накопившегося инея. Технология автоматического размораживания часто используется для предотвращения образования наледи [2]. Слишком шумная работа оборудования может раздражать персонал, вызывать дискомфорт и ухудшать условия труда. Если фризер находится в торговой зоне, шум может отпугивать посетителей. Основным источником шума является компрессор, особенно при включении и работе на полную мощность. Вентиляторы, насосы и система охлаждения также создают шум, особенно в случае воздушного охлаждения. Для снижения шума рекомендуется использовать водяное охлаждение вместо воздушного, поскольку водяное охлаждение обычно работает тише. Компрессор и вентиляторы следует размещать в отдельном отсеке с звукопоглощающими материалами. Для снижения вибрации от двигателя к корпусу, полу и стенам фризера нужно устанавливать на амортизирующие подставки. Регулярное техническое обслуживание, включая чистку конденсаторов и вентиляторов, позволяет предотвратить увеличение шума из-за загрязнений или износа деталей. При оценке профессионального оборудования основное внимание уделяется техническим характеристикам, надежности и гигиеничности. Внешний вид влияет на восприятие, лояльность клиентов и общую атмосферу заведения. Это особенно важно, когда процесс приготовления виден посетителям. При разработке фризера необходимо предусмотреть возможность смены декоративных панелей и накладок. Производителям выгодно выпускать базовый корпус с набором сменных декоративных элементов, что значительно расширит функциональность устройств. с точки зрения эргономики и дизайна, рекомендуется отказаться от угловатых форм в пользу плавных линий. Еще одной перспективной тенденцией является использование освещения и динамической подсветки, автоматически изменяющейся в зависимости от времени суток или проводимых акций. Для оборудования премиум-класса следует предусмотреть возможность использования индивидуальных элементов брендинга: гравировки, тиснения, нанесения логотипов на сменных панелях.

Важным направлением развития фризеров является интеграция современных технологий, которые не только улучшают функциональные характеристики, но и способствуют оптимизации визуального восприятия устройства. Только комплексный подход, учитывающий функциональность, гигиеничность, удобство и привлекательный внешний вид, может обеспечить конкурентоспособность, комфорт и успех заведения.

Список использованных источников

1. Investigation of Bioaerosol Release in Frost-Free Freezers/ H. Lee, S. Lee, S. Kim, [et al.] // Microbiology. – 2024. – Vol. 12, № 4. – P. 690.
2. Auto-defrost // Wikipedia. – 2024. – URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Auto-defrost> (дата обращения: 27.11.2025).

**КОНЦЕПЦИЯ КРЕАТИВНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОСТРАНСТВА
«КУЛЬТУРА 383» НА ТЕРРИТОРИИ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ
«КРАСНЫЕ КАЗАРМЫ» В Г. НОВОСИБИРСКЕ, РФ**

Беляева Д. А., студент,

Воронова А. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Литвинова А. А.

Аннотация. Научно-творческий исследовательский проект «Концепция креативного общественного пространства «Культура 383» на территории объекта культурного наследия «Красные казармы» в г. Новосибирске, РФ» представляет собой инновационные архитектурно-дизайнерские решения, направленные на сохранение архитектурного наследия и его адаптации под современные потребности людей.

Цель научно-творческого исследовательского проекта – сформировать на территории бывших «Красных казарм», внесенных в реестр объектов культурного наследия, креативное общественное пространство, которое оживит депрессивную городскую среду за счет внесения новых функций и проектирования здания медиацентра. Здесь архитектура, культура, технологии и природный ландшафт будут работать как единая система.

Проведенный предпроектный комплексный анализ показал все конфликтные проблемы на данной территории «Красных казарм» [1]. Которые можно решить на базе вербальной архитектурно-дизайнерской концепции «Живой город в городе», построенной на ассоциациях с градостроительно-историческим и природным контекстом. Концепция основывается на пяти принципах:

1. Внимание к экологии.
2. Межпоколенческий формат пользования общественным пространством.
3. Поддержка молодых талантов и локального бизнеса.
4. Использование знакомых образов.
5. Использование современных технологий.

На основе этих принципов разработаны предложения по реконструкции территории на уровне генплана (Рис. 1).



Рис. 1. Генплан реконструируемой территории бывших «Красных казарм»

Так же это позволило при проектировании совершенствовать функциональные, комфортно-экологические, комплексно-художественные, технологические и иные качества как отдельных реконструируемых и вновь проектируемых объектов, так и всей среды.

Функциональное зонирование делит территорию на 3 основных части: зона для туристов: апартаменты; зона для туристов и жителей: музей, коворкинг, шоурумы местных дизайнеров, ресторан-бистро и кофейня; зона для жителей: художественная и музыкальная школы. Проектом предусмотрена новая вело-пешеходная структура, разнообразные рекреационные зоны: уютные и открытые зоны для сидения, гамаки в модульных конструкциях, места для настольных игр и места для работы на свежем воздухе, новые парковочные места и автоматизированный подземный паркинг. Дизайн-код каждого артобъекта, малой архитектурной формы гармонично сочетается с общим архитектурным дизайном среды.

Общественная среда динамично превращается в ночное время в «Живую архитектуру» с помощью проекций на стены зданий и ландшафт, звуков (Рис. 2).



Рис. 2. «Живая архитектура» в ночное время

Образная концепция медиацентра основывается на новом прочтении древнерусской оборонительной архитектуры: берется во внимание устройство крепостей, стен и бойниц. Медиацентр буквально «обороняет» всю территорию от шума железной дороги (Рис. 3). В медиацентре располагаются трансформируемый концертный зал для классических и иммерсивных представлений, ресторан и летняя терраса, помещения для звукозаписи и павильон для съемок, вестибюль при необходимости может становиться конгресс-холлом.



Рис. 3. Медиацентр

В конечном результате был создан креативный кластер, с учетом сохранения объектов культурного наследия (новая функция); разработаны предложения по модернизации существующих исторических корпусов с учетом их охрannого статуса и основных принципов устойчивого развития; запроектировано новое здание медиацентра в контексте исторической застройки на основе инновационности, энергоэффективности и мультикомфортности.

Список использованных источников

1. Красные казармы в Новосибирске. – URL: <https://ngs.ru/text/gorod/2024/07/11/73806680/> (дата обращения: 04.04.2025).

**АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ
СИСТЕМЫ РЕЧНЫХ ВОКЗАЛОВ БЕЛАРУСИ****Бурмистрова В. М., магистрант**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Литвинова А. А.

Аннотация. Рассматриваемая тема является актуальной в условиях современного развития транспортной инфраструктуры и увеличения интереса к внутреннему речному туризму. Реализация эффективных и эстетически привлекательных проектных решений для речных вокзалов может способствовать улучшению качества транспортных услуг, повышению уровня туристической привлекательности и улучшению городской среды.

Данная работа представляет собой разработку архитектурно-дизайнерской концепции, выполненной на основе комплексного исследования, направленную на возрождение и трансформацию речных пространств Беларуси через создание единой системы речных вокзалов. Особое значение имеет уникальное географическое положение страны, где реки впадают в разные моря: Днепр несет свои воды в Черное море, а Западная Двина и Неман – в Балтийское. Этот факт создает исключительные предпосылки для развития современной воднотранспортной системы [1]. Отправной точкой исследования явился значимый исторический факт – знаменитый путь «из варяг в греки» – древний торговый маршрут, проходивший по рекам современной Беларуси. В процессе исследования были рассмотрены все города и населенные пункты, расположенные на шести крупнейших рек страны: Припяти, Немана, Западной Двины, Днепра, Березины и Сожа, с последующим выбором наиболее перспективных для размещения речных вокзалов и пристаней различного масштаба. Особое внимание было уделено историческим водным путям – Березинской водной системе, Вилейско-Минской водной системе, Августовскому каналу, Огинскому каналу и Днепровско-Бугскому каналу. Их анализ показал возможность создания замкнутой сети рек и каналов, соединяющей все крупные города Беларуси. Дополнительное предложение по соединению Свислочи и Немана позволит полностью замкнуть эту уникальную водную систему [2].

Вербальной основой архитектурно-дизайнерской концепции стало восприятие вокзалов как символов культуры, уюта и духовного единения. В архитектурном решении был применен принцип модульного строительства, основанный на традиционных пропорциях белорусской хаты – базовые модули размером 5×5 и 6×6 метров. Градостроительный план территории вокзалов построен на сетке 6×6 метров, на базе которой формируются объемы, способные менять конфигурацию в зависимости от особенностей местности. Переосмысление традиционной белорусской усадьбы с общей крышей нашло отражение в концепции объемно-пространственного решения, что позволяет гармонично вписывать объекты в различные ландшафты – равнинные, болотистые и территории с сильным рельефом. Для вокзалов разной вместимости – 50, 100, 150, 300 и 500 человек была разработана своя определенная символика, созданная на базе белорусского орнамента в значении слова «Душа».

Экспериментальная проработка предлагаемой концепции была выполнена для города Речица. На основе комплексного предпроектного анализа трех потенциальных площадок для строительства, выбрана та, которая наиболее хорошо вписывается в сложившуюся в функциональную и транспортную инфраструктуру города. Архитектурно-художественный образ вокзала строился на переосмыслении существующих и утраченных архитектурных стилей города. Объемно-планировочные решения сформированы на

основе модульной сетки 6×6 метров. Террасное расположение по рельефу этажей вокзала от первого этажа на уровне причала до четвертого этажа, объединенных лифтовой шахтой позволило организовать необходимое функциональное зонирование, соединенное комфортными пешеходными связями (Рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент концепции формирования системы речных вокзалов Беларуси

Определенную роль в концепции играют разные по функции малые архитектурные формы в виде арматурных кубов – светопрозрачных конструкций из металлопрофиля. В концепции «Культура» это могут быть информационные стенды с белорусскими легендами и историческими фактами, оснащенные технологией костной проводимости. Направление «Уют» представляет мобильные навесы с гамаками и креслами, адаптируемые под погодные условия. Аспект «Дух» воплощается в местах для творчества и самовыражения, где посетители могут оставлять свои послания и рисунки.

В рамках развития туристической инфраструктуры на основе комплексного анализа всех выбранных городов концепцией предусмотрены дополнительные функции, располагаемые между вокзалами на берегах рек: беседки, галереи, мастерские, водные клубы и базы отдыха. Их архитектурный дизайн базируется на традициях белорусской архитектуры, включая графическую символику белорусского орнамента (Рис. 1, Рис. 2).

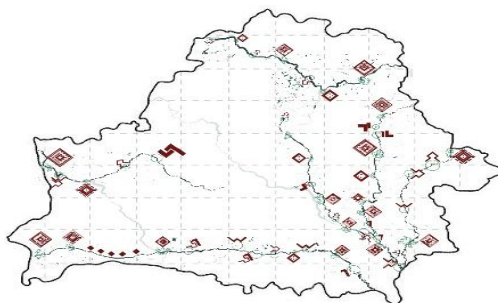


Рис. 2. Расположение всех вокзалов и дополнительных построек на карте Беларуси

Таким образом создается целостная, многофункциональная и сбалансированная сеть речной инфраструктуры, способствующая развитию туризма и укреплению культурного потенциала белорусских речных городов (Рис. 2).

Список использованных источников

1. Путь из варяг в греки – все самое интересное на ПостНауке // ПостНаука. – URL: <https://postnauka.org/faq/68394/> (дата обращения: 03.04.2025).
2. Речной транспорт в Беларуси // Википедия – свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Речной_транспорт_в_Беларуси/ (дата обращения: 07.04.2025).

ИНТЕГРАЦИЯ МОДУЛЕЙ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ В СТРУКТУРУ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Горбачева А. Н., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. арх., доцент Лазовская Н. А.

Аннотация. Рассматриваются вопросы создания и интеграции модулей психологической реабилитации в структуру общественных зданий. Показана необходимость разработки архитектурных решений, учитывающих сенсорные и психоэмоциональные особенности людей с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР).

Рост числа людей, нуждающихся в психологической реабилитации, определяет необходимость поиска решений, способных сделать специализированную помощь доступной и ненавязчиво встроенной в повседневную городскую жизнь. Комплексный анализ, проведенный китайскими учеными, охватывает период 1990–2021 гг. и включает данные по 204 странам, показал, что заболеваемость психическими расстройствами среди молодежи 10–24 лет существенно выросла в последнее десятилетие, особенно в период пандемии COVID-19 [1]. Эти данные подчеркивают актуальность развития доступной инфраструктуры психологической помощи, интегрированной в повседневную жизнь людей.

Исследования в области нейроархитектуры и психологии архитектурной среды демонстрируют, что сенсорные характеристики пространства, такие как свет, конфигурация маршрутов, визуальная предсказуемость пространства, непосредственно влияют на уровень стресса. Для людей с ПТСР такие параметры критически важны в связи с возможностью обострения симптомов из-за резких звуковых и визуальных стимулов или отсутствия контроля обзора.

