

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

СБОРНИК СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ

Выпуск 31

Часть II

Гомель 2026

Изложены материалы, которые позволяют обобщить достигнутые результаты научно-исследовательских работ студентов Белорусского государственного университета транспорта, выполненные под руководством преподавателей в 2025/26 учебном году.

Статьи рекомендованы к опубликованию соответствующими секциями 71-й студенческой научно-технической конференции.

Редакционная коллегия:

Н. Н. Казаков (отв. редактор),
А. А. Ерофеев (зам. отв. редактора), *Д. В. Леоненко* (зам. отв. редактора),
А. А. Поддубный (отв. секретарь)

УДК 338.47:656

А. Д. ЛАВДА, Я. Э. ЛЕУСЬКОВА (ГС-21)

Научный руководитель – канд. экон. наук *О. А. ХОДОСКИНА*

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ТРАНСПОРТА

Рассматриваются особенности применения экономического моделирования в управлении материально-технической базой транспортного комплекса Республики Беларусь. Проведен анализ детерминированного и стохастического подходов к оценке затрат, планированию технического обслуживания и обоснованию инвестиционных решений. Рассмотрены возможности использования имитационного моделирования и метода Монте-Карло при прогнозировании эксплуатационных расходов и оценке рисков в транспортной сфере. Определены основные направления применения экономических моделей при обновлении подвижного состава, модернизации инфраструктуры и оптимизации логистических процессов. Обоснована практическая значимость моделирования для повышения эффективности использования ресурсов, снижения эксплуатационных издержек и повышения устойчивости транспортных предприятий в условиях изменяющейся рыночной среды. Сделан вывод о том, что внедрение современных методов экономического моделирования способствует повышению качества управленческих решений и конкурентоспособности транспортной отрасли.

Уровень развития транспортной инфраструктуры во многом определяет устойчивость национальной экономики, поскольку именно транспорт обеспечивает непрерывность производственных, логистических и внешнеторговых процессов. Для Республики Беларусь, занимающей ключевую геополитическую позицию на стыке транспортных артерий «Запад – Восток» и «Север – Юг», эффективность функционирования транспортного сектора приобретает повышенное стратегическое значение. По данным аналитических работ, отечественный транспортный комплекс располагает существенным потенциалом для увеличения своего вклада в структуру валового национального продукта.

В современных условиях экономическое моделирование трансформируется из вспомогательного инструмента расчетов в основу системы стратегического управления транспортным предприятием. Экономический анализ выступает действенным инструментом совершенствования хозяйственного механизма и неотъемлемой составляющей экономических методов управ-

ления, которые образуют базу для выработки взвешенных плановых решений.

В текущих экономических условиях материально-техническая база транспортной отрасли (основные фонды, парк подвижного состава, ремонтные предприятия, сопутствующая инфраструктура) отличается высокой капиталоемкостью, значительными сроками эксплуатации и нарастающим физическим износом. Согласно статистическим данным за 2024 год, средний эксплуатационный возраст грузового транспорта в стране достигает 8,7 года, что закономерно ведет к росту издержек на его ремонтное обслуживание. В связи с этим особую актуальность приобретает внедрение научно обоснованных управленческих инструментов, ключевым из которых выступает экономическое моделирование. Дополнительное давление на транспортные предприятия оказывают колебания стоимости топлива, изменение логистических маршрутов, а также необходимость ускоренного обновления техники в условиях усиливающейся конкуренции на рынке перевозок.

В транспортной отрасли экономическое моделирование используется для воспроизведения производственных и эксплуатационных процессов в упрощенной форме с целью последующей количественной оценки их эффективности. Подобный подход позволяет определить, каким образом изменение технических, организационных и финансовых параметров влияет на итоговые результаты деятельности предприятия. Этот подход базируется на понимании двойственной роли транспорта: с одной стороны, он является составной частью производственной инфраструктуры, а с другой – выступает самостоятельной отраслью, участвующей в создании добавленной стоимости.

Рыночная экономика через механизм ценообразования чутко реагирует на сдвиги в потребительских предпочтениях и побуждает поставщиков ресурсов и производителей услуг соответствующим образом корректировать свою деятельность. В этом контексте экономические модели играют роль инструмента раннего предупреждения, дающего возможность заблаговременно оценить результативность инвестиций в парк техники, внедрение передовых технологий или реорганизацию логистики перевозок.

Экономическое моделирование пронизывает практически все ключевые аспекты функционирования материально-технической базы транспортного предприятия. Особую значимость приобретают расчёты, связанные с эффективностью применения основных и оборотных фондов, определением оптимальной численности персонала, а также оценкой отдачи от инвестиционных проектов, нацеленных на обновление оборудования и инфраструктуры. В практике экономического моделирования на транспорте сложились два методологически разных подхода – детерминированный и стохастический.

Вероятностный (стохастический) подход, в отличие от нормативного, исходит из того, что рыночная среда по своей природе неопределённа. Здесь

показатели трактуются не как раз и навсегда заданные константы, а как переменные, зависящие от вероятности возникновения тех или иных ситуаций. В отраслевой литературе неоднократно подчёркивалось, что инвестиционная деятельность всегда сопряжена с неопределённостью, вызванной возможностью неблагоприятных событий и их последствий, что в совокупности и есть риск.

Для анализа разнообразных сценариев эксплуатации техники в транспортной сфере широко применяются методы имитационного моделирования. Один из наиболее действенных инструментов – метод Монте-Карло, построенный на многократном проигрывании вероятных ситуаций. Он даёт возможность оценить не только средний уровень издержек, но и вероятные границы отклонений, спрогнозировать незапланированные ремонты и вычислить необходимый объём резервных средств.

Применение стохастического моделирования позволяет обоснованно подойти к определению страховых запасов запасных частей, выбрать оптимальные сроки обновления парка с учётом морального старения техники и установить приемлемые пределы затрат в условиях макроэкономической нестабильности. Сравнение двух подходов наглядно показывает: если детерминированная модель даёт точечную оценку затрат (например, 7290,9 руб.), то стохастическая – среднее значение (7840 руб. с вероятным диапазоном от 6110 до 10230 руб., что гораздо ближе к реальной картине. Это особенно существенно для транспорта, где даже небольшие сбои в графике эксплуатации могут обернуться крупными финансовыми потерями.

Детерминированный подход, напротив, строится на жёстко заданных нормативах и стандартах. Он находит применение преимущественно при расчётах плановой себестоимости перевозок. Типовая методика включает в структуру себестоимости на автомобильном транспорте такие составляющие, как основная и дополнительная заработная плата перевозочного персонала, затраты на горюче-смазочные материалы, расходы на восстановление шин и амортизационные отчисления по подвижному составу.

Примером детерминированного подхода служит расчёт издержек на техническое обслуживание, основанный на заводских нормативах. Для грузового автомобиля МА3-5432 используется формула

$$\text{Сто} = (\text{Сзч} + \text{Сраб} + \text{Спр}) \cdot \text{КЭКСП} \cdot \text{ККЛ},$$

где все параметры – пробег, периодичность обслуживания, нормативная трудоёмкость – берутся как фиксированные величины. Такие модели незаменимы для бюджетного планирования, линейного расчёта амортизации и организации планово-предупредительных ремонтов. Однако в аналитических

работах справедливо отмечается, что подобный метод слабо ориентирует на рациональное использование живого труда и зачастую игнорирует реальную динамику цен и фактический износ оборудования. Следовательно, в современных условиях опора исключительно на нормативные расчёты ограничивает возможности оперативно реагировать на изменения рыночной конъюнктуры.

Таким образом, различие между двумя подходами коренится не только в методике расчёта, но и в самой логике управления: детерминированные модели ориентированы на стабильные, предсказуемые условия функционирования, тогда как стохастические позволяют учитывать присущую внешней среде неопределённость.

Применение экономического моделирования даёт возможность оценить несколько альтернативных вариантов развития предприятия и выбрать наиболее эффективное направление использования финансовых и производственных ресурсов. В частности, при решении вопроса о целесообразности капитального ремонта, модернизации или замены оборудования принято рассчитывать и сопоставлять затраты по трём альтернативам: ремонт без модернизации, ремонт с модернизацией и замена на новый объект.

Экономическая модель в данном случае позволяет сравнить:

- 1 Текущие затраты на ремонт и величину остаточной стоимости актива.
- 2 Ожидаемый прирост производительности после модернизации.
- 3 Объем инвестиций, необходимых для покупки нового актива, и прогнозируемый график амортизационных отчислений.

Для оценки долгосрочных проектов используются динамические методы, базирующиеся на дисконтировании будущих денежных потоков (такие как NPV, IRR, DPP). Указанные методы позволяют привести разновременные затраты и результаты к сопоставимому с текущим моментом виду, что имеет критическое значение при сравнении инвестиционных проектов с различной продолжительностью жизненного цикла (например, приобретение нового локомотива, рассчитанного на 20 лет службы, против модернизации существующего с расчетным сроком дальнейшей эксплуатации 10 лет).

Практическая ценность экономического моделирования проявляется не только в снижении текущих затрат, но и в повышении адаптивности транспортной системы к изменяющимся условиям хозяйствования:

- 1 Для предприятий автомобильного транспорта. Применение моделей прогнозирования затрат на техническое обслуживание и ремонт позволяет, по расчетам, сократить операционные издержки на 15–22 % и уменьшить количество внеплановых простоев на 30–35 %. Кроме того, использование регрессионного анализа для изучения зависимости между пробегом автомобиля и стоимостью необходимых запасных частей дает возможность более точно формировать ремонтный фонд предприятия.

2 Для железнодорожного транспорта. Моделирование грузопотоков и пропускной способности инфраструктуры лежит в основе принятия решений о модернизации сети, например при оценке целесообразности электрификации отдельных участков. Как обоснованно утверждается в источниках, «освоение достижений научно-технического прогресса, внедрение инновационных решений... в конечном счете обеспечивают рост рентабельности».

3 Для национальной логистической системы в целом. Разработанная в ряде исследований методика интегральной оценки транспортной инфраструктуры регионов, основанная на многомерной классификации, позволяет объективно распределять инвестиционные ресурсы между территориями. Она идентифицирует случаи, когда отставание в развитии транспорта становится сдерживающим фактором для социально-экономического роста (соответствующие квадранты матрицы), либо, напротив, выявляет недоиспользованные возможности действующей инфраструктуры.

В заключение следует отметить, что экономическое моделирование является важным инструментом повышения эффективности управления материально-технической базой транспортного комплекса. Его применение позволяет обоснованно планировать затраты, прогнозировать риски, оценивать эффективность инвестиционных решений и выбирать оптимальные направления развития транспортных предприятий.

Использование детерминированных и стохастических моделей способствует снижению эксплуатационных издержек, повышению надежности транспортной техники и более рациональному использованию ресурсов. В современных условиях экономическое моделирование становится необходимой основой для обеспечения устойчивого развития транспортной отрасли и повышения ее конкурентоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Быченко О. Г.** Экономика железнодорожного транспорта : учеб. пособие / О. Г. Быченко, А. Ф. Сычко. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 223 с.

2 **Мищенко, В. В.** Рынок грузоперевозок, его структура и основные тенденции развития : магистерская диссертация / В. В. Мищенко. – Минск : БГУ, 2019. – 103 с.

3 **Абакумов, Д. Е.** Экономическое моделирование и прогнозирование затрат на техническое обслуживание коммерческого транспорта / Д. Е. Абакумов // Актуальные вопросы экономики и информационных технологий : сб. материалов докладов 61-й науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 20–25 апр. 2025 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2025. – С. 166–170.

Получено 22.05.2026

УДК 338.5

В. А. ЛАПТЕВ (ГБ-31)

Научный руководитель – канд. экон. наук *Е. В. КУРЬЯН*

ОСОБЕННОСТИ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ В ГОСТИНИЧНОМ БИЗНЕСЕ И ОТЕЛЬНОМ СЕРВИСЕ

Рассматриваются особенности ценообразования в гостиничном бизнесе и отельном сервисе Республики Беларусь в контексте цифровой трансформации отрасли. Проведен анализ экономической сущности гостиничного продукта, ключевых показателей доходности и нормативно-правовых ограничений. Исследованы инструменты цифровой трансформации – PMS, Channel Manager, RMS – и их роль в переходе от статического тарифицирования к динамическому управлению доходностью. Выявлены основные операционные вызовы (рост издержек, высокие комиссии онлайн-агентств, валютные риски) и предложены пути их сглаживания за счет автоматизации, прямых каналов продаж и интеграции финансовых модулей.

Цена в гостиничном бизнесе Республики Беларусь выступает не просто калькуляционной величиной, а стратегическим инструментом формирования доходности, рыночного позиционирования и управления спросом. В условиях макроэкономической волатильности, изменения структуры туристических потоков и роста операционных издержек традиционные методы статического тарифицирования демонстрируют ограниченную эффективность. Актуальность темы обусловлена необходимостью цифровой трансформации ценовой политики, которая позволяет предприятиям индустрии гостеприимства оперативно реагировать на рыночные сигналы, оптимизировать маржинальность и одновременно соблюдать требования национального законодательства. Переход к автоматизированным системам управления доходностью становится ключевым фактором конкурентоспособности средств размещения, обеспечивая баланс между экономической целесообразностью и доступностью услуг для различных сегментов потребителей.

Экономическая сущность гостиничного продукта определяется рядом специфических характеристик, оказывающих прямое влияние на ценообразование: невозможностью хранения нереализованного номера, высокой эластичностью спроса, особенно в досуговом сегменте, и ярко выраженной сезонностью. Данные особенности диктуют необходимость перехода от ручного расчета тарифов к динамическим моделям, где цена формируется на основе алгоритмического анализа рыночных индикаторов в ре-

альном времени. В профессиональной среде эффективность ценовой политики оценивается через комплекс цифровых метрик: среднюю цену проданного номера ($ADR = \text{Доход от номеров} / \text{Количество проданных номеров}$), процент загрузки номерного фонда (Occupancy Rate) и ключевой показатель доходности на доступный номер ($RevPAR = ADR \times \text{Occupancy Rate}$). Интеграция этих формул в единые аналитические панели систем управления позволяет руководителям не только фиксировать исторические результаты, но и применять предиктивные модели для прогнозирования спроса, автоматически корректируя тарифные сетки под текущую емкость рынка и поведение целевой аудитории [1].