В научном обзоре, проведенном К. Кханаде и др. показано, что архитектура, ориентированная на пользователей с ПТСР, должна обеспечить сенсорную мягкость пространства, его предсказуемость и возможность выбора между социальной активностью и уединением [2]. Эти выводы подтверждаются и в исследовательской работе о физической среде амбулаторных центров психологической реабилитации, в котором рассматривается влияние пространств на восстановление пациентов с различными ментальными расстройствами. Авторы отмечают, что такие параметры, как наличие естественного освещения, простая и предсказуемая планировка помещений, возможность уединения и наличие элементов биофильного дизайна, способствуют снижению уровня тревожности, повышению чувства безопасности и создают комфортные условия для прохождения терапевтических программ. Акцентируется внимание на то, что среда должна позволять людям контролировать свое взаимодействие с пространством и выбирать степень социальной активности, что актуально для людей с повышенной сенсорной чувствительностью или ПТСР [3].

Успешными примерами подобных пространств в архитектурной практике являются центры Мэгги в Великобритании. Здания включаются в городскую ткань как пространства поддержки и психоэмоционального восстановления, что снижает стигматизацию и расширяет доступ психологической поддержки.

Концепция центров Мэгги заключается в создании «дома вдали от дома» — такого пространства, где пациенты и их родственники могут получать эмоциональную и социальную поддержку в комфортной обстановке, отличной от клинической среды. Каждый центр проектируется независимо, с учетом индивидуальности пользователей.

Философия архитектуры таких пространств включает важность естественного освещения, визуальной связи с природой, натуральных материалов и зон общения и приватности. Центры рассчитаны на «добровольное посещение» – пациенты могут просто прийти, отдохнуть или получить индивидуальную психологическую поддержку, что и направлено на снижение ментальных барьеров.

Для проектирования центров Мэгги приглашаются ведущие архитекторы мира, а примеры демонстрируют разнообразие подходов при сохранении общей концепции. Так, Maggie's Manchester (Foster+Partners) создает ощущение нахождения в теплице своими панорамными окнами, связью с природой и натуральными материалами (рис. 1, а), Maggie's Gartnavel (OMA) сочетает павильоны с зелеными садами и современную архитектуру, вписанную в озелененное пространство (рис. 1, б), а в Maggie's Leeds (Heatherwick Studio) применяются бионические формы, биофильный дизайн и природные материалы (рис. 1, в).



Рис. 1. Центры Maggie's: а – Манчестер; б – Гартнавель; в – Лидс.
Фото из открытых Интернет источников

Интеграция пространств психологической реабилитации в структуру общественных зданий является перспективным направлением развития современных подходов к проектированию. Такие пространства способны выполнять как профилактическую, так и восстановительную функцию, делая городскую среду более устойчивой, инклюзивной и ориентированной на потребности людей с эмоциональными и стрессовыми нарушениями.

Список использованных источников

1. Global, regional, and national burden of mental disorders among adolescents and young adults, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021 / Z. Wang, Y. Dou, X. Yang [et al.]. – Bethesda : U.S. National Institutes of Health, 2025. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12514266/> (date of access: 27.11.2025).
2. Investigating Architectural and Space Design Considerations for Post Traumatic Stress Disorder (PTSD) Patients / K. Khanade, C. Rodriguez Paras, F. Sasangohar, S. Lawley // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. – 2018. – Vol. 62, № 1. – URL: https://acelab.tamu.edu/wp-content/uploads/sites/23/2018/07/Khanade-et-al._Architecture_HFES18_Final.pdf (date of access: 26.03.2025).
3. The impact of physical environments on outpatient mental health recovery: A design oriented qualitative study of patient perspectives / T. Sui, S. McDermott, B. Harris, H. Hsin // Public Library of Science One. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37075049/> (date of access: 30.10.2025).

ИСТОРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДЕТСКИХ ИГРОВЫХ ПЛОЩАДОК**Иманова С. Р., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Кашевский П. А.

Аннотация. Детская игровая площадка представляет собой специально организованную территорию, оснащенную оборудованием для игровой деятельности и активного отдыха детей. В состав типовой площадки входят различные игровые элементы: горки, качели, песочницы, спортивные сооружения и зоны для спокойного времяпрепровождения. Основное предназначение таких площадок – формирование безопасной и развивающей среды, способствующей физическому, социальному и творческому развитию детей.

Как отмечается в научной литературе, «в процессе жизнедеятельности человек находится в предметно-пространственной среде, которая оказывает на него определенное физическое, психологическое и эмоциональное воздействие» [1, с. 11].

Значение детских площадок в развитии подрастающего поколения многогранно. Прежде всего, они способствуют физическому развитию, предоставляя возможности для двигательной активности – лазания, бега, прыжков. Это укрепляет мышечную систему, развивает координацию движений и улучшает общее физическое состояние. Кроме того, игровые площадки служат пространством для социальной адаптации, где дети приобретают навыки взаимодействия, сотрудничества и разрешения конфликтных ситуаций.

Исторически детские площадки эволюционировали параллельно с культурными, социальными и технологическими изменениями в обществе. В древний период специализированные игровые пространства отсутствовали, их функции выполняли природные объекты. Деревья использовались для лазания, ветви – в качестве качелей, а песчаные участки – для игр.

На территории Беларуси традиционно применялись простейшие конструкции из доступных материалов: веревочные качели, закрепленные на деревьях, естественные склоны для спуска, деревянные сооружения для лазания. Эти элементы способствовали развитию физических качеств и двигательных навыков у детей.

Институционализация детских площадок началась в Европе в середине XIX века, в России – в 1890-х годах. Урбанизация и увеличение транспортной нагрузки обусловили необходимость создания специализированных безопасных зон для детского досуга. В этот период отмечается использование национальных архитектурных мотивов, а основным материалом оборудования выступает дерево.

С середины XX века происходит модернизация оборудования: широкое распространение получают металлические конструкции, отличающиеся повышенной прочностью и долговечностью. В дизайне появляются тематические элементы – металлические силуэты животных, космические мотивы. Существенно расширяется география размещения площадок – они организуются не только в парках и учебных заведениях, но и в жилых микрорайонах.

В 1970-х годах возникает феномен спонтанных детских площадок, создаваемых силами активистов с использованием подручных материалов – грубо обработанной древесины, металлических конструкций, автомобильных покрышек. Типовое оснащение таких площадок включало качели, горки, турники и простейшие лазательные конструкции.

Начало XXI века характеризуется внедрением пластиковых элементов и стандартизацией оборудования. Значительное влияние на развитие отрасли оказала продукция

компании «Ксил», использовавшая цветовую палитру из желтого, синего, красного и зеленого цветов и водостойкую фанеру, имитирующую пластик.

Современный этап развития детских площадок характеризуется двумя основными направлениями: типовое оборудование и индивидуальное проектирование. Несмотря на высокую стоимость и технологическую сложность, customized-решения демонстрируют преимущества в виде психологической адаптации к потребностям пользователей и создания уникальной визуальной среды [3].

В настоящее время отмечается повышенное внимание к экологической безопасности материалов и устойчивому развитию. Современные площадки интегрируются в ландшафт, нередко приобретая статус арт-объектов, и выполняют функции центров социальной коммуникации [4].

Эволюция детских игровых пространств отражает трансформацию подходов к детскому развитию. От простейших сооружений до многофункциональных комплексов – площадки стали неотъемлемым элементом городской инфраструктуры.

Современные тенденции безопасности, инклюзивности и образовательного потенциала. Создание качественных игровых пространств способствует не только здоровью детей, но и укреплению социальных связей в сообществе. Перспективы развития отрасли связаны с внедрением инновационных решений, ориентированных на создание комфортной и доступной среды для всестороннего развития подрастающего поколения.

Список использованных источников

1. Кашевский, П. А. Композиционные закономерности и средства организации элементов предметно-пространственной среды / П. А. Кашевский // Инновации и современные технологии в промышленном дизайне и упаковке: материалы 19-ой Международной научно-технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике», г. Минск, 13–14 апреля 2021 г. / Белорусский национальный технический университет, Факультет технологий управления и гуманитаризации ; редкол.: В. В. Кузьмич (пред. редкол.) [и др.] ; сост. А. В. Садовская. – Мн. : БНТУ, 2021. – С. 10–11.

2. Откуда взялись детские площадки и как они изменились со временем. – Москва, 2016–2025. – URL: <https://n-e-n.ru/playgr/> (дата обращения: 24.11.2025).

3. История детских площадок: как менялись и развивались детские площадки. – Москва, 2025. – URL: <https://gk-vysota.ru/blog/tpost/1147kmeoyl-istoriya-detskih-ploschadok-kak-menyalis> (дата обращения: 25.11.2025).

4. Технология изготовления детских площадок. – Москва, 2021–2025. – URL: <https://www.rezka-trub.ru/technology/tehnologiya-po-proizvodstvu-detskih-ploschadok/> (дата обращения: 25.11.2025).

**ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЗДАНИЙ КАЗАРМ
НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ 1921–1939 ГГ.**

Кивачук С. В., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. арх., доцент Панченко Т. А.

Аннотация. Рассмотрена трансформация архитектурно-планировочных решений зданий казарм, исторически используемых на территории Второй Польской республики, и их адаптация к новым санитарно-гигиеническим требованиям. Установлены общие требования к зданиям, определены варианты размещения спальных помещений, их габаритные размеры и обстановка.

В межвоенный период Западная Беларусь стала площадкой реализации крупномасштабных проектов, осуществляемых правительством нового государства – Второй Польской республики. На территории страны возникают новые гарнизоны и военно-учебные центры, а при них – жилые образования для офицерского и подофицерского состава. Размещение рядовых в польской армии с момента обретения независимости в 1918 г. осуществлялось в казарменных зданиях, доставшихся государству от Австро-Венгрии, Пруссии и России. Эти типы казарм, исторически используемые в польской практике, имели совершенно разную внутреннюю организацию [1, с. 252].

Русские казармы проектировались на батальон, имели четыре большие ротные комнаты примерно на 120 человек каждая, умывальные на первом этаже в торцах здания, центральная лестница и две боковые. В планировке заметно отсутствие коридоров.

Австрийские казармы имели две сдвоенные комнаты, размещенные у торцов здания, всего четыре большие комнаты на каждом этаже. Каждая примерно на 20 человек. Эти комнаты были соединены коридором, вдоль которого располагались помещения унтер-офицеров. В середине коридора находилась открытая лестница, уборные и умывальные.

В немецких казармах комнаты солдат батальона обычно рассчитаны примерно на 10 человек (площадь чуть более 4 м² на человека). Преимущественно коридорная система. На одном этаже с рядовыми смежно с лестничными клетками размещались квартиры для семей унтер-офицеров. Уборные и умывальные обычно размещались вне здания, умывальные часто находились на открытом воздухе.

Вплоть до 1932 г. во Второй Польской республике не было утвержденных типовых решений и программ для проектирования зданий казарм. До 1928 г. образцом планировки считались немецкие проекты. Эти казармы обычно представляли собой здания на две роты с односторонним коридором по всей длине, небольшими спальнями, лестничными клетками в центре и двумя по бокам [1, с. 255–256]. Такой тип казарм оказался негибким и дорогостоящим. В 1929 г. был предложен новый тип казарм, значительно более дешевый по сравнению с немецкими (казармы пехоты в Молодечно). Однако от него быстро отказались, это было обусловлено малой практичностью узких корпусов из-за их конструкции, чрезмерной площади наружных стен и сложности обогрева помещений шириной 7 м, освещаемых с двух сторон. Этот тип казарм строился в основном в Восточных воеводствах страны, где, прежде всего, из-за климатических условий он оказался непрактичным.

В следующие годы были разработаны проекты одноэтажных летних казарм барачного типа [1, с. 263]. Четыре таких казармы были реализованы в гарнизоне Молодечно и не дошли до наших дней. Когда наиболее насущные потребности армии были удовлетворены строительством большего количества зданий казарменного типа, Департамент

строительства (Departament budownictwa Ministerstwa Spraw Wojskowych) начал разработку принципов проектирования казарменных зданий.

В новых проектах характер проходных коридоров сохранился, однако казармы стали возводиться только как капитальные этажные здания. Казармы проектировались без чердака и подвала. Изредка устраивалось техподполье. В 1931–1932 гг. на территории Западной Беларуси были спроектированы казармы, аналогичные австрийским. Так в 1932 году было завершено строительство казарм на территории IX Округа корпуса (DOK IX), где была предпринята попытка устроить комнаты примерно на 20 человек, разделив зал системой перегородок высотой 1,8 м [1, с. 265].

Преимущество отдавалось казармам, рассчитанным на батальон (дивизион, эскадрон). Спальные помещения проектировались, как правило, на 20 человек (казармы пехоты в Бресте, кавалерии в Поставах, авиационной эскадрильи в Пинске). Такие помещения улучшали условия проживания и полностью соответствовали санитарно-гигиеническим требованиям. Помещения меньшей вместимости в польской практике не использовались по экономическим соображениям. Также допускалось проектировать помещения на 40 человек.

Спальные комнаты могли быть проходными или иметь коридорную систему. Использование коридоров в планировке казарм было наиболее рационально при спальных помещениях больших площадей, когда длина коридоров могла быть минимальной. Однако при такой системе освещенность коридора значительно лучше и интенсивнее, чем у комнат, они недостаточно освещены из-за необходимой глубины [3, с. 300]. При проходной системе залы освещаются с двух сторон, такие помещения имеют сквозное проветривание и расположение здания не зависит от сторон света (казармы артиллерии в Бресте, Траугуттово).

В соответствии с действующими правилами внутреннего распорядка было установлено, что спальные помещения предназначены исключительно для сна. Все собрания, проверки формы, оружия и т. д. должны были проводиться в соответствующей общей комнате (зале собраний). Исходя из этого мебель в спальнях включала только кровати размером 0,75 × 2,0 м, табуреты размером 0,4 × 0,4 м и двойные шкафы (или тумбы) длиной 0,9 м. При строительстве казарм для постоянного состава в спальнях предусматривались только одноярусные кровати. Расстановка мебели была ключевым параметром, определяющим габариты спальных помещений. При определении ширины комнат также следовало учитывать ее размещение в плане здания:

1) комната, расположенная поперек здания, т. е. с окнами на две стороны в торцах помещения (ширина принималась 6 м);

2) комната, расположенная вдоль наружной стены, т. е. с окнами, расположенными по одной длинной стороне (ширина 7 м).

Предпочтение отдавалось комнатам, расположенным поперек здания. Длина помещения напрямую зависела от количества людей в помещении и габаритов мебели. При расстановки стандартной мебели, описанной выше, для помещения на 20 человек длина составляет 15 м. Площадь такого помещения будет равна 90 м² (4,5 на человека). Наиболее благоприятная высота помещения с соответствующей квадратурой для одного человека составляла 3,20 м [1, с. 269].

Список использованных источников

1. Budownictwo wojskowe 1918–1935: w 2 t. / Departament budownictwa; M. S. Wojsk; pod red. Aleksandra Króla. – T. 1: Historja, przepisy, zasady, normy / A. Król [i inne]. – Warszawa, 1936. – 574 s.

ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА В СФЕРЕ ТРАНСПОРТА, СТАНКОВ, МЕБЕЛИ И ГАДЖЕТОВ В 2025 ГОДУ

Лебедева А. С., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Кашевский П. А.

Аннотация. Рассматриваются новые проекты в сфере промышленного дизайна в Беларуси, России и в зарубежных странах.

Промышленный дизайн не стоит на месте, каждый день принимаются новые разработки и решения, проводятся выставки, конкурсы на лучшие проекты. На сегодняшний день по миру существуют сотни компаний промышленного дизайна, самые крупные из них знает и видел каждый: Apple, JBL, Samsung, ASUS, Mercedes, BMW, Toyota, Volkswagen, IKEA, Bork, LG и многие другие. В Беларуси тоже существуют такие компании, например, МАЗ, тракторы Белорус, БелАЗ, Интеграл, Атлант, Belgee, D3Design. Все они вносят изменения в нашу жизнь и делают ее лучше каждый раз.

Последние разработки, которые могут повлиять на дальнейшее развитие промышленности были представлены на выставках. По итогам выставки «ИННОПРОМ. Беларусь», проводившейся с 29 октября до 01 ноября 2025 г. были представлены следующие проекты [1]:

- МАЗ – новый пассажирский автобус и грузовик с гибридным двигателем;
- Belgee – гибридный кроссовер Belgee X80 PHEV, созданный на базе Geely Galaxy Starship 7;
- компания «Конструкторское бюро «Беспилотные Вертолеты» (UAVHELI) – беспилотный вертолет SKY-TRUCK и разработанный на его базе опционально пилотируемый комплекс FLY-TRUCK;
- НАМИ – легковой автомобиль AURUS на водородном топливе;
- Пиранья – дроны для доставки небольших заказов.

В первых числах апреля 2025 г. проводились выставки «Металлообработка», «Машиностроение», «Сварка и резка», «Порошковая металлургия», «Защита от коррозии. Покрытия», «Литметэкспо: Литье и металлургия», где были представлены [2]:

- оборудование и технологии для сварки разнообразных материалов, их резки, наплавки, пайки и термической обработки; новые материалы; оборудование для сварки оптических волокон, сварки под водой и в космосе;
- прессовое и термическое оборудование, изделия на основе твердых сплавов и искусственных алмазов, оборудование с технологиями плазменного и газотермического нанесения защитных и упрочняющих покрытий на детали машин и инструмент;
- материалы, технологии и оборудование для комплексного решения проблемы защиты от коррозии, повышения надежности и срока службы механизмов и сооружений.

Новые разработки зарубежных компаний:

- Apple – новый смартфон iPhone 17, где улучшили эргономику корпуса, добавили больше приятных цветов (черный космос, молочный белый, туманный синий, шалфейный, лавандовый) увеличили дисплей за счет сужения краев корпуса, добавили функцию искусственного интеллекта; AirPods Pro 3 с улучшением посадки, и встроенными функциями здоровья, которая может заменить некоторые функции фитнес-браслетов; iPhone Air с самым тонким корпусом, он отличается от других моделей своей легкостью и тонкостью, однако из-за этого он не мощный [3];

– IKEA – Bluetooth-колонки для умного дома с функцией лампы и настольной лампы;

– Oracle Lighting – светодиодные фары без линз, впервые применены на Toyota Tacoma третьего поколения. Они решают проблемы рассеивателей фар, а также удобнее в обслуживании, так как заменять светодиоды можно отдельно [4];

– Creality – Falcon A1 Pro персональный 3D-принтер и лазерный гравер с резаком позволяет разрезать 15 мм фанеры или 10 мм акрила [4];

– Honor – Choice AI Projector Air проектор, позволяющий переносить изображения со стены в виртуальную среду при помощи стилуса [4];

– дизайнеры Крис Мин и Хенбин Кай создали Hyundai Second Star для конкурса Hyundai Stellar Restomod 2025. Это ретро-версия нового легкового автомобиля на основе старинного Stellar. Он объединяет в себе прошлое и будущее за счет своего внешнего вида и внедрение современных функций.

Существует множество других разработок, например устройства для беспроводной зарядки, умные будильники, смарт-очки, новые дизайны автомобилей, беспилотные дроны, скоростные поезда на магнитной подушке и многое другое.

В связи с поднятой экологичной проблемой создаются и эко-проекты, которые заинтересованы в экономии материалов и безотходном производстве:

– Tasty – набор посуды из чистой керамики с антипригарной поверхностью, не содержит ПФАС, ПФОА, ПТФЭ и ПФОС, что делает приготовление пищи более полезным и вкусным. Подходит для всех видов варочных поверхностей – индукционных, электрических, газовых и стеклянных. Они имеют приятный цвет: алюминиевый сланцево-голубой или розовый.

– Disrupt.Design Lab (D.DLAB) – проект WoodenWood на основе дизайна без отходов. Они создают эргономические сиденья и спинки для стульев из переработанных древесных опилок, смешанных со связующими веществами. Этот материал для них производит компанией Daika и представляет из себя пасту, которая используется при печати в 3D-принтере.

– в Беларуси развивается проект EWA (Eco-Wood-Art). Они создают конструктор из дерева, не использующий клей, при этом с подвижными механизмами.

Анализируя каждый проект, видно, как развивается дизайн и связанная с ним инженерия. Эргономика все больше влияет на каждый проект, потому что дизайн создан для человека, а не человек для дизайна. Есть проекты, которые смотрят на функциональность продукта, ориентирующиеся на эстетичность или на экологичность производства.

Список использованных источников

1. Выставка «ИННОПРОМ» в Минске: новые технологии и промышленные премьеры // Neg.by – URL: <https://neg.by/novosti/otkrytj/vystavka-innoprom-v-minske-novye-tehnologii-i-promyshlennye-premery/> (дата обращения: 28.11.2025).

2. Новые технологии промышленности // Belta.by – URL: <https://belta.by/society/view/novye-tehnologii-promyshlennosti-prodemonstrirujut-na-vystavke-v-minske-s-1-po-4-aprelja-2025-goda-704811-2025/> (дата обращения: 28.11.2025).

3. Презентация Apple 2025 // Mobystore.by – URL: <https://mobystore.by/blog/prezentatsiya-apple-2025-iphone-17-iphone-air-airpods-pro-3-i-drugie-novinki> (дата обращения: 28.11.2025).

4. Product Design // Yanko Design.com. – URL: <https://www.yankodesign.com/category/productdesign/> (дата обращения: 28.11.2025).

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Малецкая В. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. экон. наук Хмель Е. В.

Аннотация. Статья посвящена анализу потенциала технологий искусственного интеллекта (ИИ) при модернизации образовательного процесса. Выявлены основные преимущества (персонализация обучения, автоматизация рутинных задач, формирование цифровых компетенций) и недостатки (риски поверхностного обучения, этические вопросы обработки данных и кадровые ограничения) внедрения технологий ИИ в образовательный процесс.

Стратегический курс на цифровую трансформацию экономики Республики Беларусь обуславливает необходимость модернизации всех секторов, включая и систему высшего образования. Так, министр образования Республики Беларусь Иванец А. И. 19 марта 2025 года сообщил, что с 2025 года студентам всех белорусских университетов придется освоить еще одну обязательную дисциплину – «Основы использования технологий искусственного интеллекта» [1], которая будет адаптирована под специфику каждой специальности. Данное изменение позволит сформировать у выпускников новые компетенции, акцентированные на владении цифровыми инструментами и навыках работы с большими объемами данных.

Применение ИИ позволит перейти от унифицированного обучения к персонализированному, от рутинных процедур проверки и контроля знаний у обучающихся к автоматизированному получению результата, от цифровых технологий к иммерсивной образовательной среде [2]. Рассмотрим ключевые технологии ИИ, применимые в образовательном процессе для подготовки обучающихся высших учебных заведений и оценим их дидактический потенциал. Как правило, релевантные для образовательного процесса технологии ИИ классифицируются по следующим направлениям:

1. Адаптивные обучающие системы на основе технологий машинного обучения (Machine Learning, ML). Суть этих систем заключается в использовании алгоритмов машинного обучения для анализа данных о прогрессе каждого студента (оценить время и правильность выполнения поставленных заданий, выявить типичные ошибки) и динамической адаптации учебного материала под индивидуальные потребности обучающегося (подбор дополнительного материала по темам, где обучающийся испытывает трудности, изменение сложности последующих задач в соответствии с текущим уровнем знаний обучающегося). Такие системы позволяют формировать персонализированную траекторию обучения и эффективно устранять индивидуальные «пробелы» в знаниях, обучающихся при минимальных затратах времени [3].

2. Интеллектуальные чат-боты и виртуальные ассистенты на основе технологий обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP). Использование данных технологий позволяет создавать диалоговые системы для поддержки обучающихся в режиме 24/7, отвечая на часто задаваемые ими вопросы, разъясняя алгоритмы выполнения курсовой работы или проекта, подбирая литературу по заданной тематике и т. д., что дает преподавателям возможность на занятиях и консультациях уйти от повторения информации и сосредоточиться на решении конкретных вопросов [4].

3. Генеративные модели для создания учебного материала и стимулирования учебной и научной деятельности: разработка уникальных вариантов задач и тестов,

оперативная актуализация учебных пособий, генерация идей для проектов, исследований, выявление пробелов в учебных материалах и рекомендаций по их корректировке и т. д.

Применение технологий ИИ в учебном процессе обладает рядом преимуществ, но при этом требует создания соответствующих технических условий, методических подходов и организационных решений:

1. Для внедрения адаптивных обучающих систем на основе технологий машинного обучения необходимо создание электронной обучающей платформы, обеспечивающей сбор и хранение данных о достижениях студентов, а также предоставляющей сотрудникам ВУЗа доступ к этим данным для мониторинга и анализа учебного процесса.

2. Внедрение интеллектуальных чат-ботов и виртуальных ассистентов также требуют предварительной подготовки: сбор информации, непосредственная разработка и внедрение технологий, а также использование серверов или облачных решений для обработки запросов, хранения данных и интеграции с образовательными платформами. Опыт внедрения аналогичных технологий в высших учебных заведениях СНГ показывает рост мотивации студентов и сокращение времени на освоение практических навыков до 25–30 % [3].

3. Генеративные модели для создания учебного материала и стимулирования учебной и научной деятельности требуют наличия специализированной вычислительной инфраструктуры, баз данных учебных и методических материалов, разработки и настройки алгоритмов генерации контента и их интеграции с образовательными платформами.

Несмотря на очевидные преимущества, с внедрением ИИ в образовательный процесс связан ряд проблем: снижение глубины обучения из-за возможности автоматического генерирования решений, значительные затраты на освоение новых технологий и создание развитой информационной инфраструктуры, неготовность кадров к работе с новыми технологиями, возможность потери или кражи информации третьими лицами.

Таким образом успешное внедрение ИИ в образовательный процесс требует комплексного подхода, включающего создание соответствующей технической базы (серверов, облачных решений, интегрированных платформ), безопасной и функциональной информационной инфраструктуры; обучение преподавателей работать в новой цифровой среде и разработку новых методических материалов. При этом важно не забывать про традиционные методы обучения, чтобы сохранить глубину знаний и критическое мышление обучающихся.

Список использованных источников

1. В Беларуси разрешили использовать ИИ для написания курсовых и дипломных работ // Комсомольская правда. – URL: <https://www.belarus.kp.ru/online/news/6524103/>. (дата обращения: 10.11.2025).