Нормативно-правовое поле Республики Беларусь задает определенные рамки для ценообразования, которые необходимо учитывать при построении цифровых экосистем. Деятельность средств размещения регламентируется Законом Республики Беларусь «О туризме», Правилами предоставления гостиничных услуг, требованиями валютного регулирования (обязательное указание цен для резидентов в белорусских рублях) и Налоговым кодексом. Цифровизация в данном контексте проявляется в автоматизации соответствия тарифов законодательным нормам: современные системы управления отелем (PMS) способны мгновенно конвертировать валютные курсы, рассчитывать применимые налоговые ставки (НДС 20 % или упрощенные режимы для малых форм) и формировать прозрачные финансовые документы, исключая риски штрафных санкций. Добровольная классификация объектов размещения также интегрируется в цифровые алгоритмы, позволяя обоснованно закладывать премию за категорию «звездности» в автоматизированные тарифные планы и повышать доверие потребителей к прозрачности ценообразования [2].

Специфика ценообразования по сегментам рынка требует дифференцированного подхода к настройке цифровых инструментов. В городских отелях Минска и областных центров, где доминирует бизнес-туризм и транзитные потоки, динамическое ценообразование строится на анализе календаря деловых событий, загруженности конкурентов и исторических данных бронирований. Алгоритмы автоматически повышают тарифы в будние дни (пн–чт) и оптимизируют загрузку в выходные периоды, реагируя на колебания спроса в режиме реального времени. Санаторно-курортные организации, ориентированные на оздоровительный туризм, традиционно используют пакетную тарификацию «койко-место + питание + лечение», однако современные RMS позволяют гибко управлять квотами на путевки, учитывая сезонные пики и государственные субсидии. Сегмент агроусадеб и сельского туризма, ранее работавший по фиксированным ставкам, активно подключается к онлайн-агрегаторам и

внедряет базовые инструменты динамического ценообразования, что повышает доступность услуг для среднего класса (диапазон 50–150 белорусских рублей) при сохранении финансовой устойчивости собственников [3].

Ключевыми инструментами цифровой трансформации ценовой политики выступают системы управления отелем (PMS), менеджеры каналов продаж (Channel Manager) и специализированные системы управления доходностью (RMS). Они обеспечивают синхронизацию тарифов на всех площадках продаж в режиме реального времени, исключая перепродажи, расхождения в ценах и ручные ошибки. Внедрение искусственного интеллекта позволяет анализировать поведенческие паттерны потребителей, эффективность маркетинговых кампаний, макроэкономические индикаторы и даже погодные условия для формирования точных прогнозных моделей спроса. Пакетные предложения (номер + завтрак + поздний выезд + билеты) теперь рассчитываются алгоритмически, увеличивая среднюю цену чека без прямого снижения привлекательности базового тарифа. Однако переход к цифровой модели требует значительных инвестиций в программное обеспечение, интеграцию платежных шлюзов и переобучение персонала, что остается существенным барьером для малых и средних объектов размещения, ограничивающим скорость отраслевой цифровизации [4].

Проблематика ценообразования в белорусской гостиничной сфере напрямую связана с операционными вызовами, которые цифровые технологии помогают частично нивелировать. Рост коммунальных тарифов, цен на продукты питания и фонда оплаты труда увеличивает себестоимость, тогда как платежеспособный спрос демонстрирует ограниченную эластичность. Высокие комиссии онлайн-агентств (15–20 %) вынуждают отели завышать цены на сторонних платформах, что стимулирует развитие прямых каналов продаж через собственные веб-ресурсы, мобильные приложения и CRM-системы лояльности. Автоматизация сбора данных о конкурентном окружении, а также внедрение инструментов персонализированного ценообразования позволяют снизить зависимость от агрегаторов и удерживать маржинальность на стабильном уровне. Зависимость от импортного оборудования, расходных материалов и валютные риски также требуют интеграции финансовых модулей и хеджирования рисков в единую цифровую экосистему предприятия, что повышает устойчивость бизнес-модели к внешним шокам [5].

Дальнейшее развитие ценообразования в Республике Беларусь невозможно без создания единой цифровой инфраструктуры отрасли, развития компетенций в области *data science u revenue management*, а также адаптации нормативной базы под новые технологические реалии. Государ-

ственная поддержка в виде субсидирования внедрения облачных решений для малых гостиниц и агроусадб могла бы ускорить цифровую конвергенцию рынка и обеспечить равные условия конкуренции. Необходима разработка отраслевых стандартов безопасного обмена данными, усиление защиты персональных и финансовых транзакций, а также интеграция гостиничных систем с национальными туристическими порталами и аналитическими платформами. Это позволит формировать более точные прогнозы туристических потоков, оптимизировать ценовые стратегии на макроуровне и создавать устойчивую модель развития индустрии гостеприимства, ориентированную на долгосрочную доходность и качество сервиса.

В заключение следует отметить, что цифровая трансформация становится ключевым драйвером эволюции ценообразования в гостиничном бизнесе Республики Беларусь. Переход от ручного тарифицирования к алгоритмическому управлению доходностью на базе PMS, Channel Manager и RMS-систем позволяет оптимизировать ключевые метрики (ADR, Occupancy, RevPAR) в условиях жестких нормативных ограничений, валютного регулирования и растущих операционных издержек. Экономический эффект достигается за счет снижения зависимости от комиссий онлайн-агентств, повышения точности прогнозирования спроса, автоматизации пакетных продаж и минимизации упущенной выгоды от непроданных номеров. Социальный и отраслевой эффект выражается в повышении прозрачности тарифов, адаптации предложения под меняющийся спрос внутренних и внешних туристов, а также в создании новых профессиональных компетенций в сфере гостиничного менеджмента и аналитики. Успешная реализация цифровой ценовой политики требует инвестиций в ИТ-инфраструктуру, подготовки кадров, способных работать на стыке экономики и информационных технологий, и развития культуры работы с большими данными в индустрии гостеприимства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Иванова, Т. С.** Управление доходностью в гостиничном бизнесе : учеб. пособие / Т. С. Иванова. – Минск : БГЭУ, 2023. – 250 с.

2 Стратегия развития индустрии гостеприимства в Республике Беларусь на период до 2030 года // Министерство спорта Республики Беларусь. – URL: www.mst.gov.by (дата обращения 10.04.2026).

3 Цифровизация сферы услуг: тренды и вызовы для рынка недвижимости и гостиниц // Экономика и управление. – 2024. – № 2. – С. 45–52.

4 Revenue Management in Hospitality: Data-Driven Pricing Strategies // Journal of Hospitality & Tourism Research. – 2024. – Vol. 48, №. 2. – P. 112–128.

5 Особенности налогового регулирования и ценообразования в туризме: практика Республики Беларусь // Финансы и учет. – 2023. – № 11. – С. 34–40.

Получено 25.05.2026

УДК 338.2:656.212.2

В. А. ЛАПТЕВ, И. А. МАРДАНОВА (ГБ-31)

Научный руководитель – канд. экон. наук *О. А. ХОДОСКИНА*

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ АНАЛИЗА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ БЖД

Рассматривается практическое применение широкого спектра экономических моделей для оптимизации затрат на предприятиях Белорусской железной дороги. Проведён теоретический анализ межотраслевого баланса, системной динамики, активно ориентированного учёта, кооперативной теории игр, имитационного и стохастического моделирования. Предложена многоуровневая система интеграции данных методов для стратегического, управленческого и операционного уровней. Определены принципы адаптации моделей к специфике вертикально интегрированного транспортного предприятия с учётом государственной формы собственности. Результаты исследования позволяют повысить обоснованность управленческих решений, выявить скрытые резервы снижения издержек и сформировать методическую базу для цифровой трансформации логистических процессов. Ожидается, что внедрение предложенного подхода обеспечит снижение операционных затрат на 5–7 %, повысит прозрачность внутреннего ценообразования и создаст условия для устойчивого развития транспортной системы в условиях региональной интеграции.

В условиях глобальной конкуренции и динамичного изменения рынков транспортные предприятия, в том числе и Белорусская железная дорога (БЖД), сталкиваются с необходимостью постоянной модернизации для повышения эффективности производственно-хозяйственной деятельности. Традиционные методы планового учёта затрат уже не обеспечивают достаточную прозрачность для принятия оперативных и стратегических решений. В научной литературе широко обсуждается потенциал экономико-математического моделирования, однако большинство исследований носят фрагментарный характер. Не решёнными остаются вопросы системной интеграции разнородных моделей в единый управленческий контур, адаптированный к специфике государственной железнодорожной компании. Целью данной работы является теоретическое обоснование и классификация широкого спектра экономических моделей как инструмента оптимизации затрат на предприятиях БЖД, а также разработка многоуровневой схемы их практического применения в производственно-хозяйственной деятельности.

Производственно-хозяйственная деятельность железнодорожного предприятия представляет собой сложную многоуровневую систему, требующую дифференцированного подхода к анализу и управлению затратами. В зависимости от горизонта планирования и решаемых задач экономические модели целесообразно классифицировать на три уровня: стратегический, управленческий и операционный. Сравнительная характеристика данных уровней представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика уровней экономического моделирования для БЖД

Уровень	Класс моделей	Ключевые задачи	Ожидаемый экономический эффект
Стратегический	Межотраслевой баланс, системная динамика	Прогнозирование макроэкономического спроса, оценка долгосрочных инфраструктурных инвестиций	Снижение рисков неэффективных капиталовложений на 10–15 %, повышение точности инвестиционных программ
Управленческий	Активно ориентированный учёт (ABC), кооперативная теория игр	Точное распределение накладных расходов, внутренняя тарификация, оптимизация ресурсов между филиалами	Устранение искажений себестоимости, повышение прозрачности внутреннего ценообразования на 12–18 %
Операционный	Имитационное моделирование, стохастическая и робастная оптимизация	Управление расписаниями, минимизация последствий задержек, адаптация к колебаниям спроса	Сокращение простоев подвижного состава на 8–10 %, снижение затрат на компенсации и сверхурочную работу

На стратегическом уровне ключевую роль играют модели межотраслевого баланса и системной динамики. Модель межотраслевого баланса позволяет количественно оценить прямые и косвенные взаимосвязи БЖД с другими секторами национальной экономики, спрогнозировать структурные сдвиги в грузопотоках и оценить макроэкономический мультипликативный эффект от инфраструктурных инвестиций. Системная динамика, в свою очередь,

обеспечивает моделирование долгосрочных процессов с учётом обратных связей, накоплений и нелинейных зависимостей. Данный подход особенно ценен для анализа влияния политики капитального ремонта пути, жизненного цикла подвижного состава и экологических ограничений на совокупные затраты предприятия в перспективе десяти лет.

Управленческий уровень оптимизации затрат требует перехода от усреднённых расчётов к точному распределению ресурсов. Здесь наиболее эффективны методы активно ориентированного учёта (АВС) и кооперативной теории игр. АВС позволяет идентифицировать ключевые операции, определить драйверы затрат и корректно отнести накладные расходы на конкретные виды перевозок. Пример практической реализации АВС-метода на грузовом направлении БЖД показывает, что перераспределение накладных расходов депо пропорционального тонно-километражу на фактические показатели потребления (количество маневров, время простоя под обработкой, специфика груза) позволяет скорректировать себестоимость перевозок на 12–15 %. Это устраняет искажение себестоимости, характерное для традиционных систем учёта, выявляет убыточные маршруты, маскируемые средними значениями, и формирует объективную базу для пересмотра тарифной политики.

Особое значение приобретает синхронизация данных АВС-учёта с автоматизированными системами управления перевозками (АСУП). Интеграция позволяет в режиме реального времени фиксировать фактическое потребление ресурсов по каждому рейсу, что исключает ручные корректировки и снижает вероятность ошибок при формировании внутренней отчётности. В условиях цифровой трансформации БЖД такой подход создаёт основу для перехода к предиктивному управлению затратами. Кооперативная теория игр предлагает формальные алгоритмы справедливого распределения общих затрат между филиалами, депо и направлениями деятельности. Использование значения Шепли или ядра кооперативной игры обеспечивает стабильность внутренних тарифов и предотвращает конфликты интересов между подразделениями вертикально интегрированной структуры.

Операционный уровень связан с ежедневным управлением процессами и рисками. В условиях высокой неопределённости (колебания спроса, задержки, технические отказы) оптимальными являются имитационное моделирование и стохастическое программирование. Дискретно-событийная симуляция позволяет тестировать различные сценарии движения поездов, графики работы персонала и логистические схемы без вмешательства в реальную эксплуатацию. Стохастические модели оптимизации, учитывающие вероятностные распределения параметров, дают возможность принимать решения, минимизирующие ожидаемые совокупные затраты в условиях риска. Робастная оптимизация дополняет этот инструментарий, обеспечивая допустимость решений при любых реализациях неопределённости в заданном множестве.

Интеграция указанных методов в единую многоуровневую систему позволяет создать замкнутый управленческий цикл. Стратегические прогнозы формируют инвестиционные программы, которые оптимизируются с точки зрения себестоимости и распределения затрат на управленческом уровне. Операционные модели корректируют планы в реальном времени, а результаты деятельности контролируются через ин센див-совместимые механизмы вознаграждения, спроектированные на основе теории механизмов. Важным условием эффективности является адаптация моделей к специфике БЖД: учёт госсобственности и эффекта «мягкого бюджетного ограничения», конкурентного давления со стороны автомобильного транспорта, а также требований к цифровой трансформации и качеству данных.

В заключении необходимо констатировать, что в ходе исследования теоретически обоснована роль широкого спектра экономических моделей как неотъемлемого элемента анализа и совершенствования производственно-хозяйственной деятельности предприятий БЖД. Выявлено, что практическое применение межотраслевого баланса, системной динамики, активно ориентированного учёта, кооперативной теории игр, имитационного и стохастического моделирования позволяет обеспечить многоуровневую оптимизацию затрат. Научная новизна заключается в предложенной системе интеграции данных методов, адаптированной к вертикальноинтегрированной структуре и специфике государственного транспортного предприятия. Преимуществом подхода является переход от реактивного управления к проактивному, основанному на количественной оценке рисков и скрытых резервов. Результаты могут быть использованы руководством БЖД для разработки стратегий цифровой трансформации, совершенствования внутренних систем учёта, тарификации и распределения ресурсов, что в конечном итоге обеспечит повышение конкурентоспособности и финансовой устойчивости предприятия. Практическая реализация предложенной модели требует первоначальных инвестиций в ИТ-инфраструктуру и повышение квалификации персонала аналитических подразделений. Однако экономический эффект от сокращения непроизводственных потерь и оптимизации логистических цепочек окупает затраты в течение 1,5–2 лет эксплуатации, что подтверждается отраслевыми исследованиями в сфере железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Экономическое моделирование : учеб. пособие / под ред. В. В. Ковалёва. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Юрайт, 2021. – 415 с.

2 **Копнин, П. В.** Системная динамика в управлении транспортными системами / П. В. Копнин, А. С. Морозов // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2022. – № 3. – С. 45–52.