2. Искусственный интеллект в образовании: перспективы применения // КиберЛенинка. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii> (дата обращения: 10.11.2025).

3. Сообщество IT-специалистов // Хабр. – URL: <https://habr.com/ru/companies/mws/articles/343724/> (дата обращения: 10.11.2025).

4. Искусственный интеллект в образовании: плюсы и минусы, варианты применения // Образовательная платформа Edutoria. – URL: <https://edutoria.ru/blog/post/iskusstvennyy-intellekt-v-obrazovanii-kak-ispolzovat-varianty-primeneniya> (дата обращения: 10.11.2025).

ВЛИЯНИЕ «ЗЕЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» НА АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНУЮ И СТРОИТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

**Мацюсь А. С., студент,
Михаленко А. В., студент,
Гутковский Д. И., студент**

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь
Научный руководитель: канд. экон. наук Хмель Е. В.

Аннотация. В статье рассматриваются особенности внедрения «зеленых технологий» в архитектурно-градостроительную и строительную деятельность Республики Беларусь с приведением примеров реализованных проектов. «Зеленые технологии» способствуют устойчивому развитию территорий, снижению негативного воздействия на окружающую среду и рациональному использованию ресурсов.

В последние годы человечество все чаще сталкивается с последствиями нерационального использования природных ресурсов и чрезмерной антропогенной нагрузки на окружающую среду. Ускоренный рост промышленного производства, урбанизация и постоянно возрастающая потребность в энергии способствуют обострению глобальных экологических проблем, таких как изменение климата, загрязнение атмосферного воздуха и водных ресурсов, а также сокращение биоразнообразия. Начиная с конца XX века человечество начало ощущать последствия потребительского отношения к окружающей среде и остро нуждаться в инновационных методах развития, направленных на сбалансированное сочетание экономического роста, социального благополучия населения и сохранения экологической целостности.

Выходом из сложившейся экологической и ресурсной ситуации является переход к «зеленым технологиям» в архитектурно-градостроительной и строительной деятельности. Перечень данных технологий обширен: энерго- и ресурсосберегающие решения, возобновляемые источники энергии, вторичные и экологически безопасные материалы, «умные здания», принятие градостроительных решений с учетом природных и климатических факторов и т. д. Однако, внедрение «зеленых технологий» требует значительных затрат и законодательной основы, так как это новое и затратное направление.

Начиная с 2007 года в Республике Беларусь на законодательном уровне был введен в действие ряд нормативных документов, в той или иной мере затрагивающий вопросы «зеленых технологий» в архитектурной, градостроительной и строительной деятельности (Закон Республики Беларусь от 20 июля 2007 г. № 271-З «Об обращении с отходами», Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 год, Государственная программа «Строительство жилья» на 2021–2025 годы, Национальный план действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года, Государственной программе «Комфортное жилье и благоприятная среда» на 2021–2025 годы, Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь на период до 2035 года и другие).

Как мы видим в нашей стране сформирована достаточная нормативно-правовая база для регулирования и финансирования внедрения зеленых технологий в архитектурно-градостроительную и строительную деятельность. Принятые меры позволили достичь значительных результатов по сокращению негативного воздействия строительной отрасли на окружающую среду:

– в 2007 году в г. Минске на базе типовой серии 111-90 было построено первое энергоэффективное многоквартирное жилое здание [1], а с 2010 года все вновь строящиеся и ремонтируемые объекты должны быть энергоэффективными;

– в 2017 году в г. Гродно был построен первый многоэтажный «умный» энергоэффективный дом [2];

– в 2019 году в г. Барановичи был введен в эксплуатацию первый многоквартирный электродом [3], а сейчас в Республики Беларусь построено около 2 млн м² общей площади электродомов [4];

– в 2019 году в г. Бресте построен первый четырехэтажный жилой дом с классом энергоэффективности А+[5];

– в 2021 году Полоцк и Новополоцк стали пилотными городами, где была создана новая дорожная инфраструктура, а также применены инновационные технологии организации общественного транспорта и регулирования транспортных потоков [6];

– в 2024 году Беларусь заняла 30-е место среди 166 стран согласно Sustainable Development Report 2024, что свидетельствует о достижениях в сфере устойчивой урбанизации и «зеленого» строительства [7].

Таким образом, в Республике Беларусь вопросам внедрения «зеленых технологий» уделяется должное внимание как на законодательном уровне, так и на практике, что подтверждается реализацией государственных программ и пилотных проектов с последующей разработкой типовых. Благодаря внедрению «зеленых технологий» архитектурно-градостроительная и строительная деятельность в нашей стране развивается системно с учетом принципов устойчивого развития, что также подтверждается зарубежными аналитическими данными.

Список использованных источников

1. Энергоэффективный панельный дом серии 111–90 МАПИД / В. Пилипенко, В. Потершук, Л. Данилеквский // Архитектура и строительство. – URL: https://ais.by/story/1119?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 05.09.2025).

2. В Гродно ввели в эксплуатацию энергоэффективный дом второго поколения: на чем жильцы сэкономят и в чем есть неудобства. – URL: https://grodno24.com/2017/05/v-grodno-vveli-v-ekspluatatsiyu-energoeffektivnyj-dom-vtorogo-pokoleniya-na-chem-zhilcy-sekonomyat-i-v-chem-est-neudobstva.html?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 05.09.2025).

3. В Барановичах построили первый в стране высотный «электродом» // Белорусский портал «Realt.by – Недвижимость». – URL: <https://realt.by/brest-region/news/article/24019/> (дата обращения: 05.09.2025).

4. Как реализуется государственная программа «Строительство жилья» на 2021–2025 годы // Журнал «Строительная деятельность и право». – URL: https://jvs.by/statia/kak-realizuetsya-gosudarstvennaya-programma-stroitelstvo-zhilya-na-20212025-gody?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 10.11.2025).

5. Четырехэтажный жилой дом в Бресте ввели в эксплуатацию в 2019 году с классом энергоэффективности А+ // Бюллетень ЖКХ «ИНФО». – URL: <https://gkhsp.kz/avysshij-ball-energoeffektivnosti-opyt-belarusi/> (дата обращения: 10.11.2025).

6. Innovative approaches of «green mobility» are applied in Polotsk and Novopolotsk. – URL: <https://sdgs.by/en/regional-news/innovative-approaches-of-green-mobility-are-applied-in-polotsk-and-novopolotsk/> (дата обращения: 10.11.2025).

7. Беларусь вошла в топ-30 стран по достижению ЦУР в 2024 году // UNDP Беларусь. – URL: <https://www.undp.org/belarus/news/belarus-undp-supports-collaborative-efforts-achieve-sdgs> (дата обращения: 10.11.2025).

К ВОПРОСУ ОБ АДАПТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ ПОД ОБЩЕСТВЕННУЮ ФУНКЦИЮ НА ПРИМЕРЕ РЕЧНОГО ПОРТА «ГОМЕЛЬ»

Матюшенко Е. А., магистрант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Литвинова А. А.

Аннотация. Рассматриваются вопросы адаптации прибрежных производственных территорий на примере гомельского речного порта. Предлагается архитектурно-дизайнерская концепция преобразования депрессивной зоны в креативный общественный кластер. Разработанные решения направлены на интеграцию данной территории в городскую среду.

В связи с такими наблюдаемыми ситуациями в современном городе, как возросшая урбанизация, несовершенство эстетической составляющей урбанизированного пространства, включая неудовлетворительное состояние благоустройства, изменившиеся запросы людей к функционированию городской среды, возникает ряд вопросов, связанных с профессиональной деятельностью архитекторов, архитекторов-дизайнеров. Особенно остро стоит вопрос об использовании архитектурных пространств производственных объектов, прекративших свою деятельность. Многие из них находятся в нормальном физическом состоянии, пригодном для дальнейшего использования под иные функции. На это направлены и государственные стратегии, включая экономику. Поэтому предлагать адаптацию таких объектов под новые функции надо исходя из потребностей конкретного города и места, прогнозируя на будущее целесообразность размещения предлагаемой новой функции.

Одним из таких примеров является производственная среда речного порта в г. Гомеле, которая утратила свою основную функцию, имеет непривлекательный вид, занимая прекрасное береговое пространство реки, делая его недоступным для горожан, неся экономические потери для города. В то же время, мировой опыт показывает, что, используя потенциал застройки не работающих производственных предприятий, расположенных в центральных и переходных зонах города, можно добиться и преемственного развития необходимых функций городского пространства и значимого экономического дохода.

При адаптации производственных территорий необходимо учитывать следующие требования:

- необходимость соответствия новой функции планам градостроительного развития района или квартала;
- решение задачи по повышению эффективности использования городской земли;
- обеспечение экономической эффективности привлеченных инвестиций.

Таким образом в создании новой функциональной среды необходим комплексный подход в реконструкции и гуманизации бывшей производственной среды и всех ее элементов [1].

Целью данного проекта является создание комфортного, мульти праздничного пространства, включающего в себя весь спектр функций, присущий как парковым комплексам, так и общественным кластерам.

Исходя из перечня конфликтных ситуаций, был определен список актуальных для этой территории задач и путей решения этих конфликтов:

- затопляемость во время весенней оттепели – создание системы шлюзов и дамб, вдоль затопляемого участка;

– отсутствие дополнительных путей входа на проектируемую территорию – создание оптимальной для судоходства конструкции свай, создающих пешеходное и транспортное полотно, соединяющей берега портовой части и проектируемой территории;

– наличие, выведенных из строя, грузовых барж, катеров, портовых грузовых кранов – их реконструкция и адаптация для обеспечения нужд комплекса (транзитная и общественная функции, применение в дизайнерских декоративных целях).

В процессе разработки концепции за основу всех решений принимались принципы адаптации, приспособления и реконструкции (рис. 1).



Рис. 1. Визуализации архитектурно-дизайнерских решений

При разработке концепции большое внимание уделялось использованию и бережному отношению к водным пространствам: сохранение контуров доминирующих частей территории (исключая искусственные проливы, лишь дополняющие вспомогательными свойствами: циркуляция воды, увеличение пропускной способности), размещение арт-объектов, лаконично вписанных в водную среду, минимальное инвазивное влияние за счет свайных конструкций общественной зоны и размещение плавучих островов со своей микробиотой [2].

На базе изложенного выше материала, можно сказать, что современные решения адаптации производственных объектов и среды на основе приемов и средств архитектурного дизайна создадут для людей возможность находиться в пространствах, комфортных для пребывания, разработанных для максимально рационального их использования; местах, где каждый найдет что-то для себя полезное и интересное: различные виды отдыха, спорта, образования, развлечения, новые возможности для приложения труда и т. д.

Список использованных источников

1. Публичная кадастровая карта : [сайт]. – Мн., 2025. – URL: <https://map.nca.by> (дата обращения: 16.11.2025).

2. Литвинова, А. А. Теоретические материалы по дисциплине «Архитектурно-дизайнерское проектирование» : учеб.-метод. пособие / А. А. Литвинова, Е. Г. Козакова ; БНТУ, Каф. «Дизайн архитектурной среды». – Мн. : БНТУ, 2021. – 41 с.

ПЕРЕРАБОТКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**Мельник А. А., студент,****Можейко П. Г., студент**

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь;

Научный руководитель: магистр арх., старший преподаватель Шиян О. В.

Аннотация. В статье рассматриваются подходы к переработке строительных отходов во вторичные материалы. Представлена классификация отходов по типу материала, опасности и потенциалу для повторного использования. Приведены примеры современных международных практик и технологий в этой области. В контексте Беларуси, обладающей развитой отраслью переработки строительных отходов, особую актуальность приобретает данный вопрос в связи с планируемым сносом домов 1950–1970-х гг. постройки и ряда промышленных объектов, что требует разработки и внедрения современных и экономически целесообразных методов рециклинга.

Переработанные строительные материалы производятся из строительных отходов и представляют собой широкий спектр материалов, возникающих на всех этапах жизненного цикла объектов: при их строительстве, реконструкции, капитальном ремонте, реставрации и, наконец, сносе. Это могут быть минеральные компоненты (бетон, кирпич, керамика), органические (древесина, битум) и другие (стекло, металл). После процессов сортировки, очистки, дробления и переработки эти отходы трансформируются в переработанные (вторичные) строительные материалы, что позволяет вовлечь их в новый хозяйственный оборот [1].

Первоначальный этап обращения со строительными отходами – их организованный отдельный сбор, в основе которого лежит классификация по виду материала и степени экологической опасности. Все отходы подразделяются на несколько классов: от чрезвычайно опасных (период разложения исчисляется столетиями) и высокоопасных (разлагаются несколько десятилетий) до умеренно опасных, малоопасных и, наконец, практически неопасных, не наносящих значительного ущерба окружающей среде.

Чрезвычайно опасные отходы не перерабатываются, а обезвреживаются или захораниваются. Умеренно опасные отходы можно переработать лишь после их тщательной очистки. Основным сырьем для ресайклинга являются неопасные отходы: бетон, кирпич, чистые металлы, стекло и древесина. Именно они массово превращаются во вторичные строительные материалы.

Ключевым принципом управления строительными отходами является их категоризация по потенциалу повторного применения, согласно которой все отходы подразделяются на три основные группы: некондиционные, кондиционные и строительный мусор [1].

Некондиционные строительные отходы представляют собой материалы, утратившие свои первоначальные эксплуатационные свойства из-за дефектов, брака или несоответствия техническим требованиям. Однако они сохраняют ценность как вторичное сырье и подлежат глубокой переработке. Для их вовлечения в новый жизненный цикл применяется метод ресайклинга, в ходе которого отходы подвергаются физико-химическому преобразованию для получения сырья с новыми свойствами. В отличие от прямого повторного использования, этот метод предполагает изменение формы, состава или состояния материала. В результате механического дробления, термической обработки или химического расщепления производятся такие продукты, как вторичный щебень, асфальтогранулят, плитные материалы, либо генерируется энергия.

Напротив, кондиционные строительные отходы – это элементы конструкций и остатки материалов, которые сохранили свои функциональные характеристики и могут быть использованы повторно без сложной предварительной обработки. Этот наиболее ресурсоэффективный путь активно развивается в международной практике, где компании внедряют инновационные технологии механической очистки, переработки и повторного применения материалов, что позволяет существенно снижать углеродный след и продвигать принципы циркулярной экономики в строительной отрасли.

Мировой опыт демонстрирует разнообразие технологических решений в этой сфере. Например, датская технология компании «Gamle Mursten» позволяет реинтегрировать в строительный оборот исторический кирпич через механическую вибрационную очистку, что существенно сокращает углеродный след. В Финляндии компания «Finnfoam» развивает циклическую модель для пенополистирольной изоляции, которая включает сбор остатков теплоизоляционных материалов со строительных площадок для последующей переработки в новые теплоизоляционные продукты. Чешский проект «Seramco» использует строительные и сносные отходы для производства сборных бетонных изделий, таких как тротуарная плитка и подпорные стены. Значительный экологический эффект достигается и при повторном применении металлоконструкций, что на практике реализует лондонский девелопер «Fabrix», повторно используя сотни тонн стального каркаса. Инновации направлены и на создание материалов с улучшенными свойствами, таких как воздухоочищающий кирпич «Eco-Block» из переработанного стекла. Развитие этого направления обеспечивают и технологические компании, например, «TOMRA», которая поставляет высокоточные системы автоматической сортировки, а также интеграторы, подобные «Stena Recycling», предлагающие комплексные услуги по управлению ресурсами в рамках циркулярной экономики.

Третью группу строительных отходов составляет строительный мусор. По своей сути это загрязненные или сильно поврежденные остатки, непригодные для прямого повторного применения или эффективной переработки в стандартные продукты. Обращение с такими отходами, особенно опасными, часто требует термических методов обезвреживания. Неопасные же остатки, исчерпавшие ресурс переработки, направляются для окончательного размещения на специально оборудованных объектах захоронения [1].

В Беларуси тема переработки строительных отходов крайне актуальна. В стране работает ряд компаний, таких как «БелВторСтрой», «СБА Стройрециклинг», «ЭКОСИМ» и «ВторТхеноТорг», которые специализируются на демонтаже и производстве вторичных материалов (щебень, песок и др.). Стоит отметить, что в будущем планируется снос панельных и кирпичных домов 1950–1970-х гг. постройки. Таких зданий в стране порядка 2,5 тыс., что в свою очередь потребует комплексного подхода в переработке строительных отходов.

Проведенный анализ показал, что переработка строительных отходов – это часть устойчивого развития строительной отрасли и экономики в целом. Внедрение системного подхода, основанного на категоризации отходов по степени опасности и потенциалу повторного применения, позволяет вовлекать в хозяйственный оборот значительные объемы вторичных ресурсов. Для Беларуси, особенно в условиях предполагаемого сноса зданий 1950–1970-х гг. постройки, это стратегически важно.

Список использованных источников

1. Мойсейчик, Е. А. Происхождение и классификация отходов демонтажа и строительства / Е. А. Мойсейчик // Экология и строительство. – 2020. – № 2. – С. 17–26.

СОХРАНЕНИЕ ИДЕНТИЧНОСТИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ РЕОРГАНИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Мяделец-Авлас М. С., аспирант

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доктор арх., профессор Морозова Е. Б.

Аннотация. В статье рассматриваются стратегии реорганизации промышленных объектов с акцентом на сохранение или трансформацию городской идентичности в зависимости от роли объекта в градостроительной ткани, его архитектурных качеств и социального восприятия.

Несмотря на утрату первоначальных функций, исторические промышленные объекты сохраняют значительный потенциал для реновации. В условиях постиндустриального развития, смены технологических укладов и интенсивной урбанизации все острее встает вопрос об использовании исторических производственных территорий в новых функциональных и социальных контекстах. Реорганизация и адаптация таких объектов под современные нужды все чаще рассматриваются как альтернатива сносу и новому строительству. На это влияют разные факторы, один из которых – социокультурный – растущий общественный интерес к индустриальному наследию, стимулирует создание организаций, занимающихся его сохранением в разных странах.

Реконструкция промышленных объектов допускает разные методы и по-разному влияет на архитектуру здания и облик городской среды. Ее особенность – радикальная смена функции: переход к жилому или общественному назначению требует новой логики эксплуатации из-за глубоких типологических различий. К тому же утилитарная, часто лаконичная архитектура предприятий обладает особой эстетикой, не всегда совместимой с новыми сценариями использования. Это почти всегда влечет изменения во внешнем облике и внутренней структуре, что порождает глобальную дискуссию о возможности вмешательства в городскую идентичность и аутентичность среды. Под аутентичностью обычно понимают подлинность материальных объектов. Идентичность же связана с узнаваемостью среды и ее способностью участвовать в формировании образа города, даже при частичной утрате ее подлинности [1, с. 91].

Именно поэтому важно рассматривать теоретические принципы реорганизации в привязке к локальной градостроительной ситуации и региональным особенностям развития архитектуры. В Беларуси промышленная архитектура эволюционировала поэтапно. До начала XX в. преобладали небольшие предприятия, размещавшиеся в деревнях или на окраинах городов. В результате такие объекты часто сохранились как изолированные кластеры – иногда на ценных территориях, включенные в застройку вследствие роста городов, но без выраженной роли в архитектуре поселений. В советский период промышленные комплексы стали часто возводить вдоль крупных магистралей и активно включать в градостроительные ансамбли. В то же время массовый характер строительства привел к появлению значительного числа типовых объектов, обладающих низкой художественной выразительностью.

Такое разнообразие наследия предполагает дифференциацию подходов к реорганизации промышленных территорий. В зависимости от масштаба, локации и степени включенности объекта в городскую структуру, реконструкция может варьироваться от точечного вмешательства до полного переосмысления территории.

Сохранение аутентичности предполагает минимальное вмешательство в облик объекта: новые элементы вводятся по принципу подчинения существующей композиции

и с соблюдением исторического соответствия. Этот подход, как правило, применяется к дореволюционным промышленным объектам. Такие здания чаще вызывают устойчивый общественный интерес, отличаются высокой узнаваемостью и могут обладать историко-культурной ценностью. Примерами подобного подхода служат реконструкция Хлебозавода № 1 в г. Минске, где современные функции были интегрированы в историческую структуру без доминирования над ней (рис. 1, 1).

Сохранение идентичности при физической трансформации – подход, при котором узнаваемость территории обеспечивается за счет отдельных значимых зданий, в то время как остальная застройка подвергается глубокой реконструкции. Он особенно актуален для крупных предприятий с большим количеством корпусов, где ключевую роль в облике играют здания вдоль магистралей. Так, при реконструкции завода «Красный гвоздильщик» в г. Санкт-Петербург был сохранен наиболее знаковый корпус, а основная часть территории организована новыми объемами (рис. 1, 2).

Создание новой идентичности при физическом сохранении – подход, применяемый, когда здания предприятия находятся в хорошем техническом состоянии, но слабо влияют на образ территории: они не входят в градостроительные ансамбли, обладают низкой композиционной выразительностью и не несут сильных историко-культурных ассоциаций. В таких случаях допустимо создание нового архитектурного образа и локального ансамбля на основе существующей сетки и объемов. Пример – адаптация зданий бывшего Мясоперерабатывающего завода под нужды Минского городского технопарка в г. Минске: здесь старая застройка послужила каркасом для формирования нового функционального и визуального центра (рис. 1, 3).



Рис. 1. Варианты работы с идентичностью застройки:
1 – Хлебозавод № 1, г. Минск; 2 – корпус завода «Красный гвоздильщик», г. Санкт-Петербург;
3 – Минский городской технопарк, г. Минск

Таким образом, работа с идентичностью городской среды при реорганизации производственных объектов предполагает гибкий выбор стратегии в зависимости от типа наследия, его роли в градостроительной ткани и социальной значимости объекта, будь это метод полной физической подлинности, сохранения отдельных маркеров места либо формирование новой идентичности на существующей материальной основе.

Список использованных источников

1. Скалкин, А. А. Архитектурная идентичность города: понятие и методология исследования / А. А. Скалкин // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2018. – № 2 (43). – С. 87–97.

АДАПТИВНОЕ ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО НАСЛЕДИЯ КАК СТРАТЕГИЯ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ДЛЯ МИНСКА: ИНЖЕНЕРНО-АРХИТЕКТУРНЫЙ ПОДХОД

Немогай Р. В., студент

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Беларусь, и в особенности Минск, сформировались как мощные индустриальные центры в XX веке. Сегодня в условиях модернизации экономики, деурбанизации части производств и стремления к «умным» городам перед страной остро встает вопрос о судьбе огромного массива промышленной архитектуры: от дореволюционных фабрик в регионах до гигантов советского модернизма в столице.

Традиционный путь – полный снос с освобождением земли под новую коммерческую застройку – ведет к ряду негативных последствий для Беларуси: безвозвратной потере историко-культурного слоя, гигантским бюджетным затратам на демонтаж, образованию миллионов тонн не утилизируемых строительных отходов и необходимости закупки нового импортного сырья для строительства.

В этой связи адаптивное повторное использование (adaptive reuse) становится не просто трендом, а стратегической национальной задачей в области ресурсосбережения и устойчивого развития.

Белорусские заводы построены из материалов, произведенных в СССР или в самой БССР, с привлечением местных трудовых ресурсов. Их снос – это обнуление этого исторического национального энерго-материального вклада. Сохранение и модернизация каркаса позволяет сберечь до 80–90 % этой энергии, что прямо соответствует государственной политике ресурсосбережения и снижает зависимость от импорта строительных материалов (металлопроката, цемента).

Промышленные здания Беларуси отличаются добротностью и значительными запасами прочности.

Стальные каркасы (заводы «МАЗ», «МТЗ», цеха «Белвар» и др.) – каркасы, рассчитанные на многотонные мостовые краны и вибрационные нагрузки, обладают колоссальным потенциалом для новых функций. Задача для белорусских специалистов по сварочным технологиям – не констатировать коррозию, а применить современные методы ремонта: аргонодуговая сварка для тонкостенных элементов, наплавление износостойких покрытий для восстановления колонн, разработка технологий усиления узлов композитными материалами. Это стимулирует развитие отечественной инженерии.

Железобетонные конструкции (здания 60–80-х гг.) требуют тщательного обследования на карбонизацию бетона и коррозию арматуры, но при своевременном усилении (инъектирование, торкретирование, установка внешнего армирования) служат десятки лет.

Промзоны Минска (в районе ул. Тимирязева, Сурганова, в Лошице) часто расположены в престижных, уже сложившихся районах с развитой транспортной и инженерной сетью. Их интеграция в городскую ткань решает проблему нехватки качественных общественных пространств в центре, минуя затраты на создание инфраструктуры с нуля на окраинах.

Архитектура белорусского модернизма (например, здания Минского подшипникового завода) – это часть национального культурного кода. В проектах важно сохранять характерные элементы: ритм пилонов, бетонный рельеф, витражное остекление. Новые вставки (из стекла, кортеновской стали) должны вести диалог, а не подавлять.

Узкоутилитарный подход (просто сделать офисы) не раскрывает потенциал. Необходимо создавать смешанные среды: технопарк плюс библиотека, кафе, спортивный зал. Это оживляет район и приносит социальную пользу.

Плоские кровли цехов идеальны для озеленения (что актуально для борьбы Минска с перегревом) или размещения солнечных панелей, что соответствует госпрограммам по ВИЭ.

Успешный пример: «Корпус» на территории завода «МАЗ» (Минск).

Бывший цех был преобразован в офисно-выставочный комплекс. Сохранен стальной каркас, кирпичные стены, промышленные светильники. Внутри создано современное пространство. Это пилотный проект, демонстрирующий экономическую состоятельность подхода.

Потенциальный проект: Территория завода «Кристалл» (район пл. Мясникова, Минск).

Уникальный пример промышленной архитектуры в историческом центре. Предлагаемая концепция: сохранение наиболее ценных корпусов (фасады, конструкции). Создание на их основе Национального центра дизайна и технологий с мастерскими, лекториями, коворкингом. Инженерная задача: усиление фундаментов и каркасов под новые нагрузки, ревизия всех инженерных сетей.

Зарубежный опыт для вдохновения: «Лофт-квартал» в Вильнюсе (бывший завод «Армалит»).