3 Национальная программа развития транспортной инфраструктуры Республики Беларусь до 2030 года // Официальный интернет-портал Совета Министров Респ. Беларусь. – URL: <https://www.government.by/ru/programs> (дата обращения: 10.10.2023).

4 Трудовой кодекс Республики Беларусь : 26 июля 1999 г. № 296-З : принят Палатой представителей 8 июня 1999 г. : одобр. Советом Респ. 30 июня 1999 г. : в ред. Закона Респ. Беларусь от 15.07.2021 № 118-З // КонсультантПлюс : Беларусь : справ.-правовая система (дата обращения: 10.04.2026).

Получено 21.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 005.962:004

М. Е. ЛАПТЕВА (ГИ-21)

Научный руководитель – канд. экон. наук *Е. О. ФРОЛЕНКОВА*

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ ФАКТОР В «ЦИФРЕ»: КАК ПРОЦЕССНОЕ УПРАВЛЕНИЕ СНИЖАЕТ ВЛИЯНИЕ ОШИБОК ПЕРСОНАЛА

Несмотря на то, что бизнес-процессы повсеместно оцифровываются и автоматизируются, сотрудник по-прежнему остается самым слабым звеном в системе информационной защиты. Аналитические отчеты подтверждают: от 90 до 95 % инцидентов в области информационной безопасности, финансовых просчетов и сбоев в работе так или иначе провоцируются людьми. Парадоксально, но цифровая трансформация усугубляет эту уязвимость. Быстрое выполнение ряда действий создает ложное чувство безопасности, а одна ошибка мгновенно размножается благодаря автоматизированным системам.

Процессное управление подразумевает четкое проектирование алгоритмов действий, их интеграцию с цифровыми платформами и формирование среды, где правильные операции выполняются автоматически и становятся единственно возможной нормой. Самый эффективный метод исключения пропуска обязательных операций заключается в том, чтобы сделать их выполнение физически невозможным без завершения предыдущих этапов. В рамках процессной модели переход к следующей стадии блокируется до тех пор, пока не будут полностью пройдены все предшествующие шаги и заполнены необходимые поля.

Человеческий фактор, выражающийся в опечатках и неточностях при вводе данных, является одной из самых частых причин сбоев. В рамках процессного подхода борьба с этим явлением ведется посредством внедрения автоматических цифровых фильтров, которые строго валидируют каждый параметр на предмет соответствия формату, логическим правилам и справочной информации.

Например, система блокирует ввод ИНН, если количество знаков не совпадает с нормативным, а календарные даты не могут быть указаны как несуществующие. Если сумма транзакции выходит за пределы стандартных значений, алгоритм запрашивает дополнительное подтверждение. Также реализуются более сложные проверки, такие как контроль временной последовательности (например, дата отгрузки не может быть раньше даты оформления заказа) и сверка информации о контрагенте с данными корпоративных реестров. Практика применения подобных механизмов в финансовом секторе показывает высокую эффективность: количество платежных документов с ошибками сокращается на 80–90 %.

Ключевой причиной операционных сбоев и задержек часто выступает неясность того, кто должен выполнять дальнейшие действия. Автоматизированное управление процессами устраняет этот пробел благодаря встроенным алгоритмам маршрутизации. Вместо ручного подбора исполнителя система самостоятельно определяет адресата, опираясь на такие критерии, как вид документа, сумма сделки, региональная принадлежность или иные параметры. В случае отсутствия основного сотрудника задача автоматически передается его заместителю или подвергается эскалации. Это избавляет людей от необходимости принимать решения при недостатке данных.

Для минимизации ошибок, возникающих из-за усталости или многозадачности, даже при наличии строгих регламентов, используются встроенные чек-листы и контекстные уведомления. Перед выполнением критических операций система выводит список обязательных проверок: наличие подписанного контракта, подтверждение финансирования, отсутствие претензий и т. д. Действие блокируется до тех пор, пока пользователь не подтвердит соблюдение каждого пункта. Контекстные подсказки дополнительно предупреждают о необратимости шага или возможных последствиях.

Нарушение сроков (зависание задач) редко связано со злым умыслом, чаще это следствие забывчивости или неверного расставления приоритетов. Процессная платформа позволяет задать нормативное время для каждого этапа. При просрочке система отправляет напоминание исполнителю, а при игнорировании – уведомление руководителю. В случае критической задержки задача автоматически передается другому специалисту.

Данный механизм не носит карательного характера, но создаёт прозрачную систему ответственности и предотвращает ситуацию, когда задача «проваливается» в информационную пустоту.

Ряд бизнес-процессов несет повышенный уровень угрозы: например, проведение масштабных финансовых транзакций, предоставление доступа к секретной информации или модификация рабочих систем. Внедрение правила «четырёх глаз» подразумевает, что критическое действие запускается одним специалистом, но реализуется лишь после явного одобрения вторым. Этот второй участник получает доступ к тем же исходным данным и имеет

право подтвердить или заблокировать операцию, аргументировав свое решение.

Несмотря на то, что этот инструмент не блокирует ошибки напрямую, он существенно снижает риски косвенно. Полное логирование, включающее запись времени, ID пользователя, вида операции и значений до и после изменения, решает две ключевые задачи.

Прежде всего, осознание того, что каждый шаг подлежит последующей проверке, мотивирует сотрудников действовать более внимательно. Во-вторых, в случае сбоя цифровой журнал позволяет быстро определить корень проблемы, виновного сотрудника и выявить повторяющиеся схемы ошибок.

Самый эффективный метод минимизации ошибок ввода – полный отказ от ручного набора данных. Современные автоматизированные системы позволяют интегрироваться с центральными справочниками предприятия. Когда пользователь начинает вводить код или наименование, программа предлагает соответствующие варианты из базы; после выбора автоматически заполняются все связанные поля. Такой подход практически полностью устраняет неточности, вызванные опечатками, использованием разных формулировок или применением устаревших и неполных данных.

При всей эффективности описанных механизмов следует признать, что процессное управление не является универсальным решением. Стоит отметить несколько ситуаций, в которых его применение ограничено или нецелесообразно.

Во-первых, творческие и исследовательские виды деятельности (разработка новых продуктов, стратегическое планирование, научные исследования) плохо поддаются жёсткой регламентации. Избыточная формализация может подавлять инновационность.

Во-вторых, в условиях сверхвысокой скорости операций (алгоритмический трейдинг, экстренные службы) встроенные проверки могут создавать недопустимые задержки.

В-третьих, при низкой организационной зрелости компании попытка внедрить процессное управление «сверху» часто приводит к имитации активности – формальному заполнению полей без реального соблюдения сути процесса.

В-четвёртых, процессное управление не устраняет ошибки, связанные с неверной интерпретацией сложных данных или ошибочными профессиональными суждениями. Оно снижает частоту и тяжесть последствий, но не делает персонал идеальным.

Человеческий фактор в цифровой среде продолжает оставаться основным источником рисков. Однако он же является источником гибкости, адаптивности и нестандартных решений. Цель процессного управления заключается не в замене человека, а в создании такой цифровой среды, в которой корректное выполнение операций становится простым, а ошибочное – затруднительным.

Рассмотренные механизмы – принудительная последовательность, валидация ввода, автоматическая маршрутизация, чек-листы, контроль сроков, принцип «четыре глаза», цифровой след и подстановка из справочников – в

совокупности формируют системный барьер на пути человеческих ошибок. Они не требуют от персонала сверхусилий, не повышают психологическую нагрузку, но значительно снижают вероятность инцидентов.

Практический вывод заключается в следующем: организация, стремящаяся к минимизации влияния человеческого фактора, должна инвестировать не столько в дополнительное обучение и контроль, сколько в проектирование процессов и их цифровую реализацию. Это позволяет перенести акцент с поиска виноватых на системное управление качеством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 IBM Security X-Force Threat Intelligence Index 2024 // IBM Corporation. – 2024. – URL: <https://www.ibm.com/reports/threat-intelligence> (date of access: 17.05.2026).

2 Reason, J. Human Error / J. Reason. – Cambridge : Cambridge University Press, 1990. – 320 p.

2 Норман, Д. Дизайн привычных вещей / Д. Норман ; пер. с англ. – М. : Вильямс, 2006. – 384 с.

3 Репин, В. В. Бизнес-процессы. Моделирование, внедрение, управление / В. В. Репин. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 512 с.

4 Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации. Манифест революции в бизнесе / М. Хаммер, Дж. Чампи ; пер. с англ. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2006. – 287 с. – URL: <https://www.klex.ru/lsh> (дата обращения: 14.04.2026).

Получено 03.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.2:004.9

А. А. ЛЕВКИНА, К. В. КИЗИНА (СИ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

РЕГУЛИРОВАНИЕ ГОРОДСКОГО ТРАФИКА ЗА СЧЕТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

Проанализированы недостатки традиционных светофорных систем и обоснована необходимость внедрения интеллектуальных систем светофорного регулирования (ИССР). Рассмотрены технологические механизмы ИССР: нейросетевое детектирование, адаптивное управление, динамическая зеленая волна, энергосберегающие алгоритмы и приоритет для общественного транспорта. Показано, что внедрение ИССР снижает транспортные задержки на 20–25 %, электропотребление на 60 % в ночное время, выбросы оксидов азота на 10–12 %, аварийность на 15–20 % и обеспечивает окупаемость затрат за 2–3 года.

Современная урбанистика столкнулась с явлением «парадокса Даунса – Томсона»: расширение новых дорог не решает проблему пробок, а лишь стимулирует рост количества автомобилей. В условиях плотной городской застройки расширение дорожного полотна физически невозможно. Главным «узким местом» дорожной сети становятся перекрестки, на которые приходится до 70 % всех задержек в пути. Традиционные светофоры, работающие по жестким временным циклам, не способны реагировать на случайные колебания трафика, ДТП или погодные условия. Это приводит к ситуации, когда на одном направлении образуется затор, в то время как перпендикулярное направление пустует [1]. Ежегодные экономические потери от неэффективного регулирования в мегаполисах оцениваются в 2–3 % от регионального ВВП из-за временных затрат и перерасхода топлива [2].

Механизмы интеллектуального регулирования. Решением проблемы является переход к ИССР. Основной механизм их работы – трансформация светофора из пассивного таймера в активный аналитический узел [3].

Технологический цикл ИССР состоит из трех последовательных этапов [4]. Сначала система осуществляет сбор данных в реальном времени, используя нейросетевые видеодетекторы и радиолокационные датчики для определения длины автомобильной очереди в метрах и классификации транспорта по типам. Затем на основе этих сведений запускается адаптивное управление, при котором интеллектуальный контроллер применяет алгоритмы микрорегулирования и досрочно завершает зеленый сигнал при обнаружении разрыва в потоке более трех секунд. Завершает этот цикл координация «Сетевой интеллект», объединяющая светофоры в единую сеть для создания динамической зеленой волны, которая рассчитывает скорость потока и подстраивает фазы на всей магистрали для минимизации остановок. Эффективность автоматизации подтверждается математическими моделями теории массового обслуживания. При внедрении адаптивных систем показатель средней задержки транспорта снижается на 20–25 %. Оптимизация циклов напрямую влияет на экологию: количество циклов «торможение – разгон» сокращается на 15 %, что ведет к снижению выбросов CO₂ и оксидов азота на 10–12 %.

Особое значение имеет внедрение приоритетного проезда для общественного транспорта. Использование новой технологии позволяет светофору «узнавать» приближающийся троллейбус или автобус и продлевать для него зеленую фазу. Это повышает прогнозируемость расписания на 30 %, делая общественный транспорт реальной альтернативой личному автомобилю [5].

Дальнейшая автоматизация трафика связана с переходом к предиктивной аналитике. Искусственный интеллект, анализируя данные прошлых периодов и текущую погоду, способен предсказать возникновение затора за 20 минут и заранее изменить схему движения на подступах к проблемному участку. В долгосрочной перспективе, с ростом доли беспилотного транс-

порта, светофорные объекты эволюционируют в цифровые хабы, распределяющие трафик межавтомобильного взаимодействия, что позволит увеличить пропускную способность существующих дорог без укладки нового асфальта (рисунок 1).

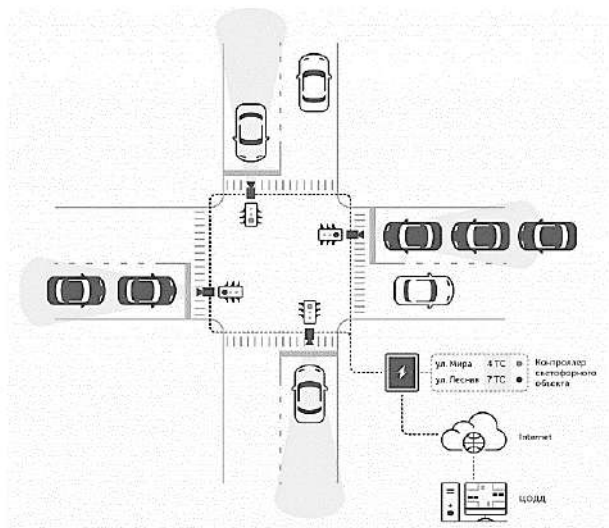


Рисунок 1 – Схема умного перекрестка

Интеллектуализация светофорного регулирования, помимо решения транспортных задач, открывает принципиально новые возможности для снижения эксплуатационных расходов и реализации стратегии устойчивого развития города. Современный светофорный объект перестает быть статичным потребителем электроэнергии, превращаясь в адаптивную систему с переменным циклом мощности.

Ключевым механизмом здесь выступает энергетическая модуляция свечения. Использование датчиков освещенности в связке с контроллером ИССР позволяет системе гибко изменять силу тока, подаваемого на светодиодные матрицы. В условиях яркого солнечного света система работает на пиковой мощности для обеспечения безопасности и видимости сигналов, однако в сумерках или при неблагоприятных погодных условиях яркость снижается до необходимого нормативного минимума. Это не только экономит до 20 % электроэнергии, но и предотвращает ослепление водителей, а также увеличивает жизненный цикл светодиодов на 30–40 %, значительно сокращая затраты на замену дорогостоящих компонентов.

Наиболее прогрессивным вариантом автоматизации является внедрение режима динамического ожидания, или «спящего алгоритма». В периоды

низкой интенсивности движения, особенно в ночные часы, система переходит из циклического режима в режим работы «по требованию». С помощью дальнобойных радаров и ИИ-видеоаналитики светофор непрерывно сканирует зону подступа к перекрестку в радиусе 200 метров. При отсутствии транспорта и пешеходов объект переходит в режим энергосбережения (например, «все красные» с пониженной яркостью или «мигающий желтый»).

Как только сенсоры фиксируют приближение автомобиля, система мгновенно активируется и заблаговременно открывает «зеленый коридор» именно для этого направления. Это исключает работу мощных световых модулей «в пустоту» и обеспечивает прямой экономический эффект: потребление электричества объектом в ночное время снижается на 50–60 %. Косвенный же эффект заключается в устранении неоправданных остановок одиночных машин, что снижает удельный расход топлива и износ тормозных систем, минимизируя выбросы мелкодисперсной пыли и шум в жилых зонах.

Дополнительный уровень оптимизации достигается за счет интеграции светофорных контроллеров с системами уличного освещения. Получая данные от светофоров о плотности потока, городская электросеть может приглушать освещение целых кварталов в периоды отсутствия трафика, повышая яркость фонарей от движения автомобиля.

Интеграция с микромобильностью и экстренными службами. Эволюция ИССР неизбежно включает учет новых участников движения. Видеодетекторы с нейросетевой сегментацией кадра способны выделять не только автомобили, но и скопления электросамокатов, велосипедистов и пешеходов на тротуарах, предугадывая их потенциальный выезд на проезжую часть. Для экстренных служб формируется приоритетный цифровой коридор – система получает от пожарного или реанимобиля не просто сигнал, а точные параметры (ширина машины, тип поворота). За 30–40 с до прибытия ИССР переводит все конфликтующие перекрестки на маршруте в «режим красного», одновременно повышая яркость подсветки пути для других водителей. Такое автоматизированное сопровождение сокращает время доезда «скорой» до критического пациента на 25–30 %. Более того, система фиксирует факт пропуска и автоматически аннулирует штрафы за выезд на перекресток, если он был вынужденным при освобождении пути спецтранспорту.

Окупаемость за пределами трафика. Рассмотрение ИССР только как транспортного инструмента сужает ее потенциал. Собранные сенсорами данные о скорости, ускорениях и траекториях массово и анонимно используются дорожными службами для предиктивного ремонта полотна: локализация участков с аномальными вибрациями (микровыбоины) позволяет заменить асфальт до его разрушения, экономя до 30 % дорожного бюджета. В итоге интеллектуальный светофор становится не просто регулятором движения, а ядром городской киберфизической системы – от экологии до ЖКХ.

Социально-экономический результат проявляется в снижении аварийности на 15–20 %, а за счет прямой экономии и минимизации потерь от пробок все затраты на интеллектуальные контроллеры и сенсоры полностью окупаются в течение двух-трех лет.

Результаты проведенного анализа позволяют утверждать, что интеллектуальные системы светофорного регулирования выходят далеко за рамки утилитарной задачи «борьбы с пробками». Их внедрение формирует три взаимосвязанных контура устойчивого развития города.

ИССР преодолевают «парадокс Даунса – Томсона» не экстенсивным расширением дорог, а интенсивным управлением временем. Адаптивная смена фаз, динамическая зеленая волна и микрорегулирование на базе нейросетей снижают среднюю задержку на перекрестках на 20–25 % без единого метра новой дороги. Внедрение приоритета для общественного транспорта повышает регулярность его движения на 30 %, создавая альтернативу личному автомобилю.

Энергетическая модуляция свечения светодиодов и «спящий алгоритм» ночной работы сокращают электропотребление светофорного хозяйства до 60 % в ночные часы и до 25 % на протяжении года. Сокращение циклов «торможение-разгон» снижает выбросы оксидов азота на 10–12 %, а интеграция с системами уличного освещения превращает светофор в «мозговой центр» квартального энергосбережения. Дополнительный эффект – использование данных ИССР для предиктивного ремонта дорог, экономящего до 30 % дорожного бюджета.

Снижение аварийности на 15–20 %, сокращение времени прибытия экстренных служб на 25–30 % и автоматическая аннуляция штрафов за вынужденный проезд на запрещающий сигнал формируют новый уровень доверия между водителем и инфраструктурой. Этого удаётся достичь за счёт внедрения интеллектуальных транспортных систем (ИТС), которые в режиме реального времени анализируют дорожную обстановку, оптимизируют работу светофоров и оперативно передают данные в диспетчерские центры. Благодаря интеграции датчиков, камер и алгоритмов машинного обучения система не только фиксирует нарушения, но и распознаёт чрезвычайные ситуации – например, если автомобиль вынужден пересечь стоп-линию из-за приближающейся машины скорой помощи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ Р 52289-2019. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств. – Взамен ГОСТ Р 52289-2004 ; введ. 01.04.2020. – М. : Стандартинформ, 2019. – 118 с.

2 Власов, А. А. Адаптивное управление дорожным движением : учеб. пособие для вузов / А. А. Власов. – М. : Изд-во Юрайт, 2023. – 134 с.

3 **Горев, Э. А.** Интеллектуальные транспортные системы : учеб. пособие для студ. высших учебных заведений / Э. А. Горев, С. В. Жанказиев, А. В. Федотов. – М. : Академия, 2021. – 224 с.

4 **Жанказиев, С. В.** Научные основы формирования и развития интеллектуальных транспортных систем в автомобильном дорожном комплексе : дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01 / Жанказиев Султан Владимирович. – М., 2012. – 315 с.

5 **Зырянов, В. В.** Моделирование и управление движением в транспортных сетях : монография / В. В. Зырянов. – Ростов н/Д : Ростов. гос. строит. ун-т, 2020. – 186 с.

Получено 30.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

UDC 378.147:005.342

Y. E. LEUSKOVA (ГС-21)

Research Supervisor – *PhD E. L. BATURINA*

HACKATHON AS A MEANS OF ENGAGING STUDENTS IN INNOVATIVE ACTIVITIES: EXPERIENCE OF THE HACKATHON GOMEL = ХАКАТОН КАК СРЕДСТВО ВОВЛЕЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ИННОВАЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ: ОПЫТ THE HACKATHON ГОМЕЛЬ

The article examines the hackathon as a form of organizing students' project activities. Using the example of a student team's participation in the open competition of innovative solutions TheHackathon Gomel.

A hackathon is an intensive for participants aimed at solving practical problems and developing innovative solutions for business. In modern educational and corporate practice, this format is characterized by the following features: a limited time frame (usually from 24 to 72 hours), team work, the presence of a real customer or business case, and a public presentation of results to an expert commission.

The contest task is a practical assignment directly related to the main activities of the company providing the task for development. It is aimed at finding innovative solutions that can later be integrated into the company's business. An innovative solution is defined as a project prepared by hackathon participants, representing the fulfillment of the proposed task and the optimal solution to the stated problem.

The goal of the hackathon is to find innovative solutions for business and develop the innovative entrepreneurial potential of young people. Accordingly, the tasks of the hackathon are:

- increasing the innovative activity of young people in various directions using modern technologies;

- stimulating young people to develop and nurture project initiatives;
- attracting hackathon participants to collaborate with the partner company.

TheHackathon Gomel was held as part of the implementation of the Roadmap for Cooperation between the Ministry of Education of the Republic of Belarus and the High-Tech Park on the basis of Gomel State University named after Francisk Skorina. The organizers were:

- International Telecommunication Union;
- GSU named after F. Skorina;
- Zborka Labs startup laboratory;
- youth entrepreneurial community StartUp Space GSU.

The general partners of the hackathon were Belorusneft company and Belagroprombank. The competition brought together students from 6 universities and 3 colleges from Gomel, Brest, and Minsk. A total of 71 applications were submitted, and 14 teams (62 participants) made it to the final. The program included mentoring sessions, trainings, and lectures by experts.

Belorusneft company is one of the key players in the fuel retail market with a developed network of gas stations, electric charging stations, mini-markets, and cafes. At the time of the hackathon, Belorusneft had several mobile applications that functioned autonomously [1].

The existing mobile applications at the time the task was set were not connected to each other in any way and operated with separate approaches to client authorization and independent databases. As a result, users are often unaware that all the listed services and brands belong to one company.

The participants had to propose a strategy for developing the company's mobile services (applications) as a single ecosystem for clients in such a way that the maximum number of existing and potential services that could be launched in the future (including gas stations, electric charging stations, stores, marketplace, cafes, car washes, service stations, etc.) in both B2C and B2B segments worked with maximum synergistic effect.

The task execution plan included the following stages:

- A. Study the functionality of Belorusneft's existing mobile applications.
- B. Analyze the approaches of large diversified companies in various markets to the functionality and separation of mobile applications and services, including by customer categories (present the information in a convenient format for perception, use of a template was allowed).
- C. Analyze user path scenarios of clients in the mobile application(s): what need the client enters with, what actions they perform, what functions they ultimately use. Present the most effective client path maps depending on their roles.
- D. Develop a strategy for developing the company's mobile applications, indicating the necessary number of applications in terms of their goals and reasoned justification of the decision.

E. Design a prototype(s) of the solution interface: schematically present the main screens of the application(s), primarily the most atypical/non-standard ones (including the main screen, service object card, user account, object map, etc.).

F. Identify additional revenue points within the proposed solution and justify them.

G. Prepare a presentation.

The evaluation of the final presentations was carried out by an expert commission according to the following criteria:

- depth of elaboration and innovativeness of the concept;
- quality of user experience (UX/UI) design;
- reasoned justification of the solution;
- presence of synergistic effect;
- quality of presentation and material delivery.

Using the example of the Psycho AI team, let's consider how the hackathon went and what the participants did.

The team completed Belarusneft's contest task: studied the existing mobile applications, analyzed the approaches of large companies to building ecosystems, modeled user scenarios. Based on this, the participants developed a strategy to unite all services into a single super-app, designed interface prototypes, identified additional revenue points, and prepared a presentation [2].

During the work process, the team interacted with mentors, whose consultations concerned the principles of user interface design, functional features that increase product usability, as well as an in-depth study of the business specifics of Belarusneft company. As a result of the defense, the Psycho AI team received a special prize from OJSC Belagroprombank.

Participation in the hackathon allowed the student team to solve several tasks that go beyond the traditional educational process. First, working with a real business case: Belarusneft's task was not an abstract educational exercise, but a practical problem directly related to the company's activities and aimed at finding innovative solutions that could potentially be integrated into the business. Second, forming systemic thinking: developing a strategy for the development of a mobile services ecosystem required analyzing existing applications, studying market analogs, modeling user scenarios, and calculating the synergistic effect. Third, interdisciplinary interaction: the team was formed from students who met at preliminary events, which models the real project logic of searching for partners. Fourth, communication with industry experts: mentoring sessions provided access to applied knowledge in UX/UI, marketing, and fuel retail specifics. Fifth, development of presentation competencies: defending the project before an expert commission that included top management of the partner company required strict argumentation and conciseness.

Thus, the hackathon serves as an effective form of stimulating the innovative activity of young people, developing project initiatives, and attracting students to

collaboration with real companies. The experience of the Psycho AI team confirms that the regular inclusion of such formats in the ecosystem of higher education institutions contributes to the development of the innovative entrepreneurial potential of young people and strengthening ties between universities and the real economic sector.

LIST OF REFERENCES

1 Идеи будущего рождаются здесь: в ГГУ прошел финал TheHackathon Gomel // Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины. – 2025. – URL: <https://gsu.by/ru/competitions?page=7> (дата обращения: 20.05.2026).

2 Конкурс инновационных решений «THEHACKATHON:Gomel» // Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины. – 2025. – URL: gsu.by. – (дата обращения: 20.05.2026).

Получено 20.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 534.84

М. А. ЛИХАЧЁВА (ПА-42)

Научный руководитель – ст. преп. *А. В. ЩЕГЛОВА*

АКУСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОЙ КОНСЕРВАТОРИИ

Тема акустики в специализированных учебных аудиториях сегодня как никогда актуальна. Это связано не просто с желанием построить красивое здание, а с фундаментальными изменениями в музыкальном образовании, технологиях и понимании психологии творчества. Актуальность подтверждается недавними масштабными проектами и появлением новых международных стандартов (ISO 3744:2010, ISO 3741:2010) [3].

Ключевые факторы, определяющие актуальность акустики в настоящее время:

- стирание границ между учебой и сценой (технологии переменной акустики). Самая яркая тенденция последних лет – внедрение систем переменной акустики в рядовые учебные классы;
- появление специализированных стандартов;
- междисциплинарность и новые технологии (медиа-лаборатории);
- акустика как фактор здоровья. В консерватории сосредоточены источники очень громкого звука. Плохая звукоизоляция между классами – это не

только помеха учебе, но и угроза слуху. Современные требования к звукоизоляции перекрытий и стен (снижение ударного и воздушного шума) – это вопрос охраны здоровья студентов и педагогов.

Актуальность акустики сегодня заключается в том, что она превратилась из пассивной характеристики здания в активный инструмент обучения, соответствующий строгим международным нормам и позволяющий музыканту быть готовым к любым условиям исполнения [2].

Акустические параметры специализированных помещений в структуре современной консерватории представляют собой сложную систему, где каждое помещение – от рядового кабинета до большого зала – обладает уникальными акустическими задачами. Современные тенденции направлены не только на достижение эталонного звучания в концертных залах, но и на внедрение технологий переменной акустики в учебных классах, а также на создание условий для звукозаписи и междисциплинарных исследований.

Классификация основных типов помещений и их ключевых акустических параметров.

1 Концертные залы. Центр любой консерватории – её концертные залы, которые делятся на несколько типов в зависимости от размера и назначения. Их акустика формируется тремя ключевыми факторами: форма, объем и отделочные материалы.

Большие залы. Предназначены для симфонической музыки и требуют объемного, «обволакивающего» звука с длительным временем реверберации.

Ключевой параметр (RT60). Оптимальное время реверберации для залов такого типа на средних частотах (500 Гц) составляет около 2,2–2,3 секунды, что благоприятно для звучания солиста и оркестра.

Современные решения. Для достижения акустического совершенства возможно кардинальное изменение формы зала. В залах, где предполагается исполнение как акустической, так и усиленной электроинструментами музыки, устанавливают системы переменной акустики – специальные шторы, которые опускают для приглушения излишней реверберации.

Малые и камерные залы. Рассчитаны на сольные выступления и небольшие ансамбли. Здесь важна прозрачность и четкость звучания.

Ключевой параметр (RT60). Время реверберации должно быть меньше, чем в больших залах.

Архитектурные особенности. Даже такая деталь, как конструкция пола, имеет огромное значение. Для передачи низкочастотных вибраций от контрабаса или рояля слушателям необходим особый «строительный пирог» пола, а не просто бетонное основание. В некоторых залах для улучшения акустики используют стулья с перфорацией, позволяющие звуку проходить сквозь них, а не отражаться [4].