Прямой аналог для белорусских городов. Территория превращена в креативный кластер с сохранением аутентичной атмосферы. Доказана эффективность для малых и средних городов с историческим промышленным наследием (Гродно, Брест, Витебск).

Адаптивное использование промышленного наследия – это прагматичная стратегия для модернизации городской среды Беларуси. Она позволяет:

1. Экономить государственные и частные средства за счет сохранения «вложенной энергии» и инфраструктуры.
2. Стимулировать отечественную науку и инженерию (развитие технологий реконструкции, сварки, усиления).
3. Формировать уникальную идентичность белорусских городов, избегая унификации.
4. Создавать новые точки экономического роста (креативные кластеры, технопарки) в уже освоенных районах.

Необходимые шаги:

На государственном уровне: внести ясность в законодательство об охране и использовании объектов промышленного наследия XX века; рассмотреть механизмы налоговых льгот для инвесторов в такие проекты.

На уровне образования: ввести в БНТУ, БГТУ, БГАИ междисциплинарные курсы/мастерские по ревитализации промзон.

На профессиональном уровне: создавать проектные консорциумы, где историки, инженеры-сварщики, строители и архитекторы работают совместно с первого этапа.

Промышленное прошлое Беларуси – это не балласт, а конструктивный ресурс для построения ее будущего. Задача нового поколения специалистов – грамотно и творчески этот ресурс использовать.

СВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АРХИТЕКТУРЕ БЕЛАРУСИ: ОТ ИНЖЕНЕРНОГО РЕШЕНИЯ К ВЫРАЗИТЕЛЬНОЙ ФОРМЕ

Немогай Р. В., студент,

Немогай Я. В., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Современная архитектура Беларуси активно использует металл как конструктивный и визуальный материал. Это заметно в общественных зданиях, спортивных объектах, транспортной инфраструктуре и реконструкции промышленных территорий. За этой архитектурной трансформацией стоит развитие сварочных технологий, которые сделали возможными крупные пролеты, сложные формы и аккуратные металлические детали.

Одним из наиболее характерных примеров применения сварки в архитектуре Беларуси стали крупные общественные и спортивные здания.

Национальная библиотека Беларуси (Минск).

Пространственная металлическая конструкция здания сложной геометрии требовала высокой точности изготовления узлов. Значительная часть несущих элементов была изготовлена в заводских условиях с применением автоматизированной сварки, что обеспечило геометрическую точность и надежность соединений.

Минск-Арена.

Металлические фермы большого пролета – типичный пример того, как сварка определяет архитектурную возможность. Здесь применялись сварные узлы высокой несущей способности, позволяющие перекрывать значительные пространства без промежуточных опор.

Архитектурный эффект: зрительные залы и общественные пространства получили открытую, свободную планировку, что напрямую повлияло на восприятие архитектуры.

Национальный аэропорт Минск.

Реконструкция и развитие терминалов сопровождались активным использованием металлоконструкций – колонн, ферм, навесов, козырьков. Сварка применялась как в несущих элементах, так и в архитектурных деталях, которые остаются видимыми для пассажиров.

В таких объектах особенно важны: аккуратный внешний вид сварных соединений, стабильное качество при серийном производстве элементов, минимальные деформации при монтаже.

В Минске и других крупных городах Беларуси все чаще используются фасадные элементы из металла: алюминиевые солнцезащитные системы, декоративные экраны, навесные панели, входные группы бизнес-центров и общественных зданий.

Бизнес-центры, многофункциональные комплексы и современные жилые кварталы, где металл становится частью визуального образа здания, а не скрытым конструктивом.

Здесь сварка выполняет двойную функцию: обеспечивает прочность и остается визуально незаметной. Чаще всего применяются методы с низким тепловложением, позволяющие сохранять геометрию тонких элементов.

Беларусь постепенно осваивает практику реконструкции промышленных зданий под общественные функции – офисы, креативные пространства, выставочные залы.

В таких проектах сварка используется для: усиления существующих металлических конструкций, устройства антресолей и переходов, создания новых лестниц, ограждений и навесов.

Архитектурная особенность – новые сварные элементы часто намеренно оставляют открытыми, подчеркивая индустриальный характер пространства.

Сварка активно применяется и в формировании городской среды: остановочные павильоны, навесы, уличная мебель, ограждения и перголы.

В этих объектах особенно важны: аккуратность швов, коррозионная стойкость, долговечность при минимальном обслуживании.

Белорусская практика показывает рост использования нержавеющей стали и алюминия в подобных элементах.

Технологические тенденции, характерные для Беларуси – перенос сварки в заводские условия.

Большая часть сложных элементов изготавливается вне стройплощадки, что повышает качество и сокращает сроки монтажа.

Даже в инженерных объектах сварные соединения все чаще остаются видимыми и должны соответствовать архитектурному замыслу.

На крупных объектах используется автоматическая сварка, на уникальных узлах – ручная высокоточная.

Сварные узлы все чаще прорабатываются на стадии архитектурной концепции, а не «по факту» на стройке.

Архитектура Беларуси наглядно демонстрирует, что сварка перестала быть исключительно инженерной технологией. Она стала инструментом, который позволяет реализовывать сложные пространственные решения, формировать выразительные фасады и создавать современные общественные пространства.

Чем масштабнее и амбициознее архитектурный объект, тем более заметна роль сварки – даже если она остается визуально скрытой.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА ФОРМАТНО-РАСКРОЕЧНОГО СТАНКА НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

Носкова П. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Кашевский П. А.

Аннотация. В статье рассматривается роль промышленного дизайна форматно-раскроечного станка в мебельном производстве, анализируется влияние эргономики на работу оператора, значение компоновки внутренних узлов, а также роль дизайнерских решений в обеспечении безопасности эксплуатации. Отдельное внимание уделяется тому, каким образом элементы дизайна могут воздействовать на организацию рабочего процесса, скорость выполнения операций и общий уровень эффективности оборудования на предприятии.

В мебельной промышленности форматно-раскроечный станок давно стал чем-то вроде обязательного элемента: без него невозможно представить ни небольшую мастерскую, ни крупный завод. Но за последние годы изменилось само отношение к таким машинам. Если раньше предприятия выбирали оборудование исключительно по техническим параметрам – какая мощность двигателя, насколько ровно держатся направляющие, как работает пыльная группа, – то сейчас только внутренней составляющей эффективности не определяется [1]. Все чаще выясняется, что промышленный дизайн влияет на работу станка также, как его внутренние узлы.

Под дизайном сегодня понимают гораздо больше, чем красивый корпус или фирменные цвета. Это целый комплекс решений, которые определяют, удобно ли оператору находиться за станком, насколько быстро он выполняет рутинные операции, как организована рабочая зона и даже как часто приходится останавливать производство. Исходя из этого, дизайн – это не украшение, а важный элемент производственного процесса, который напрямую влияет на то, сколько изделий предприятие сможет сделать за смену и какого они будут качества.

Наиболее заметное влияние дизайна сказывается на эргономике. Это влияние проявляется в том, что именно дизайнерские решения определяют, насколько удобно, безопасно и эффективно человек взаимодействует с изделием. Дизайнерские решения определяют степень удобства, безопасности и эффективности взаимодействия пользователя с изделием. Хороший дизайн не ограничивается визуальной привлекательностью – он формирует условия для минимизации физических и когнитивных нагрузок пользователя [2]. Любой оператор знает, что оборудование может быть технически мощным, но неудобным в управлении. Например, когда кнопки расположены нелогично, когда приходится постоянно наклоняться или тянуться через рабочую зону, когда обзор закрыт элементами конструкции – все это в итоге снижает темп работы. и наоборот, если органы управления расставлены естественно, если дисплей читается без напряжения, если рукам есть куда опереться, – оператор работает увереннее и быстрее. Мелочи вроде удобного упора, продуманной высоты стола или логичного интерфейса на самом деле сильно влияют на скорость и качество раскроя.

Эргономичность рабочего места невозможно обеспечить только эксплуатационными настройками – она создается на стадии разработки конструкции станка, включая форму панелей, расположение органов управления и компоновку узлов. Узлы – ключевые конструктивные элементы, без которых невозможен процесс точного раскроя

плитных материалов. Правильная компоновка облегчает обслуживание и снижает простои. Когда технику приходится останавливать каждый раз для того, чтобы добраться до труднодоступного механизма, производство неизбежно теряет время. Но если конструкция продумана так, что к основным узлам можно получить доступ за пару минут, а обслуживающие операции понятны и просты, – оборудование реже задерживает производство, а значит, работает продуктивнее.

Про безопасность иногда говорят отдельно, но она тоже связана с дизайном. Например, защитные кожухи, световые индикаторы, сенсоры – все это элементы конструкции, которые проектируются еще на этапе дизайнерского решения. Элементы безопасности, интегрированные на стадии проектирования, предотвращают аварийные ситуации и сокращают риски остановки производства, что уменьшает финансовые потери и повышает стабильность технологического процесса. От удачной реализации зависит не только здоровье оператора, но и стабильность производства: чем меньше аварийных остановок, тем меньше неожиданных потерь. Даже такие на первый взгляд мелкие детали, как расположение аварийной кнопки или форма защитного экрана, могут предотвратить простой на несколько часов. А простои, как известно, сразу отражаются на себестоимости продукции. В итоге все дизайнерские элементы – эргономика, компоновка, безопасность, складываются в общий эффект, который напрямую связан с производительностью. Там, где оператор меньше устает, быстрее реагирует и делает меньше ошибок, выработка растет сама по себе. Хорошо продуманная конструкция уменьшает вибрации, делает рез более точным, снижает количество брака. Это означает меньше потерь материала и меньше переработок, что тоже повышает экономическую эффективность.

Когда предприятие получает оборудование, которое работает быстрее и стабильнее, это почти автоматически улучшает его позиции на рынке. А также, как говорила кандидат экономических наук В. Ю. Кононова: «Модернизация оборудования улучшает эффективность и конкурентоспособность». Себестоимость изделий падает, сроки выполнения заказов сокращаются, а качество становится более предсказуемым. Клиенты, разумеется, предпочитают сотрудничать с такими производителями. Кроме того, современный станок с продуманным дизайном обычно требует меньше времени на обучение персонала, что тоже помогает быстрее масштабировать производство.

Так постепенно становится ясно, что промышленный дизайн – важный фактор конкурентоспособности. Он становится не просто эстетическим или вспомогательным фактором, а стратегическим инструментом повышения производительности и рентабельности производства. Хорошо спроектированный форматно-раскроечный станок помогает уменьшить нагрузку на людей, ускоряет технологический процесс и снижает долю ошибок, в результате чего предприятия получают более стабильное, эффективное и качественное производство, что способствует укреплению их позиций на рынке. Таким образом, предприятия, которые вкладываются в оборудование с качественным дизайном, получают преимущество не только в производительности, но и в устойчивости своего бизнеса в целом [3].

Список использованных источников

1. Литвиненко, А. В. Промышленный дизайн: теория и практика проектирования оборудования / А. В. Литвиненко. – М. : Машиностроение, 2019. – 312 с.
2. Гордеев, С. П. Эргономика рабочих мест операторов станочного оборудования / С. П. Гордеев. – СПб. : Профессия, 2020. – 248 с.
3. Карасев, П. Н. Производственная логистика и оборудование в мебельной промышленности / П. Н. Карасев. – М. : Лесная промышленность, 2018. – 206 с.

Печникова А. Д., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. филос. наук, доцент Булыго Е. К.

Аннотация. Архитектура не только выполняет утилитарные функции, но и отражает ценности общества, создавая условия для равенства, свободы и гармонии. Особое внимание уделяется проблеме этики проектирования и роли архитектуры в формировании гуманистического будущего.

Архитектура традиционно воспринимается как искусство и наука проектирования зданий и сооружений. Однако философский анализ показывает, что архитектура является не только материальной оболочкой жизни человека, но и особым ценностно-смысловым пространством, где воплощаются наши представления о правильном, прекрасном, идеальном. В этом смысле архитектура становится своеобразным «зеркалом» культуры, отражающим ее идеалы и мировоззрение.

Еще античные мыслители – Платон и Аристотель – связывали красоту архитектуры с гармонией и пропорцией. Витрувий в трактате «Десять книг об архитектуре» утверждал, что здание должно быть прочным, полезным и красивым [1]. Эти три принципа можно рассматривать как первые этические категории архитектуры: прочность – ответственность перед будущими поколениями, полезность – забота о человеке, красота – уважение к эстетическим потребностям общества.

Современная философия пространства акцентирует внимание на том, что человек «обитает» в архитектуре, а значит, она не только позволяет ему быть, но и влияет на него. Архитектура становится не только физическим, но и экзистенциальным пространством, где человек ощущает свободу или, напротив, ограничение, свою обустроенность, или, напротив, бездомность.

Этика пространства в архитектуре – это подход в архитектуре, ориентированный на человека. Она стремится создавать не просто функциональные, но и благоприятные для жизни пространства, которые улучшают физическое и душевное самочувствие людей. Это достигается путем осмысления того, как архитектурные решения влияют на наши эмоции, мысли и поступки. Ключевые аспекты включают создание комфорта, стимулирование творчества, обеспечение безопасности и укрепление социальных связей. Такой подход является перспективным и системным. Он включает различные аспекты, которые определяют наше ментальное здоровье (нейроархитектура), нашу безопасность и защищенность, ощущение своего «места» (топоса), своей телесности и социальной значимости.