2 Учебные и репетиционные помещения. Повседневная образовательная деятельность предъявляет свои, не менее строгие требования к аку-

стике. Главные задачи здесь – звукоизоляция между помещениями и акустически верная среда для занятий.

Классы для индивидуальных занятий должны иметь площадь не менее 12 м² и обеспечивать нейтральную акустику, позволяющую студенту слышать все нюансы своего исполнения и инструмента. Важнейший параметр – высокая звукоизоляция стен и перекрытий, чтобы занятия в соседних классах не мешали друг другу.

Классы для ансамблей, оркестров и дирижирования требуют больших объемов и специализированного оснащения (например, зеркала и два рояля в классе дирижирования). Их акустика должна быть сбалансирована, чтобы музыканты могли слышать друг друга [1].

3 Специализированные студии и лаборатории. Современная консерватория немыслима без инфраструктуры для звукозаписи и работы с электронной музыкой. Эти помещения имеют жесткие, регламентированные стандартами параметры [5].

Студии звукозаписи. Их акустическая обработка должна соответствовать стандарту (ISO 3741:2010) для профессиональных студий. Это подразумевает: минимизацию внешних шумов и вибраций; контролируемое время реверберации, обычно значительно более низкое («глухое» помещение), чем в концертных залах; отсутствие нежелательных отражений и стоячих волн; сосредоточение высококачественного оборудования.

В студиях звукозаписи при отделке стен применяют акустический поролон (рисунок 1).

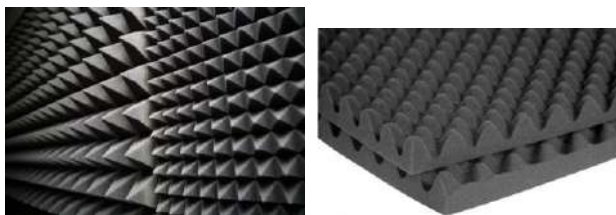


Рисунок 1 – Акустический поролон

Акустический поролон – пористый полиуретановый материал для поглощения звуковых волн, устранения эха и стоячих волн в студиях звукозаписи. Он улучшает четкость записи, снижает реверберацию (гулкость), клеится на стены/потолок и используется в комбинации с басовыми ловушками и диффузорами. Основные рельефы – пирамида и волна.

Важнейшие сферы использования в студии:

- снижение эха и реверберации (поглощает первичные и вторичные отражения звука, делая акустику помещения «сухой»);
- коррекция частот (устраняет нежелательные искажения и стоячие волны);

– вокальные/дикторские кабины (обеспечивает чистую запись голоса без «комнатной» окраски);

– оформление репетиционных залов (снижает общий уровень шума).

4 Медиа-лаборатории и классы звукорежиссуры. Оснащаются компьютерами, микшерными пультами и профессиональным программным обеспечением для обучения студентов технике записи, сведения и мастеринга, а также для сопровождения концертов и лекций.

Проектирование и анализ акустики помещений консерватории – это высокоточная наука. Исследователи используют компьютерное моделирование и субъективные оценки для поиска оптимальных решений.

Компьютерное моделирование. Программы (например, ODEON) позволяют создать виртуальную модель зала, «озвучить» её записью музыкального инструмента, сделанной в безэховой камере, и получить аурализацию – услышать, как будет звучать музыка в еще не построенном зале. Это помогает архитекторам и акустикам подбирать форму, материалы и время реверберации под конкретные типы инструментов (рисунок 2).

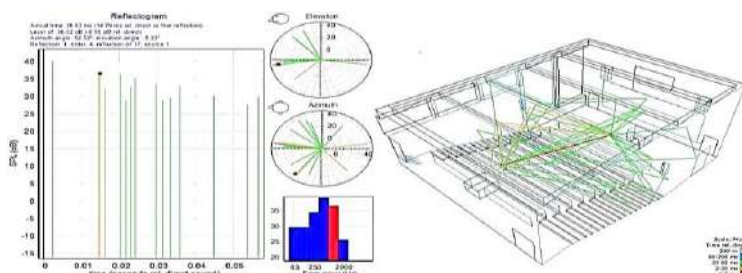


Рисунок 2 – Акустическое моделирование (ODEON)

Измерения на объектах. Специалисты проводят замеры уровня фонового шума, звукоизоляции ограждающих конструкций и времени реверберации в уже построенных зданиях, чтобы проверить соответствие нормативам и при необходимости дать рекомендации по доработке.

Акустика становится междисциплинарным инструментом обучения и предполагает:

1 Иерархичность. Каждое помещение (зал, класс, студия) получает четкую акустическую функцию.

2 Управляемость. Акустика из пассивной (форма и материалы) превращается в активную (электронные системы коррекции и симуляции).

3 Единство традиций и технологий. В концертных залах сохраняют дерево и лепнину для теплоты звука, а в классах ставят цифровые системы для симуляции залов.

Структура современной консерватории эволюционирует от набора разрозненных помещений к единому акустическому организму, где традиции строительного мастерства сочетаются с возможностями XXI века – от переменной акустики до виртуального моделирования любых концертных площадок мира.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Акустические измерения и расчет звукоизоляции. – URL: <https://www.acoustic-group.by/engineering/science/> (дата обращения: 07.03.2026).

2 Да будет звук: советы римского архитектора. – URL: <https://21mm.ru/news/tehnologii/da-budet-zvuk-sovety-rimskogo-arkhitekтора/> (дата обращения: 07.03.2026).

3 Звукопоглощающая отделка зала. – URL: <https://studfile.net/> (дата обращения: 07.03.2026).

4 Рекомендации по проектированию концертных залов. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/44/44275/index.htm> (дата обращения: 07.03.2026).

5 Акустическое оформление студии звукозаписи. – URL: https://alex-acoustics.ru/2025/10/05/akusticheskie-oformlenie-studii-zvukozapisi/?srsltid=AfmBOorZYoxvyxexskEemen6Xgf6LnSnsD_k0NGWV6RF8sxi3wO6muum / (дата обращения: 07.03.2026).

Получено 05.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 681.5.012

В. Д. ЛУКЬЯНЦЕВА (ГС-11)

Научный руководитель – ст. преп. *А. В. МИТРЕНКОВА*

КОНКУРЕНЦИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Рассматривается конкуренция как ключевой механизм рыночной экономики Республики Беларусь. Особое внимание уделено особенностям формирования конкурентной среды в Беларуси, где сочетаются рыночные механизмы и высокая роль государства, что приводит к значительной монополизации экономики и доминированию крупных государственных предприятий. Выявлены современные тенденции (цифровизация, развитие IT-сектора, влияние внешних факторов) и системные проблемы (административные барьеры, слабое развитие малого бизнеса, региональные диспропорции). Сформулированы перспективы совершенствования конкурентной среды через либерализацию экономики, антимонопольное регулирование и поддержку инноваций.

Конкуренция является фундаментальной категорией современной экономики, выступая не только как механизм соперничества за ресурсы и рынки сбыта, но и как ключевой институт, определяющий эффективность хозяйственной системы, стимулирующий инновации и обеспечивающий баланс интересов производителей и потребителей. В условиях глобализации и цифровизации конкуренция приобретает новые черты, трансформируя традиционные бизнес-модели и усиливая роль неценовых факторов, таких как качество, бренд и технологическое лидерство.

Особую актуальность исследование конкуренции приобретает применительно к экономике Республики Беларусь, где формирование конкурентной среды происходило в рамках модели постепенных преобразований с сохранением значительной роли государства. Высокий уровень государственного участия, наследие централизованного планирования, региональные диспропорции и необходимость адаптации к внешним шокам создают уникальный контекст, требующий глубокого теоретического осмысления. Данная статья посвящена анализу теоретических основ конкуренции, особенностей её развития в Республике Беларусь, а также современных тенденций и проблем, с целью выявления перспектив совершенствования конкурентной среды в стране.

Конкуренция в современной экономике представляет собой сложное, многогранное и динамичное явление, которое играет ключевую роль в функционировании рыночного механизма и развитии хозяйственной системы в целом. В широком смысле конкуренция определяется как процесс соперничества между хозяйствующими субъектами за ограниченные ресурсы, рынки сбыта, потребителей и максимизацию прибыли, при этом данный процесс не является статичным, а постоянно развивается под воздействием внутренних и внешних факторов. Следует отметить, что конкуренция выступает не только как экономическая категория, но и как важный институт, формирующий поведение участников рынка, определяющий правила взаимодействия между ними и влияющий на структуру экономики в целом. В условиях рыночной экономики именно конкуренция становится основным механизмом координации экономической деятельности, заменяя административное управление и централизованное распределение ресурсов, что особенно актуально для стран с переходной экономикой.

Особое значение конкуренции проявляется в ее способности обеспечивать эффективность использования ресурсов, поскольку в условиях соперничества предприятия вынуждены стремиться к минимизации издержек производства и максимизации отдачи от вложенных ресурсов. Это достигается за счет внедрения новых технологий, совершенствования организационных процессов, повышения квалификации работников и оптимизации производственной структуры. В результате конкуренция способствует не только повышению эффективности отдельных предприятий, но и росту

производительности экономики в целом. Кроме того, она играет важную роль в стимулировании научно-технического прогресса, так как предприятия, стремясь опередить конкурентов, активно инвестируют в исследования и разработки, создают инновационные продукты и внедряют передовые технологии.

Не менее важным аспектом является влияние конкуренции на качество продукции и уровень удовлетворения потребностей потребителей, поскольку в условиях конкурентной борьбы предприятия вынуждены учитывать предпочтения потребителей, улучшать характеристики своих товаров и услуг, повышать уровень сервиса и формировать положительный имидж. Таким образом, конкуренция способствует повышению уровня жизни населения, расширению ассортимента товаров и услуг, а также формированию более устойчивой и гибкой экономической системы. При этом следует учитывать, что конкуренция может носить как позитивный, так и негативный характер, поскольку при отсутствии эффективного государственного регулирования она может приводить к недобросовестным практикам, таким как демпинг, картельные соглашения, злоупотребление доминирующим положением и вытеснение слабых участников рынка.

Функции конкуренции в экономике являются многообразными и взаимосвязанными, при этом каждая из них играет важную роль в обеспечении эффективного функционирования рыночной системы. Стимулирующая функция проявляется в побуждении предприятий к повышению эффективности производства, снижению издержек и внедрению инноваций, что способствует ускорению экономического роста и повышению конкурентоспособности национальной экономики. Распределительная функция обеспечивает перераспределение ресурсов в пользу наиболее эффективных и прибыльных отраслей, что позволяет оптимизировать структуру экономики и повысить ее устойчивость. Регулирующая функция выражается в формировании рыночных цен и установлении равновесия между спросом и предложением, что позволяет избежать дефицита и перепроизводства. Контрольная функция ограничивает экономическую власть отдельных субъектов, предотвращая монополизацию рынка и защищая интересы потребителей.

Важным элементом анализа конкуренции является ее классификация, которая позволяет более глубоко понять особенности функционирования различных рынков. Совершенная конкуренция представляет собой теоретическую модель, характеризующуюся наличием большого количества продавцов и покупателей, однородностью продукции, свободным входом на рынок и отсутствием возможности влияния на цену.

Однако в реальной экономике данная модель практически не встречается, поскольку большинство рынков характеризуются различными формами несовершенной конкуренции. Монополия предполагает наличие одного производителя, который контролирует рынок и устанавливает цены, олиго-

поля характеризуется ограниченным числом крупных фирм, между которыми возникает стратегическое взаимодействие, а монополистическая конкуренция сочетает элементы конкуренции и монополии, поскольку предприятия предлагают дифференцированную продукцию.

Особую роль в понимании современной конкуренции играет теория конкурентных преимуществ, разработанная Майклом Портером, которая позволяет анализировать конкурентную среду с учетом множества факторов и разрабатывать эффективные стратегии развития. Согласно данной теории, конкурентоспособность предприятия определяется его способностью создавать устойчивые преимущества, основанные на уникальных ресурсах, технологиях или организационных решениях. Портер выделяет пять ключевых сил конкуренции, включая соперничество между существующими фирмами, угрозу появления новых конкурентов, влияние поставщиков, влияние покупателей и угрозу товаров-заменителей, что позволяет комплексно оценивать конкурентную среду и принимать обоснованные управленческие решения.

В условиях глобализации и цифровизации конкуренция приобретает новые формы и характеристики, поскольку традиционные границы рынков размываются, усиливается роль транснациональных корпораций, а цифровые технологии создают новые возможности для ведения бизнеса. Неценовая конкуренция становится все более значимой, так как потребители ориентируются не только на цену, но и на качество, бренд, уровень сервиса и инновационные характеристики продукции. Таким образом, конкуренция в современном мире представляет собой сложное и многогранное явление, оказывающее комплексное влияние на экономическое развитие и требующее глубокого теоретического осмысления.

Формирование конкурентной среды в Республике Беларусь происходило в условиях трансформации экономической системы, сопровождавшейся переходом от централизованного планирования к рыночным механизмам, что предопределило специфику развития конкуренции в стране. В отличие от ряда государств, выбравших путь радикальной либерализации, Беларусь реализовала модель постепенных преобразований с сохранением значительной роли государства, что обусловило сочетание рыночных и административных элементов в экономике. Данный подход позволил избежать резких социально-экономических потрясений, однако одновременно создал определенные ограничения для развития полноценной конкурентной среды.

Одной из ключевых особенностей белорусской экономики является высокий уровень государственного участия, который проявляется в сохранении государственной собственности на крупные предприятия и стратегические отрасли, включая промышленность, энергетику и транспорт. Государственные предприятия обладают рядом преимуществ, таких как доступ к финансовым ресурсам, государственным заказам и администра-

тивной поддержке, что создает неравные условия конкуренции и ограничивает возможности частного сектора. В результате в ряде отраслей наблюдается высокая концентрация производства и ограниченная конкуренция, что снижает эффективность функционирования рынка и замедляет темпы экономического развития.

Существенное влияние на конкурентную среду оказывает система государственного регулирования, включающая установление цен, контроль за распределением ресурсов и поддержку отдельных отраслей экономики. С одной стороны, это позволяет обеспечивать стабильность экономики и защищать национальных производителей, особенно в условиях внешнеэкономической нестабильности. С другой стороны, чрезмерное вмешательство государства может приводить к искажению рыночных механизмов, снижению мотивации предприятий к повышению эффективности и ограничению конкуренции, что требует поиска оптимального баланса между государственным регулированием и рыночной свободой.

Развитие малого и среднего предпринимательства является важным фактором формирования конкурентной среды, поскольку именно этот сектор обеспечивает гибкость экономики, способствует созданию рабочих мест и стимулирует инновации. В Беларуси предпринимаются меры по поддержке предпринимательства, включая упрощение процедур регистрации, предоставление налоговых льгот и развитие инфраструктуры поддержки бизнеса. Однако доля малого и среднего бизнеса остается относительно невысокой, что ограничивает уровень конкуренции и снижает динамику экономического развития, особенно в сравнении с развитыми странами.

Внешекономическая деятельность оказывает значительное влияние на формирование конкурентной среды, поскольку участие в международной торговле и интеграционных объединениях открывает доступ к новым рынкам, но одновременно усиливает конкуренцию со стороны иностранных производителей. Это особенно заметно в отраслях, ориентированных на потребительский рынок, где импортная продукция часто обладает более высоким качеством или конкурентной ценой. В таких условиях отечественные предприятия вынуждены адаптироваться к новым условиям, повышать свою конкурентоспособность и внедрять инновации.

Региональные различия в уровне развития конкуренции также играют важную роль, поскольку в крупных городах наблюдается более высокий уровень конкуренции благодаря концентрации бизнеса, развитой инфраструктуре и более высокому уровню доходов населения. В то же время в малых городах и сельской местности часто доминируют отдельные предприятия, что ограничивает выбор для потребителей и снижает уровень конкурентной борьбы, создавая необходимость разработки эффективной региональной политики.

Институциональная среда, включая правовую систему, уровень защиты прав собственности и прозрачность государственного управления, является важным фактором формирования конкурентной среды. В Республике Беларусь ведется работа по совершенствованию законодательства в области конкуренции, однако сохраняются проблемы, связанные с административными барьерами и недостаточной прозрачностью, что требует дальнейших реформ.

Современный этап развития конкуренции в Республике Беларусь характеризуется сложным сочетанием внутренних структурных особенностей экономики и внешних факторов, оказывающих существенное влияние на условия функционирования хозяйствующих субъектов. В условиях глобализации и ускоренного технологического развития конкуренция перестает быть исключительно национальным явлением и приобретает трансграничный характер, что означает вовлеченность белорусских предприятий в международную конкурентную борьбу. Это требует от них не только повышения эффективности производства, но и способности адаптироваться к быстро меняющимся условиям мировой экономики, включая изменение спроса, развитие новых технологий и усиление конкуренции со стороны иностранных компаний. В таких условиях конкурентоспособность становится ключевым фактором устойчивого развития как отдельных предприятий, так и экономики в целом.

Одной из наиболее значимых тенденций является усиление роли инноваций и цифровизации в формировании конкурентной среды. Развитие информационно-коммуникационных технологий приводит к появлению новых рынков, изменению структуры занятости и трансформации традиционных бизнес-моделей. В Республике Беларусь особое место занимает развитие IT-сектора, который демонстрирует высокую динамику роста и конкурентоспособность на международном уровне. Компании, работающие в сфере программного обеспечения и цифровых услуг, активно интегрируются в глобальные цепочки создания стоимости, что позволяет им конкурировать с ведущими мировыми игроками. Вместе с тем цифровизация экономики оказывает влияние и на традиционные отрасли, стимулируя их к внедрению инноваций, автоматизации производства и повышению эффективности управления.

В то же время развитие конкуренции в Беларуси сопровождается рядом серьезных проблем, одной из которых является высокая степень монополизации экономики. Во многих отраслях доминирующее положение занимают крупные государственные предприятия, что ограничивает доступ новых участников на рынок и снижает уровень конкурентной борьбы. Такая ситуация приводит к снижению стимулов к инновационной деятельности, поскольку отсутствие реальной конкуренции уменьшает необходимость в повышении эффективности и качества продукции. Кроме того, высокая

концентрация производства может способствовать формированию неэффективных экономических структур, которые сохраняются за счет государственной поддержки.

Еще одной важной проблемой является недостаточное развитие малого и среднего предпринимательства, которое в развитых странах играет ключевую роль в формировании конкурентной среды. В Беларуси, несмотря на предпринимаемые меры государственной поддержки, малый и средний бизнес сталкивается с рядом ограничений, включая административные барьеры, сложные процедуры регулирования и ограниченный доступ к финансовым ресурсам. Это затрудняет создание новых предприятий и снижает уровень конкуренции на рынке, что в конечном итоге негативно сказывается на динамике экономического развития.

Существенное влияние на развитие конкуренции оказывают внешне-экономические факторы, включая изменения на мировых рынках, геополитическую ситуацию и санкционные ограничения. В условиях внешнего давления белорусские предприятия вынуждены адаптироваться к новым условиям, искать альтернативные рынки сбыта и повышать свою конкурентоспособность. Это требует значительных усилий и ресурсов, а также разработки эффективной государственной политики, направленной на поддержку экспорта и развитие международного сотрудничества.

Отдельного внимания заслуживает проблема институциональной среды, которая оказывает значительное влияние на развитие конкуренции. Эффективность правовой системы, уровень защиты прав собственности, прозрачность государственного управления и наличие равных условий для всех участников рынка являются ключевыми факторами формирования конкурентной среды.

В Республике Беларусь ведется работа по совершенствованию антимонопольного законодательства и развитию механизмов защиты конкуренции, однако сохраняются проблемы, связанные с административными барьерами и недостаточной прозрачностью отдельных процедур.

Важным направлением развития конкуренции является совершенствование антимонопольной политики, которая должна быть направлена на предотвращение злоупотреблений доминирующим положением, развитие добросовестной конкуренции и создание равных условий для всех участников рынка. Это включает не только контроль за деятельностью крупных предприятий, но и развитие механизмов поддержки малого и среднего бизнеса, а также стимулирование инновационной активности. Эффективная антимонопольная политика способствует повышению уровня конкуренции, улучшению качества продукции и снижению цен, что положительно сказывается на благосостоянии населения.

Кроме того, необходимо учитывать влияние региональных различий на развитие конкуренции. В различных регионах Беларуси уровень конкурен-

ции существенно различается, что связано с различиями в уровне экономического развития, инфраструктуре и плотности населения. В крупных городах конкуренция, как правило, выше, что обусловлено концентрацией бизнеса и более высоким уровнем платежеспособного спроса. В то же время в сельских районах и малых городах часто наблюдается доминирование отдельных предприятий, что ограничивает возможности выбора для потребителей и снижает уровень конкурентной борьбы. Это требует разработки региональной политики, направленной на развитие предпринимательства и создание благоприятных условий для ведения бизнеса.

Перспективы развития конкуренции в Республике Беларусь связаны с дальнейшей либерализацией экономики, развитием частного сектора и интеграцией в мировую экономику. Важное значение имеет поддержка инноваций, развитие человеческого капитала и совершенствование деловой среды. В условиях глобальной конкуренции особую роль играет способность экономики к адаптации и внедрению новых технологий, что требует активной государственной политики и эффективного взаимодействия между государством и бизнесом.

Таким образом, конкуренция в современных условиях Республики Беларусь представляет собой сложное и многогранное явление, развитие которого определяется сочетанием внутренних и внешних факторов. Несмотря на наличие значительных проблем, существуют и существенные предпосылки для дальнейшего развития конкурентной среды, включая высокий уровень образования, развитую инфраструктуру и потенциал для инновационного развития. Реализация данного потенциала требует комплексного подхода, направленного на совершенствование институциональной среды, развитие предпринимательства и повышение эффективности государственного регулирования.

Таким образом, конкуренция выступает ключевым механизмом рыночной экономики, стимулируя эффективность, инновации и удовлетворение потребностей потребителей. В Республике Беларусь формирование конкурентной среды происходило в условиях высокой роли государства, что привело к значительной монополизации экономики, доминированию крупных государственных предприятий и ограничению развития частного сектора. Несмотря на меры поддержки малого и среднего бизнеса, его доля остаётся низкой, сохраняются административные барьеры и региональные диспропорции.

Внешекономические факторы и цифровизация создают как новые вызовы, так и возможности для белорусских предприятий, особенно в IT-сфере. Ключевыми проблемами остаются высокая концентрация производства, недостаточная прозрачность институциональной среды и неравномерность конкуренции между регионами. Перспективы развития связаны с ли-

берализацией экономики, совершенствованием антимонопольного законодательства и поддержкой инноваций. Реализация этих мер позволит повысить конкурентоспособность страны и благосостояние населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Феткевич, И. Ф.** Конкуренция и корпорации в современной экономике РБ / И. Ф. Феткевич ; Белорусский государственный экономический университет. – Минск, [б. г.]. – URL: <https://ronl.org/referaty/ekonomika/239405/> (дата обращения: 14.04.2026).

2 Конкурентоспособность национальной экономики Республики Беларусь в условиях современных процессов региональной экономической интеграции и интернационализации / А. В. Данильченко, А. А. Баканов, Е. С. Ботеновская [и др.] ; под ред. А. В. Данильченко. – Минск : БГУ, 2016. – 283 с. – ISBN 978-985-566-385-1.

Получено 02.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.1.08:004.89

О. В. ЛЫСЕНКО, Д. С. ПАРУКОВ (СИ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАРШРУТИЗАЦИИ ЭКСТРЕННЫХ СЛУЖБ С УПРАВЛЕНИЕМ ДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ И ОБЕСПЕЧЕНИЕМ БЕЗОПАСНОСТИ СИСТЕМЫ

В современных мегаполисах оперативность прибытия экстренных служб критична для выживаемости пострадавших, но высокая плотность трафика и заторы сводят на нет преимущества спецтранспорта. Существующие навигационные системы работают пассивно, не влияя на дорожную инфраструктуру. Цель работы – формирование подхода к маршрутизации экстренных служб с активным управлением светофорами (ручным и полуавтоматическим), динамической адаптацией маршрута и непрерывным информированием водителя.

Маршрутизация экстренных служб с интеграцией в систему управления дорожной инфраструктурой представляет собой перспективный подход к спасению человеческих жизней, где ключевым фактором является минимизация времени в пути. Процесс начинается в диспетчерском центре, куда поступает экстренный вызов, например, сообщение о резком ухудшении здоровья человека или о дорожно-транспортном происшествии. В этот мо-

мент запускается цепочка скоординированных действий, направленных на преодоление городских препятствий в виде заторов и сложного трафика. Диспетчер не просто фиксирует адрес, но и мгновенно оценивает текущую дорожную ситуацию на основе актуальных данных о плотности потоков машин [1]. Современный город диктует жесткие условия, и стандартные навигационные карты часто не справляются с динамически меняющейся обстановкой, поэтому возникает необходимость в ручном или полуавтоматическом вмешательстве в работу дорожных объектов.

Когда в диспетчерский центр поступает вызов, специалист по маршрутизации получает точные координаты места происшествия. Он не просто смотрит на обычную карту, а использует специальную систему, которая в реальном времени показывает плотность потока машин на всех улицах. На основе этих данных специалист начинает строить самый быстрый и безопасный маршрут для скорой помощи. Он учитывает не только расстояние, но и текущие заторы, дорожные работы, аварии и даже время суток. Если стандартный путь перегружен, система предлагает объездные дворы или менее загруженные параллельные улицы.

Но бывает так, что на любом маршруте встречаются сложные перекрестки или участки, где «пробка» все равно остается. В этом случае специалист переходит к активному управлению дорожной инфраструктурой [2]. Он видит на экране все светофоры вдоль выбранного коридора движения. У оператора есть возможность удаленно переключить каждый светофор в особый экстренный режим. Для обычного транспорта светофор работает по стандартному циклу: красный, желтый, зеленый. Для машины скорой помощи оператор может продлить зеленую фазу именно на том направлении, по которому едет спецтранспорт. Причем делает он это заранее, с расчетом времени, чтобы к моменту приближения скорой перекресток уже был свободен.

Система посылает сигнал на контроллер светофора, и тот меняет режим. Например, если скорая подъезжает к перекрестку, зеленый свет для нее горит дольше обычного. А на пересекаемой дороге загорается красный, но не резко, а с небольшой задержкой, чтобы водители успели остановиться. Важно, что оператор может управлять не одним светофором, а целой цепочкой из нескольких перекрестков вдоль всего маршрута. Получается так называемый «зеленый коридор» [3].

Благодаря этому у машин, которые стоят перед перекрестком, есть время разъехаться. Они не блокируют путь скорой. Водители видят, что зеленый горит необычно долго, и постепенно покидают перекресток. Когда скорая помощь подъезжает, она проезжает без остановки и без риска застрять в толпе машин. Такой подход полностью исключает ситуацию, когда карета скорой оказывается заблокированной в глухой пробке и не может даже пошевелиться, потому что вокруг сплошной поток и никто не уступает дорогу.

В итоге время прибытия сокращается на несколько минут, а в экстренной медицине каждая минута может спасти жизнь.

Пока оператор в диспетчерской управляет светофорами, параллельно идет постоянный обмен информацией с бригадой скорой помощи, которая уже выехала на вызов. Это непрерывный процесс: система каждые несколько секунд обновляет данные о том, что происходит на дороге.

Все изменения, которые оператор вносит в маршрут, сразу же передаются на планшет или навигатор в кабине спецавтомобиля. Водитель видит не просто старую карту, а актуальную схему движения. Ему показывают, где сейчас свободные полосы, где случился новый затор, а где, наоборот, оператор только что активировал зеленый коридор. Все эти подсказки приходят в реальном времени, т. е. без задержек.

Например, на экране появляется значок, что на следующем перекрестке для него уже включен зеленый свет, и можно не сбрасывать скорость. Или система предупреждает: на левой полосе через двести метров авария, лучше перестроиться направо. Также водителю сообщают, какие участки лучше объехать, потому что там образовалась пробка, которую оператор не смог разгрузить светофорами. Все это подается голосом или простыми значками, чтобы водитель не отвлекался от дороги.

Благодаря такому обмену информацией диспетчер и водитель работают как единый механизм. Диспетчер видит общую картину города и принимает решения на уровне светофоров и маршрутов. Водитель же быстро реагирует на дорожную ситуацию. Они дополняют друг друга. Каждый шаг просчитан так, чтобы исключить любые задержки: ни лишнего торможения, ни ожидания на красный свет, ни стояния в пробке.

В итоге время прибытия скорой к пациенту сокращается очень сильно. В экстренной медицине это напрямую влияет на то, выживет человек или нет. Чем быстрее приехали врачи, тем выше шанс спасти жизнь.

Однако описанный механизм активного управления дорожной инфраструктурой порождает критическую уязвимость – чем больше система зависит от удаленных команд, тем шире поле для атак [4].

Самое опасное заблуждение – считать взлом «умных» светофоров сложным. Злоумышленник может подделать сигнал маячка (атака с подменой), перегрузить контроллер сотнями ложных запросов (переход в аварийный режим) или взломать диспетчерский сервер, чтобы заблокировать целый район.