Архитектурные решения особенно новаторские, всегда были тесно связаны с философией. Так, феноменологический подход (Э. Гуссерль, М. Мерло-Понти) позволяет рассматривать архитектуру как опыт восприятия. Такая интерпретация города в целом фокусируется на том, как люди воспринимают архитектуру на уровне ощущений, эмоций и фундаментальных жизненных переживаний. Она подчеркивает, что городская среда активно формирует наше мироощущение и является неотъемлемой частью нашей экзистенции, а не просто фоном для нее. Цель – понять скрытые смыслы и глубинные процессы, которые формируют наше представление об архитектурных образах и как затем эти образы меняют нашу экзистенцию.

Феноменология архитектуры представляет собой глубокий философский подход, который ставит во главу угла не объективные параметры или стили, а субъективное

восприятие и личные ощущения человека в пространстве. Центральная идея заключается в стремлении понять, как люди на самом деле проживают и осмысливают свое окружение, полностью отбрасывая любые заранее сформированные или предвзятые взгляды, погружаясь в непосредственное переживание.

В отличие от модернистского фокуса на чистой практичности, функциональности и рациональности, феноменология акцентирует внимание на телесных ощущениях. Восприятие пространства через осязание текстур, игру света и тени, акустику, масштаб, запахи и движение становятся ключевыми элементами для постижения истинной сути архитектуры. Феноменология подчеркивает, что проектирование – это не только технический процесс создания формы, но прежде всего глубокая работа с человеческим опытом, направленная на создание значимых и резонирующих сред обитания.

Архитектура является фундаментальным инструментом создания города, где реализуются важнейшие жизненные и социальные потребности человека. Именно архитектура формирует пространство, где человек находит защиту от страха или реализует стремление к свободе и возможностям. Однако в современном мире, под влиянием цифровизации, архитектурные решения могут приводить к обезличенности городской среды, усиливая у человека чувство одиночества и отчуждения.

В условиях современных вызовов, связанных с изменением климата и истощением ресурсов, архитектура должна трансформироваться. Экоархитектура стала необходимым и важным направлением этического подхода. Экологическое проектирование предлагает путь к минимизации углеродного следа, внедрению возобновляемых источников энергии и интеграции природных систем в городскую среду.

Философская концепция экоархитектуры строится на идее здания как «живого организма», который должен существовать в гармонии с природным миром. Это означает предпочтение натуральных материалов, применение технологий, направленных на экономию энергии и воды, и создание систем для эффективной утилизации отходов. Экоархитектура по своим целям и задачам созвучна древневосточной философии и ее принципа антропоприродной соразмерности в космическом масштабе. Эта созвучность проявляется в глубоком убеждении, что человеческое жилище и деятельность не должны нарушать тонкий баланс природного мира, но, напротив, должны быть вписаны в него как гармоничная часть более обширной, космической системы.

Современная экоархитектура, стремящаяся к минимизации углеродного следа, использованию возобновляемых ресурсов, пассивному дизайну и интеграции зданий в ландшафт, по сути, ищет пути проектирования, где здания «дышат» с планетой, реагируют на солнечные циклы, используют энергию ветра и воды, тем самым восстанавливая глубинную связь между человеческим сооружением и Вселенной. Это философия, при которой архитектура выступает посредником между локальным человеческим бытием и грандиозными космическими силами, способствуя не только устойчивому, но и духовно обогащенному существованию.

Таким образом, архитектура должна быть ориентирована на человека, выходя за рамки чисто практических соображений. Она оказывает непосредственное воздействие на наше самочувствие, чувство собственного достоинства и общее состояние. Основная задача этой этики – создавать условия, которые способствуют росту и самореализации личности, а не препятствуют им.

Список использованных источников

1. Витрувий, М. Десять книг об архитектуре / М. Витрувий ; пер. с лат. Ф. А. Петровского. – М. : Архитектура-С, 2003. – 320 с.

ТЕХНОЛОГИЯ И КОМФОРТ: УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ ПОЛОТЕНЦЕСУШИТЕЛИ В СОВРЕМЕННОМ БЫТУ

Суша Д. А., студент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: доцент Кашевский П. А.

Аннотация. Полотенцесушители представляют собой широко распространенное оборудование в современном быту. Данные устройства устанавливаются преимущественно в помещениях с повышенной влажностью для выполнения функций сушки текстильных изделий и нормализации микроклимата. Конструктивные особенности современных полотенцесушителей обеспечивают их безопасную эксплуатацию и возможность компактного размещения в различных типах помещений.

Основное функциональное назначение полотенцесушителей заключается в обеспечении процесса сушки предметов одежды и текстильных изделий малых размеров. Дополнительной функцией является отопление помещений ограниченной площади, преимущественно санузлов. Принцип функционирования определяется типом используемого оборудования.

Электрические модели полотенцесушителей характеризуются простотой монтажа и отсутствием необходимости интеграции в систему центрального отопления. Температурный режим работы регулируется посредством ручного управления или термостата. Энергопотребление таких устройств достигает 1000 Вт [1].

Нерешенной проблемой современных полотенцесушителей остается образование микробиологических загрязнений на поверхности текстиля. Размножение микроорганизмов приводит к возникновению неприятных запахов и снижению уровня гигиены. Перспективным направлением решения указанной проблемы является интеграция ультрафиолетового излучения в процесс сушки, по аналогии с системами кварцевания медицинских учреждений.

Бактерицидные свойства ультрафиолетового излучения обеспечивают эффективную дезинфекцию поверхностей текстильных изделий, предотвращая развитие микроорганизмов и повышая гигиенические показатели. Комбинирование УФ-технологий с современными дизайнерскими решениями позволяет создавать энергоэффективные и эстетически совершенные устройства, соответствующие актуальным требованиям комфорта и безопасности.

Потребительская аудитория включает различные социально-демографические группы, что обуславливает дифференциацию требований к функциональным характеристикам оборудования.

Анализ потенциальных потребителей позволяет выделить пять основных групп:

1. Семьи с детьми. Приоритетными требованиями являются обеспечение гигиенической безопасности и высокая скорость сушки. Финансовые возможности данной группы позволяют приобретать модели премиального сегмента с дополнительным функционалом.

2. Молодые пары без детей. Основное внимание уделяется эстетическим характеристикам, компактности и технологической оснащенности оборудования.

3. Студенты и одинокие лица. Ключевыми критериями выбора выступают экономическая доступность, энергоэффективность и простота эксплуатации.

4. Владельцы гостиничного бизнеса. Требования включают надежность, соответствие дизайнерским решениям, минимальные эксплуатационные расходы и обеспечение безопасности постояльцев.

5. Лица с ограниченными возможностями. Необходимо специальное конструктивное исполнение, предусматривающее адаптацию органов управления и обеспечение эргономики использования.

Проведенный анализ существующих моделей полотенцесушителей позволяет сформулировать следующие выводы:

1) функциональные характеристики не всегда соответствуют потребностям целевых групп пользователей;

2) уровень безопасности варьируется в зависимости от наличия терморегулирующих систем;

3) энергоэффективность определяется наличием программируемых режимов работы;

4) дизайнерское исполнение представлено широким ассортиментом, однако не всегда удовлетворяет индивидуальным требованиям;

5) ценовая дифференциация определяет доступность различных категорий оборудования;

6) условия монтажа и эксплуатации требуют в отдельных случаях привлечения квалифицированных специалистов [2].

На основании проведенного анализа сформулированы проектные требования к полотенцесушителю с УФ-излучением:

– оснащение бактерицидными ультрафиолетовыми лампами для обеспечения дезинфекции поверхностей;

– реализация возможности раздельной и комбинированной работы систем сушки и обеззараживания;

– внедрение системы безопасности, исключающей прямое воздействие УФ-излучения на пользователя;

– обеспечение энергоэффективности за счет применения современных технологий;

– соответствие эстетическим стандартам современного интерьера;

– соблюдение эргономических требований, учитывающих антропометрические и физиологические особенности пользователей [3].

Таким образом, полотенцесушитель с ультрафиолетовым излучением представляет собой многофункциональное устройство, сочетающее возможности сушки, дезинфекции и интеграции в интерьерное пространство.

Список используемых источников

1. Как выбрать электрический полотенцесушитель// Петрович знает. – URL: <https://znaet.petrovich.ru/remont/santehnika/polotentsesushiteli/obzor/kak-vybrat-elektricheskii-polotentsesushitel/> (дата обращения: 25.11.2025).

2. Полотенцесушитель электрический Zehnder Vitalo Bar. – Астана, 2021–2025. – URL: <https://zehnder-cis.info/katalog/polotencesushiteli-i-radiatory/elektricheskij-polotencesushitel-udobny> (дата обращения: 25.11.2025).

3. Технические характеристики полотенцесушителей. Полотенцесушители TRMINUS официальное представительство завода. – Минск, 2003–2025 – URL: <https://terminus.by/articles/tehnicheskie-harakteristiki-elektricheskikh-polotencesushitlei> (дата обращения: 25.11.2025).

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАБОЧИХ ПОСЕЛКОВ БЕЛАРУСИ В КОНТЕКСТЕ
ПОСЛЕВОЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ (1944–1950-Е ГГ.)**

Шиян О. В., магистр архитектуры

Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: док. арх., проф. Морозова Е. Б.

Аннотация. В статье рассматривается процесс восстановления рабочих поселков на территории БССР в послевоенные годы. Анализ дальнейшего развития поселений показал зависимость их судьбы от двух ключевых факторов: степени сохранности градообразующего предприятия и масштабов разрушения жилой зоны. На основе этого сформировались три варианта дальнейшего развития поселений: полная ликвидация с последующей застройкой территории по новому градостроительному замыслу, реконструкция на прежнем месте с одновременной трансформацией планировочной структуры, а также перенос жилой зоны на новые территории.

Рабочий поселок как тип промышленного поселения сформировался в отечественной градостроительной практике в 1920-е гг. и представлял собой идеологически обусловленную форму расселения, призванную создать новую социальную среду для правящего класса – пролетариата. Его планировочная структура преимущественно включала две взаимоувязанные зоны: производственную территорию и селитебную, где проживали рабочие и члены их семей [1, с. 79].

История рабочих поселков в БССР началась в середине 1920-х гг. после длительного периода восстановления народного хозяйства. Их размещение определялось историческими обстоятельствами – первые поселения возникли в восточных и центральных регионах республики, поскольку западные земли в тот период находились в составе Республики Польша.

Развитие рабочих поселков в межвоенный период шло неравномерно. Во второй половине 1920-е гг. формирование происходило силами жилищных кооперативов, что предопределило небольшой масштаб поселений – площадью до нескольких гектаров и характерную одноэтажную деревянную застройку блокированного типа. Всего было создано порядка шестидесяти таких поселений. Они возникали, в частности, при гвоздильном заводе в Речице, а также при железнодорожных узлах в Витебске и других городах [2].

Кардинальные изменения произошли на рубеже 1920–1930-х гг. В связи с широко-масштабной индустриализацией. Строительство поселков перешло в ведение предприятий, которые целенаправленно формировали жилой фонд для закрепления рабочих за конкретным производством. В результате они стали значительно больше, а вместо прежних деревянных строений стали строить каменные дома высотой до пяти этажей. Подобным образом было сооружено более 20 поселений. Так формировался поселок энергетиков в Ореховске, поселение при авторемонтном заводе им. Кирова в Могилеве, стеклозаводах в Костюковке и Елизове и др. [2].

Великая Отечественная война нанесла катастрофический ущерб рабочему поселковому строительству в БССР. Масштаб разрушений был значительным. Наиболее тяжелый урон был нанесен поселениям с деревянной застройкой, включая бараки торфопредприятия в Михановичах, тарного комбината в Витебске, жилые дома пищевиков в Витебске и поселка «Коминтерн» в Минске, многие из которых были полностью уничтожены. Меньше пострадали поселения с капитальной каменной застройкой. К примеру, поселки энергетиков в Ореховске, льнозавода в Орше и др., сохранили

практически всю свою инфраструктуру. В то время как поселок чулочно-трикотажной фабрики им. Цеткин в Витебске был полностью утрачен.

Послевоенная судьба каждого такого поселения определялась двумя ключевыми факторами: степенью сохранности градообразующего предприятия и масштабом разрушений жилых и социокультурных объектов. Это определило различные пути дальнейшего развития поселка – полную ликвидацию поселения или его восстановление.

В случае полного разрушения производства и жилой зоны рабочий поселок прекращал свое существование. Эта участь постигла поселения тарного комбината и чулочно-трикотажной фабрики им. Цеткин в Витебске. к примеру, сегодня территории бывшего рабочего поселка тарного комбината получили новое развитие: на его месте вырос микрорайон «Тарный».