Уязвимости: во многих городах до сих пор используются старые радиосистемы для связи между диспетчерской и светофорами или маячками на машинах скорой помощи. Эти радиоканалы были установлены еще несколько лет назад, и их никто не обновлял. Главная проблема в том, что большинство из них не используют шифрование. То есть любой сигнал передается в открытом виде, как обычный разговор по радиии. Если злоумыш-

ленник купит недорогой радиоприемник или даже специальное устройство, он сможет перехватывать команды, которые идут от диспетчера к светофорам. Например, он может записать команду «включить зеленый для скорой» и потом повторить ее в тот момент, когда никакой скорой нет. Светофор не проверит, от кого пришел сигнал, и послушно переключится. Такая атака называется подменой, или спуфингом. Злоумышленник может создать ложный зеленый коридор для своего автомобиля или, наоборот, заблокировать перекресток для настоящей скорой, а так как шифрования нет, доказать подделку практически невозможно. Обновление радиоканалов стоит денег, поэтому многие города экономят и остаются уязвимыми.

Современные светофоры часто управляются через интернет вещей. На каждом перекрестке стоит небольшой контроллер, который имеет беспроводное соединение с центральным сервером. Обычно используется Wi-Fi или сотовые сети. Проблема в том, что многие такие сети не имеют нормальной защиты. Иногда настройки оставлены заводскими, т. е. пароль по умолчанию типа «admin» и «1234». В других случаях сеть вообще открыта, потому что так проще настраивать. Злоумышленнику достаточно подойти к перекрестку с ноутбуком или даже с обычным смартфоном, чтобы подключиться к этому контроллеру, а если он более подготовлен, он может использовать направленную антенну, чтобы ловить сигнал за несколько сотен метров. Подключившись, он может отправить ложную команду: например, зажечь красный свет на всех направлениях одновременно, что создаст хаос. Или перевести светофор в аварийный режим, когда он начинает мигать желтым, и тогда перекресток становится непроходимым. Еще один вариант – загрузить контроллер сотнями пустых запросов, чтобы он завис и перестал реагировать на настоящие команды диспетчера. Такая атака называется отказом в обслуживании. Скорая помощь подъезжает к перекрестку, а светофор не реагирует, потому что его «завалили» ложными сигналами. И все это возможно просто потому, что сеть на перекрестке не защищена паролем или не изолирована от посторонних.

Как бы ни была хороша техника, ошибки людей остаются самой слабой точкой. Злоумышленникам необязательно взламывать светофоры через радио или Wi-Fi, если можно обмануть диспетчера. Они могут отправить ему письмо на электронную почту, которое выглядит как официальное сообщение от начальника или от технической поддержки. В письме будет ссылка: «Срочно обновите программу маршрутизации» или «Подтвердите свой пароль для повышения безопасности». Если диспетчер кликнет по такой ссылке, откроется поддельный сайт, который украдет его логин и пароль. Или в ссылке может быть скрытая программа, которая сама установится на компьютер. Эта программа потом позволяет злоумышленнику удаленно управлять диспетчерским компьютером. Хакер, находясь за тысячи километров, может через компьютер диспетчера отправить команды на все све-

тофоры в районе. Он может заблокировать движение, создать зеленый коридор для своих машин или просто отключить управление в самый ответственный момент, когда скорая везет тяжелого пациента. Диспетчер даже не поймет, что произошло, потому что все действия будут выглядеть как его собственные. А причина – обычный клик по непроверенной ссылке. Человек может устать, забегаться, потерять бдительность. И даже самое дорогое оборудование не спасет, если пользователь сам открыл доступ злоумышленнику. Поэтому такие атаки называют социальной инженерией, и они работают чаще, чем технические взломы.

Защита: цифровая подпись каждого запроса (меняющийся ключ), полная изоляция сетей управления (никакого выхода в интернет), аппаратные ключи для диспетчеров и умное наблюдение (автоматический сброс подозрительных приоритетов).

В работе рассмотрен подход к маршрутизации экстренных служб, интегрированный с системой активного управления дорожной инфраструктурой. Показано, что за счет ручного или полуавтоматического управления световыми объектами и непрерывного информирования водителя возможно существенно сократить время прибытия спецтранспорта к месту происшествия, что напрямую влияет на выживаемость пострадавших. Однако такая зависимость от удаленных команд создает серьезные киберугрозы: подделку сигнала, перегрузку системы и взлом диспетчерского сервера. Основные уязвимости связаны с незащищенными радиоканалами, открытыми беспроводными сетями и человеческим фактором. Полностью исключить риски невозможно, поэтому единственная эффективная стратегия – комбинировать методы защиты (цифровые подписи, изоляция сетей, аппаратные ключи, поведенческий анализ) и проектировать систему так, чтобы она сохраняла работоспособность даже при атаке. Главный вывод: безопасность – это не неприступная крепость, а способность машины скорой доехать до пациента, даже если отдельные элементы системы уже скомпрометированы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Волосова, А. В.** Реализация безопасного управления светофорами с использованием нейроморфной вычислительной базы на основе нечетких графов / А. В. Волосова, Е. Н. Матюхина, Е. А. Морозов // *Computational Nanotechnology*. – 2025. – Т. 12, № 1. – С. 11–16.

2 ПНСТ 385-2019. Интеллектуальные транспортные системы. Словарь данных и наборы сообщений систем оповещения о получении и назначении приоритетов для специального и общественного транспорта. – Введ. 01.06.2020. – М.: Стандартинформ, 2020. – (Предварительный национальный стандарт).

3 **Золкин, А. Л.** Разработка методов оперативного контроля и идентификации систем управления в интеллектуальных транспортных системах с применением алгоритмов нечеткого моделирования и управления : монография / А. Л. Золкин, В. Д. Мунистер. – М.: Русайнс, 2024. – 313 с.

4 **Панченко, И. С.** Подход к организации приоритетного движения маршрутных транспортных средств (на примере объекта «Восточный обход г. Гомеля, III очередь») / И. С. Панченко ; науч. рук. С. С. Семченков // НИРС АТФ-2023 : материалы 79-й студ. науч.-техн. конф. / редкол. : Т. В. Матюшинец [и др.] ; под общ. ред. А. С. Поварехо. – Минск : БНТУ, 2023. – С. 120–121.

5 **Shirke, C.** Emergency Vehicle Priority (Preemption): Concept and Advancements / C. Shirke // International Encyclopedia of Transportation. – 2021. – Vol. 4. – P. 221–226.

6 **Князькина, О. В.** Кибербезопасность в сфере транспорта / О. В. Князькина, Р. М. Хамитов, О. П. Черникова, Ю. А. Златицкая // International Journal of Advanced Studies. – 2024. – Т. 14, № 4. – С. 29–45.

Получено 30.07.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.062

Е. В. ЛЫЦОВА (УЛ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *А. В. МИТРЕНКОВА*

АНАЛИЗ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СХЕМ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ

В современном мире, где скорость и эффективность играют ключевую роль в успехе бизнеса, логистика становится не просто вспомогательной функцией, а стратегическим инструментом. От того, насколько грамотно выстроена система доставки грузов, напрямую зависят затраты, удовлетворенность клиентов и в конечном итоге конкурентоспособность компании. Именно поэтому анализ логистических схем доставки грузов является неотъемлемой частью оптимизации бизнес-процессов.

Логистическая схема – это комплексный план, описывающий весь путь движения товара от точки отправления до точки назначения. Она включает:

1 Виды транспорта: автомобильный, железнодорожный, морской, воздушный, мультимодальный.

2 Маршруты: выбор оптимальных путей следования с учетом расстояния, времени, стоимости и доступности.

3 Пункты перегрузки и хранения: склады, терминалы, распределительные центры.

4 Управление запасами: определение оптимального уровня запасов на каждом этапе.

5 Информационные потоки: системы отслеживания, управления заказами, обмена данными.

6 Документооборот: оформление необходимых документов для перевозки и таможенного оформления.

7 Управление рисками: оценка и минимизация потенциальных угроз (потеря, повреждение, задержка груза).

Регулярный и глубокий анализ логистических схем позволяет:

- снизить затраты;
- повысить скорость и надежность доставки;
- улучшить качество обслуживания клиентов;
- оптимизировать управление запасами;
- повысить конкурентоспособность;
- выявить «узкие места» и неэффективные процессы.

Этапы проведения анализа логистических схем:

- сбор и систематизация данных;
- анализ текущей ситуации;
- анализ маршрутов: оценка эффективности существующих маршрутов, выявление наиболее затратных и длительных;
- анализ видов транспорта: сравнение стоимости и сроков доставки различных видов транспорта для разных типов грузов и направлений;
- анализ складской логистики: оценка эффективности размещения складов, их загрузки, процессов обработки грузов.

Современные логистические схемы классифицируются по количеству используемых видов транспорта и сложности узловых соединений. Прямые схемы доставки «от двери до двери» обеспечивают максимальную скорость и сохранность груза, однако их применение часто ограничено географическими факторами и высокой стоимостью при перевозках на дальние расстояния. Мультимодальные и интермодальные схемы предполагают использование нескольких видов транспорта, что позволяет оптимизировать затраты и использовать преимущества каждого перевозчика. В таких цепочках критически важную роль играют распределительные центры и терминалы, где происходит консолидация и переработка грузопотоков, что требует четкой синхронизации всех участников процесса.

Выбор конкретной схемы доставки базируется на комплексном анализе переменных, среди которых ключевыми являются стоимость, время транзита, надежность и гибкость. Логистический менеджмент стремится найти баланс между этими параметрами, учитывая специфику груза и требования конечного потребителя. Например, для дорогостоящих и скоропортящихся товаров приоритетной становится скорость, в то время как для сырьевых групп товаров на первый план выходит минимальная себестоимость перевозки. Внедрение систем автоматизации и цифровых двойников позволяет моделировать различные сценарии доставки, оперативно реагируя на изменения рыночной конъюнктуры и минимизируя риски сбоев в цепях поставок.

Эффективная логистика является краеугольным камнем успешного бизнеса в современном мире. Оптимизация схем доставки грузов позволяет

сократить издержки, повысить скорость выполнения заказов и, как следствие, увеличить удовлетворенность клиентов. Данный анализ посвящен исследованию ключевых аспектов построения и совершенствования логистических цепочек.

Первостепенное значение имеет выбор оптимального транспорта. Различные виды перевозок – автомобильные, железнодорожные, морские и воздушные – обладают своими преимуществами и недостатками. Автомобильный транспорт гибок и быстр на коротких и средних дистанциях, но ограничен грузоподъемностью и подвержен влиянию дорожной обстановки. Железнодорожные перевозки эффективны для больших объемов на дальние расстояния, но менее оперативны. Морской транспорт – наиболее экономичный для трансграничных перевозок, но требует длительного времени. Авиаперевозки – самые быстрые, но и самые дорогие.

Интеграция различных видов транспорта, так называемая интермодальная и мультимодальная доставка, позволяет создать наиболее сбалансированные и экономически выгодные схемы. Это требует тщательного планирования стыковочных пунктов, согласования графиков и обеспечения бесшовной передачи грузов между различными перевозчиками.

Управление складскими запасами и их размещение также играет критическую роль. Стратегически расположенные склады, оснащенные современными системами учета и управления, сокращают время реагирования на заказы и минимизируют затраты на хранение. Анализ оборачиваемости запасов и прогнозирование спроса помогают предотвратить как дефицит, так и избыточное накопление товаров.

Современные информационные технологии являются неотъемлемой частью эффективной логистики. Системы управления транспортом (TMS), системы управления складом (WMS) и платформы для отслеживания грузов в режиме реального времени повышают прозрачность всей цепочки поставок, позволяют оперативно принимать решения и своевременно реагировать на возникающие отклонения. Использование аналитики больших данных помогает выявлять закономерности, прогнозировать потенциальные проблемы и непрерывно совершенствовать логистические процессы.

Проанализируем на примере логистическую схему доставки грузов ТУП «Химтранс».

Одним из основных видов продукции, перевозимых на внутриреспубликанском направлении, являются удобрения (фосфорные и комплексные), производимые материнской компанией ОАО «Гомельский химический завод», а также иная продукция компании. Чаще всего поставка осуществляется по схеме, представленной на рисунке 1.

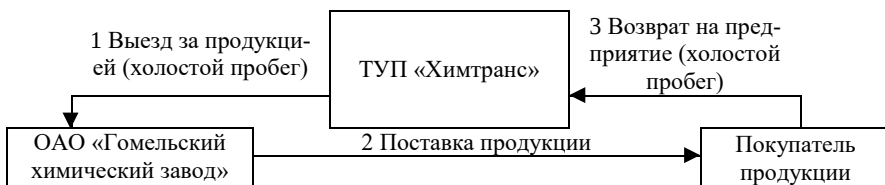


Рисунок 1 – Типовая схема перевозки грузов ТУП «Химтранс»

Таким образом, поставка продукции осуществляется преимущественно в рамках одностороннего маршрута: начинается с выезда грузовых автомобилей на предприятие-поставщик (ОАО «Гомельский химический завод»), затем осуществляется поставка продукции покупателю, на следующем этапе автомобиль возвращается на предприятие ТУП «Химтранс».

Однако на некоторых предприятиях сельскохозяйственной отрасли применяется маршрут с кластеризацией точек доставки – поставка в несколько организаций в рамках одного рейса – или смешанный маршрут.

Поставка по кластерному маршруту осуществляется следующим предприятиям Гомельского района (поставка осуществляется по смешанному маршруту в рамках одного дня):

- КСУП «Тепличное»: п. Березки (п/о Улуковье));
- КСУП «Урицкое»: аг. Урицкое, ул. Коммунистическая, 40;
- КСУП «Брилево»: аг. Мичуринская, улица Мира, 50;
- КСУП «Новобелицкий»: д. Терешковичи;
- ОАО «Комбинат «Восток»: аг. Урицкое.

Таким образом, для доставки минеральных удобрений осуществляются два рейса. После первого рейса водителю предоставляется технологический перерыв, который составляет 20 минут, после чего осуществляется загрузка второй партии товара и осуществляется второй рейс.

Таким образом, общая протяженность маршрута в рамках двух рейсов составляет 99,1 км. Время в пути составляет 2 ч 50 мин. Порожний пробег составляет 17,2 км. Общее время на рейсе с учетом погрузочно-разгрузочных операций и технологического перерыва составляет 5 ч 28 мин.

Недостатками данного маршрута является существенные общий и холостой (порожний) пробеги.

Полученные результаты позволяют утверждать, что маршрут нуждается в оптимизации. Выполнение доставки без учёта пространственной структуры сети улиц приводит к избыточным перемещениям, увеличению продолжительности рейса и снижению эффективности использования подвижного состава.