В случае сохранения промышленного предприятия восстановление жилого фонда осуществлялось различными путями: реконструкцией на прежнем месте либо строительством на новых территориях. В первом случае проводилась коренная трансформация поселения, в ходе которой менялась пространственно-планировочная структура поселка – внедрялась квартальная планировка с заменой одноэтажных деревянных домов на типовые 2–3-этажные каменные здания. Например, поселок гвоздильного завода в Баране полностью изменил свой облик благодаря применению современных типовых проектов жилых домов того периода. Отдельно стоит выделить поселок «Коминтерн» в Минске: после значительного разрушения в войну он не был восстановлен, а на его месте в послевоенные годы вырос новый рабочий поселок велосипедного завода с принципиально иной планировочной организацией и застройкой (рис. 1, а–в).



Рис. 1. Поселок «Коминтерн»:
а – схема планировки 1934 г., б – фрагмент карты Минска 1941 г.;
в – рабочий поселок велосипедного завода, фрагмент карты Минска 1964 г.

Во втором случае восстановление жилого фонда осуществлялось за счет строительства жилой зоны поселка на новых, ранее не освоенных территориях. Так, поселение завода искусственного волокна в Могилеве с его пятиэтажными жилыми домами было полностью разрушено и не подлежало восстановлению. В послевоенные годы строительство жилья развернулось на смежном участке, где сформировался обособленный жилой квартал с капитальной застройкой, пространственно удаленный от промышленной зоны предприятия.

Отдельно стоит выделить системы взаимосвязанных поселков при торфопредприятиях «Осинторф» и «Большевик». Эти производственно-селитебные комплексы объединяли удаленные поселения посредством общей производственной и социально-культурной инфраструктуры. Большинство таких поселков были разрушены во время войны: из 11 поселений торфопредприятия «Осинторф» уцелело только два, а из четырех поселков производства «Большевик» – один.

Послевоенное восстановление и развитие многих поселений в пригороде городов привело к их интеграции в городскую среду, как это произошло с рабочим поселком Ново-Белица и поселением предприятия сельскохозяйственных машин в Гомеле и др. В этом случае сохранившаяся планировочная структура подверглась значительной трансформации в процессе восстановления и дальнейшего развития.

Судьба рабочих поселков Беларуси в послевоенный период напрямую зависела от состояния градообразующих предприятий. При полном разрушении и производства, и жилой зоны поселения исчезали, тогда как сохранение промышленного объекта позволяло восстанавливать жилой фонд – либо на прежних территориях, либо на новых площадках.

Список использованных источников

1. Морозова, Е. Б. От промышленного поселения до технопарка: территориальные объекты промышленной архитектуры / Е. Б. Морозова. – Мн.: БНТУ, 2014. – 208 с.
2. Шиян, О. В. Архитектурно-градостроительное развитие рабочих поселков на территории Республики Беларусь в 1924–1940-е гг. / О. В. Шиян // Архитектура: сборник научных трудов / редкол.: А. С. Сардаров (гл. ред.) [и др.]. – Мн.: БНТУ, 2022. – Вып. 15. – С. 189–194.

DESIGN AS A STRATEGIC TOOL IN MODERN BUSINESS: NEW OPPORTUNITIES FOR MARKETING AND MANAGEMENT

Nikitina M. D., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: senior lecturer Pribylskaya G. V.

Abstract. This paper examines design in its strategic function, which is relevant for modern business. The analysis of the transformation of design perception is carried out: from a means of visual design to a key factor in the formation of customer experience and strengthening competitive positions. The study focuses on the analysis of the practical impact of design solutions on the company's key performance indicators: conversion growth, cost optimization, and the formation of a loyal consumer community.

In an oversaturated market and increasing competition, traditional business tools are gradually losing their effectiveness. In this context, design has evolved beyond being just a graphics tool. Today, it is a powerful strategic asset that has a direct impact on the profitability and sustainability of the company. For marketing and management professionals, a competent understanding and application of design is turning from an optional skill into an urgent necessity. The purpose of this study is to demonstrate specific mechanisms for integrating design into business processes and to assess its impact on key performance metrics [1].

Modern business practice interprets design much more broadly than creating attractive packaging or a memorable logo. In the current paradigm, design is a holistic, systematic approach aimed at designing a valuable and understandable experience for the client. This approach covers not only visual communication, but also the convenience of using a product or service, as well as the emotional response that a consumer experiences when interacting with a brand. The methodological basis of this approach is the concept of "design thinking", which offers companies the tools to find solutions based on the actual needs of people.

The practical significance of design is revealed through several key aspects of its business impact.

1. Enhance marketing effectiveness. The intuitive and aesthetically designed interface of digital products directly increases conversion, increasing the proportion of visitors who perform targeted actions. For example, competent optimization of the online store's checkout process can increase the level of completed purchases by 10–20 %. In addition, a thoughtful user experience leads to lower transaction costs, reducing the burden on customer support and reducing the number of product returns.

2. Formation of a loyal audience and premium positioning. When interacting with a product or service brings not only practical benefits to a customer, but also emotional satisfaction, it creates a solid foundation for a long-term relationship. A vivid illustration of this thesis is Apple's strategy, where design serves as a justification for the premium value of products. In parallel, design processes such as prototyping and usability testing can accelerate the launch of new products to the market, minimizing risks and costs for subsequent improvements [2].

3. Areas of practical application. The areas in which design finds practical application in business are extremely extensive. When creating new products or services, design research helps identify the actual needs of the target audience and create solutions with commercial potential.

In the field of branding, a single design system ensures the recognition and professional perception of the company on all communication channels. Special attention should be paid to service design, which is engaged in designing a comprehensive customer experience – from the first contact with advertising to receiving the service and after-sales service.

Effective management of design as a strategic asset requires a system of objective indicators. The most important metrics include: NPS Loyalty Index, which demonstrates the willingness of customers to recommend a brand; conversion rate, which directly characterizes the effectiveness of user interfaces; customer Effort Score, which measures how easily the customer manages to solve their task; the dynamics of calls to the support service, a decrease in which indicates an increase in the convenience of products.

The analysis clearly shows that modern design has overcome the limits of aesthetics and turned into a full-fledged business tool. In a situation of growing competition and digitalization of the economy, it is the design approach that allows companies to create breakthrough products and build long-term relationships with consumers. Further development is associated with the integration of artificial intelligence into design processes and the strengthening of the role of ethical design in the concept of sustainable business development. It is important to emphasize that the successful application of design requires a systematic approach and close cooperation between designers, marketers and top managers of companies. Consequently, mastering the principles of design thinking becomes not only a useful skill, but also an essential element of professional competence for modern specialists in the field of marketing and entrepreneurship.

To successfully integrate design into a business strategy, companies are recommended to implement the following steps:

1. Creation of cross-functional working groups. Combining designers, marketers, product managers, and financiers in the early stages of product development allows you to take into account all aspects of customer experience and business goals. This approach helps to avoid costly alterations at later stages.

2. Implementation of an iterative design process. The process of creating a product should not be linear. The cycles "prototyping – testing with real users – collecting feedback – refinement" allow you to gradually refine the solution, minimizing market risks.

3. Development and formalization of a design system. Creating a unified library of components, fonts, colors, and principles of interaction (design systems) not only speeds up the process of developing new products, but also ensures the integrity of brand perception, which directly affects customer trust.

4. Continuous monitoring and analysis of metrics. Design management should be data-driven. Regular analysis of indicators such as viewing depth, time on the site, bounce rate and success rate of target actions allows you to quantify the effectiveness of design solutions and quickly make adjustments.

The implementation of these measures requires the company's management to reconsider the role of design and its perception not as an expense item, but as a long-term investment in business development.

References

1. Роль дизайна в экономике // life-prog.ru. – URL: http://life-prog.ru/2_24930_rol-dizayna-vekonomike.html (дата обращения: 15.11.2025).

2. Whitepaper: Behavioral Economics and Design // artefact group. – URL: <https://www.artefactgroup.com/resources/behavioral-economics-design/> (дата обращения: 19.11.2025).

Pechnikova A. D., student

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

Scientific supervisor: trainee teacher Pavlovich D. I.

Abstract. Architecture is a special form of communication where space acts as a language capable of conveying meanings, values, and cultural codes.

Although architecture has historically been associated with design and construction, its role as a means of communication is becoming increasingly evident in the 21st century [1]. The spaces created by architects are not passive; they actively convey ideas, correct people's behavior, and reflect the cultural attitudes of society. An architectural space can be compared to a language that has its own structure and semantic content. His "grammar" consists in the principles of organization (proportions, symmetry, rhythm, scale), and "semantics" – in the symbols and signs that we interpret. Consequently, architecture becomes a "bridge" between man and society, facilitating dialogue through physical forms.

The communicative function of architecture is manifested in several aspects [2].

1. Social aspect: buildings and urban spaces inspire people to communicate and interact. The square stimulates collective action, the library sets individual concentration.

2. Cultural aspect: the Gothic cathedral expresses religious exaltation, the modernist museum expresses the desire for innovation.

3. Psychological aspect: space affects a person's emotional state.

Lack of light has a negative effect on well-being, causing apathy and loss of strength. On the contrary, good lighting – bright but pleasant – improves performance, and soft, warm light creates an atmosphere of comfort. Colors also play a role: energetic shades like red and orange are invigorating, while calm blue helps to relax. Maintaining order and cleanliness reduces stress, while clutter increases it. Cramped spaces can be disturbing, while spacious ones can be soothing. Proper space management promotes concentration and increases efficiency.

In the context of globalization, architectural solutions are becoming universal, successfully overcoming traditional linguistic and cultural differences. Although English is the main means of professional communication for architects around the world, providing the exchange of technical information and design documentation, it is architectural forms and spatial solutions that have the unique ability to bring people together on a global scale.

Architecture as a visual and tangible art creates an environment that is perceived directly, bypassing the need for translation. This makes it a powerful tool for forming shared impressions, emotions, and even an identity that is understandable regardless of nationality or language. The symbolism, functionality, and aesthetics of buildings and spaces can evoke universal feelings of comfort, security, admiration, or alienation. The deep ethical responsibility of an architect lies in his ability to create universal spaces. After all, buildings and urban environments designed for people with different cultural backgrounds and life experiences should take into account not only practicality and beauty, but also the impact on well-being, comfort and the possibility of peaceful coexistence. A decent project facilitates communication and creates a sense of community. In today's world, where borders are blurring, architecture is turning from a simple construction into a tool that shapes human experience and promotes global unity. This requires architects to take a conscious and responsible approach to every decision they make.

Examples of architecture as communication:

1. Memorial complexes – convey the memory and values of society.

2. Public spaces form a culture of dialogue and interaction.

3. Digital architecture – creates new forms of communication between architects, engineers and users through virtual models.

In the future, architecture will not only create physical spaces, but also design communication environments. Smart cities will become an example of architecture as a language where buildings and infrastructure will interact with people through digital technologies. The "Architecture of the Future" will focus on the emotional and psychological needs of a person. Architecture as an extension of person. A key trend in the development of buildings is their ability to adapt to the human condition [3]. Imagine rooms equipped with invisible sensors that monitor physiological parameters such as pulse, respiration, body temperature, and even facial expressions. By analyzing this data, the system can recognize the level of stress, fatigue, or concentration. In response, the architecture will automatically adjust lighting, climate, humidity, sound, and even scents. For example, a meeting room can reduce tension, and a bedroom can create ideal conditions for relaxation. Architecture will be able to form spaces that actively stimulate or calm the brain. This can be expressed in dynamic layout changes (for example, movable walls, transformable furniture), interactive surfaces, and the creation of unique acoustic environments that promote certain types of thinking. Offices of the future may include "deep concentration zones", "creative spaces", and "recovery capsules" for mental rebooting.

The architecture of the future is becoming a high-tech bridge between biology and the digital world. These are not just "smart homes", but "feeling" and "thinking" spaces that intuitively complement our body and mind. This concept opens up new horizons for improving the quality of life, health and efficiency by rethinking our interaction with the artificial environment. However, it also raises serious questions about ethics, privacy, and the limits of technological intervention in our lives. The architecture of the future will be dynamic, capable of changing to suit a specific person:

1. Walls, furniture and lighting will be rebuilt depending on the tasks – work, rest, communication.

2. Each resident will be able to set the "mode" of the space – from silence and solitude to social activity.

3. Virtual models of buildings will allow a person to live the experience of interacting with space in advance and adjust it for themselves.

Embedded modern systems will not only serve, but also offer solutions based on human habits and goals. The architecture will collect information about a person, and it is important to ensure its protection and ethical use.

The goal is not to mechanize life, but to deepen it, create conditions for self – realization and harmony. Architecture is not just a material shell of life, but a language of space that forms communication between people, society and culture. Understanding architecture as communication opens up new perspectives for design, where not only functionality becomes important, but also the ability of space to talk to a person.

Buildings and cities become not just a place of residence but active participants in communication. Architecture shapes the identity of society, influences human psychology and is able to open up new horizons.

References

1. Miller, S. The Role of the Architect: Changes of the Past, Practices of the Present, and Indications of the Future / S. Miller. – London: Routledge, 2023. – 300 p.

2. Johnson, R. Editorial: Architecture as a Communicative Medium // Journal of Architectural Theory and Practice. – 2024. – Vol. 15, № 2. – P. 5–8.

3. Askar, R. Adaptability of Buildings: A Critical Review on the Concept // Journal of Building Design and Sustainability. – 2022. – Vol. 8, № 4. – P. 75–90.