Анализ маршрута выявил ряд недостатков. Начальное направление движения – от ОАО «Гомельский химический завод» к ОАО «Гомсельмаш» – приводит к формированию «ломаного» маршрута: после первой доставки автомобиль вынужден возвращаться в центральную часть города для обслуживания точек на ул. Могилевской и ул. Текстильной, а затем снова

перемещаться к периферийной зоне для поставки на ул. Ломоносова (ОАО «Гомельстекло»). Такая конфигурация маршрута вызывает накопление лишних километров пробега, увеличение расхода топлива и времени выполнения доставки. Кроме того, подобная последовательность поставок приводит к дисбалансу загрузки автомобиля: значительная часть груза остаётся до финальной точки, тогда как промежуточные перемещения осуществляются с частично пустым кузовом. Все перечисленные факторы снижают оперативную и экономическую эффективность автотранспортных операций.

Оптимизация маршрута может быть достигнута путём формирования кольцевой схемы или выделения нескольких логистических блоков в зависимости от пространственной концентрации клиентов. Это позволит уменьшить пробеги, снизить эксплуатационные затраты, сократить продолжительность рейсов и повысить общую производительность автопарка.

Таким образом, внутриреспубликанские перевозки продукции ОАО «Гомельский химический завод», включая минеральные удобрения и медицинский или технический кислород, осуществляются преимущественно по линейным либо кластерным маршрутам. Несмотря на отдельные меры по оптимизации – группировку точек доставки, технологические интервалы между рейсами и адаптацию схем под тип груза – маршруты характеризуются значительными холостыми пробегами и неравномерным использованием транспортных средств. Особенно выраженные логистические сложности наблюдаются при доставке медицинского кислорода в учреждения здравоохранения и технического кислорода на промышленные предприятия. Повышение эффективности возможно при переходе к оптимизированным, географически обоснованным маршрутам, уменьшению порожних перемещений и внедрению кольцевых или блочных схем, позволяющих обеспечить рациональное распределение ресурсов автотранспортного предприятия.

Подводя итог, можно утверждать, что эффективная логистическая схема является фундаментом устойчивого функционирования предприятия. Анализ показал, что выбор между унимодальными и комбинированными способами транспортировки зависит от стратегических целей бизнеса и характеристик грузопотока. Грамотное проектирование маршрутов не только сокращает операционные расходы, но и обеспечивает высокую адаптивность логистической системы к внешним вызовам, что полностью подтверждает поставленную цель исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Еловой, И. А. Формирование международной логистической схемы доставки и определение ее параметров : пособие / И. А. Еловой, М. А. Гончар ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 157 с.

Получено 02.06.2026

УДК 004.056 + 004.8

В. А. МАЛАШЁНОК (ЭМ-41)

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук *Н. В. РЯЗАНЦЕВА*

МАТРИЦА MITRE ATLAS

Рассматривается матрица MITRE ATLAS (Adversarial Threat Landscape for Artificial-Intelligence Systems) – структурированная база знаний об угрозах, направленных против систем машинного обучения и искусственного интеллекта. Проводится анализ архитектуры фреймворка, описываются 16 тактик и различные техники атак, задокументированных на основе реальных инцидентов. Особое внимание уделяется новым угрозам, связанным с генеративным ИИ и агентными системами, а также практическому применению матрицы в организациях для построения защиты AI-систем.

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) порождает новые киберугрозы, с которыми традиционные средства защиты периметра не справляются. В ответ на это, а также на фоне растущего регуляторного давления, организация MITRE в 2020 году выпустила матрицу MITRE ATLAS. Этот фреймворк систематизирует тактики и техники атак на AI/ML-системы, опираясь исключительно на реальные инциденты.

Основой для ATLAS послужил фреймворк MITRE ATT&CK (2013). Главное их отличие – в объекте защиты: ATT&CK сфокусирован на традиционных IT-сетях и облаках, тогда как ATLAS нацелен на специфические уязвимости машинного обучения. Разработанный совместно с 12 партнерами проект активно развивается. С момента запуска матрица прошла через множество версий: к маю 2026 года (версия 5.6.1) ATLAS документирует 16 тактик, 170 техник в рамках 57 задокументированных реальных кейсов с 35 стратегиями смягчения угроз, часть из которых показана на рисунке 1.

Фреймворк построен на трёх уровнях абстракции. Первый уровень – тактики – описывают фазы и цели атаки: от начальной разведки до финального воздействия на систему. Второй уровень – техники – детализируют конкретные методы реализации каждой тактики. Третий уровень – суб-техники – представляют специализированные варианты применения базовых техник. Такая иерархическая организация позволяет как давать общее описание класса угроз, так и указывать точные векторы атаки.

Reconnaissance ¹	Resource Development ²	Initial Access ³	AI Model Access ⁴	Execution ⁵	Persistence ⁶	Privilege Escalation ⁷	Defense Evasion ⁸
8 techniques	13 techniques	7 techniques	4 techniques	6 techniques	9 techniques	4 techniques	15 techniques
Active Scanning ⁵	Acquire Infrastructure ⁶	AI Supply Chain Compromise ³	AI Model Inference API Access ⁴	AI Agent Cloudset ⁵	AI Agent Context Poisoning ⁶	AI Agent Tool Injection ⁷	AI Supply Chain Reputation Pull ⁸
Gather B2G Indexed Targets ⁵	Acquire Public AI Artifacts ⁶	Drive-by Compromise ³	AI-Enabled Product or Service ⁴	AI Agent Tool Invocation ⁵	AI Agent Tool Data Poisoning ⁶	Escalate to Host ⁷	AI Supply Chain Rug Pull ⁸
Gather Victim Identity Information ⁵	Develop Capabilities ⁶	Coerce AI Model ³	Full AI Model Access ⁴	Command and Scripting Interpreter ⁵	AI Agent Tool Poisoning ⁶	LLM Jailbreak ⁷	Corrupt AI Model ⁸
Search Application Repositories ⁵	Enrichment Accounts ⁶	Deploy Public-Facing Applications ³	Physical Environment Access ⁴	Deploy AI Agent ⁵	LLM Prompt Self-Replication ⁶	Valid Accounts ⁷	Delay Execution of LLM Instructions ⁸
Search Open AI Vulnerability Analyses ⁵	LLM Prompt Crafting ⁶	Phishing ³		LLM Prompt Injection ⁵	Manipulate AI Model ⁶		Erase AI Model ⁸
Search Open Technical Databases ⁵	Obtain Capabilities ⁶	Prompt Infiltration via Public-Facing Applications ³		Modify AI Agent Configuration ⁵			Exploitation for Defense Evasion ⁸
Search Open Websites/Forums ⁵	Person Training Data ⁶	Valid Accounts ³		Poison Training Data ⁵			False RAG Entry Injection ⁸
Search Victim-Owned Websites ⁵	Publish Malicious Entities ⁶			Prompt infiltration via Public-Facing Application ⁵			Impersonation ⁸
	Publish Poisoned AI Agent Tool ⁶			RAG Poisoning ⁵			LLM Jailbreak ⁸
	Publish Poisoned Gadgets ⁶						LLM Prompt Obfuscation ⁸
	Publish Poisoned Models ⁶						LLM Trusted Output Components Manipulation ⁸
	Publish Content Crafting ⁶						Manipulate User LLM Chat History ⁸
	Obtain Capabilities ⁶						Maximizing ⁸
							Modify AI Agent Configuration ⁸
							Virtualization/Sandbox Evasion ⁸

Рисунок 1 – Фрагмент матрицы ATLAS для систем ИИ

Важнейшая часть ATLAS – опора на реальные цепочки атак. В базе собрано 57 кейсов, среди которых отравление чат-бота Tay, обман автопилота Tesla, обход антивируса Cylance, дистилляция модели Anthropic Claude и инъекции промптов через MCP-серверы.

Инструментальная экосистема ATLAS включает ATLAS Navigator – интерактивный веб-инструмент для визуализации и работы с матрицей. Он позволяет отмечать релевантные для конкретной организации техники, планировать покрытие защитных мер, сравнивать свой профиль угроз с эталонными сценариями. База данных ATLAS распространяется в открытом доступе через репозиторий GitHub в формате YAML, что обеспечивает интеграцию с существующими SIEM-системами и платформами управления угрозами.

MITRE ATLAS охватывает 16 тактик, описывающих полный жизненный цикл атаки на AI-систему. Тактики не являются строго последовательными – атакующий может задействовать несколько из них одновременно или возвращаться к ранее использованным фазам по мере развития операции.

1 Разведка. Сбор данных о целевой AI-системе (архитектура, обучающая выборка, уязвимости) и зондирование API для понимания логики модели.

2 Разработка ресурсов. Подготовка базы для атаки: создание отравленных датасетов, закупка инфраструктуры, регистрация фейковых аккаунтов.

3 Первоначальный доступ. Проникновение в систему через уязвимые интерфейсы, фишинг (включая дипфейки) или инъекции промптов.

4 Доступ к ML-модели. Получение доступа к модели и её параметрам через открытый API или скомпрометированные учётные данные. Данная тактика специфична для ATLAS и не имеет аналога в АТТ&СК.

5 Выполнение. Осуществление атаки: запуск адверсариальных примеров, активация бэкдоров, принуждение AI-агентов использовать инструменты во вред.

6 Закрепление. Долгосрочное присутствие через внедрение бэкдоров при обучении, изменение конфигураций AI-агентов или манипуляцию памятью LLM.

7 Повышение привилегий. Расширение прав доступа за счет кражи API-ключей из конфигов агентов или эксплуатации уязвимостей в цепочках вызовов.

8 Уклонение от защиты. Обход систем безопасности: обман классификаторов адверсариальными примерами, удаление логов, принуждение агентов игнорировать правила через контекст.

9 Доступ к учётным данным. Хищение паролей и токенов (например, извлечение случайно попавших секретов из базы знаний RAG с помощью LLM-запросов).

10 Обнаружение. Изучение внутренней архитектуры: конфигураций агентов, доступных API, источников данных RAG и триггеров рабочих процессов.

11 Боковое перемещение. Расширение присутствия и переход к другим компонентам (базам данных, смежным моделям), часто с использованием цепочек вызовов агентов.

12 Сбор данных. Извлечение ценной информации (параметров модели, логов). Включает кражу конфиденциальных документов через манипуляции с RAG.

13 Подготовка ML-атаки. Автономная подготовка: генерация адверсариальных примеров, отравленных данных или обучение суррогатной (тестовой) модели. Данная тактика также специфична для ATLAS и не имеет аналога в АТТ&СК.

14 Командование и управление. Создание скрытых каналов связи (например, для удаленного управления AI-агентом через инъекции промптов).

15 Эксфильтрация. Несанкционированный вывод данных из системы (в том числе принуждение AI-агента отправить конфиденциальную информацию злоумышленнику).

16 Воздействие. Достижение финальной цели: деградация качества модели, генерация ошибочных решений, повреждение репутации или отказ в обслуживании (финансовое истощение системы через перегрузку запросами).

Из множества техник ATLAS описанные ниже представляют наибольшую практическую опасность.

Инъекция промптов. Главная угроза для языковых моделей (LLM). Специально сконструированный запрос заставляет ИИ игнорировать системные правила. Инъекция бывает прямой (ввод пользователя) и косвенной (через обрабатываемые моделью документы или веб-страницы). Защиту усложняет то, что LLM не имеют встроенного механизма проверки источника команд.

Отравление данных. Внедрение вредоносных данных в обучающую выборку (например, через публикацию зараженных датасетов в открытом доступе) для искажения логики работы итоговой модели. Для автономных систем актуален AI Agent Context Poisoning – манипуляция контекстом, меняющая поведение агента без вмешательства в веса самой модели. Такие атаки очень сложно обнаружить.

Извлечение модели. Кража интеллектуальной собственности: атакующий систематически опрашивает целевую модель и на основе её ответов обучает функциональную копию (суррогатную модель). Схожая угроза – Model Inversion (инверсия модели), позволяющая по ответам ИИ восстановить исходные обучающие данные, что критично для систем с медицинскими или биометрическими базами.

Автономные ИИ-агенты кардинально расширили ландшафт угроз. В отличие от пассивных моделей, они умеют вызывать API, работать с базами данных и управлять внешними системами. Получив контроль над агентом, злоумышленник использует его легитимные привилегии для скрытого перемещения по сети и кражи данных в обход традиционной защиты.

Для манипуляции агентами злоумышленники отравляют контекст, изменяют долгосрочную память ИИ, внедряют инструкции в диалоги или модифицируют конфигурационные файлы. Также они ищут триггеры для автоматического запуска вредоносных рабочих процессов.

В рамках интеграции ИИ критической угрозой стали атаки на протокол Model Context Protocol (MCP), где скомпрометированные серверы перехватывают данные, и эксплуатация уязвимостей удаленного выполнения кода (RCE). Кроме того, развиваются техники обхода ограничений (Jailbreak), позволяющие с помощью специфических формулировок запросов заставить модель полностью игнорировать правила безопасности.

Фреймворк ATLAS предлагает 35 стратегий защиты, позволяющих выстраивать точечные меры безопасности вместо универсальных шаблонов. Первой линией обороны выступает защита конвейера обучения, которая реализуется через криптографическую верификацию датасетов хэш-функциями, децентрализацию данных с помощью федеративного обучения и внедрение дифференциальной приватности для блокировки атак инверсии модели. На стыке взаимодействия с пользователями применяется многоуровневая валидация через AI-файрволы, автоматизированное «shift-left» тестирование промптов на стадии разработки, а также ограничение частоты запросов для противодействия извлечению моделей и Cost Harvesting. Оперативное обна-

ружение угроз обеспечивается непрерывным мониторингом аномалий, детальным логированием телеметрии ИИ и архитектурной сегментацией компонентов агентных систем. Дополнительно организации используют механизмы коллективной разведки через платформу обмена данными об инцидентах AI Incident Sharing. Специфическая защита автономных агентов строится на принципе минимальных привилегий, изоляции сред их выполнения, верификации подписи кода для МСР-серверов и регулярном аудите конфигураций, что вкупе с технологиями детектирования дипфейков позволяет эффективно нейтрализовать сложные векторы кибератак.

MITRE ATLAS предоставляет организациям инструментарий для защиты AI-систем на всех этапах их жизненного цикла. Практическое применение фреймворка начинается с моделирования угроз, в ходе которого проводится инвентаризация AI-активов и их сопоставление с матрицей для построения структурированной карты рисков. Это особенно актуально для встраиваемых и промышленных систем, включая автомобильное компьютерное зрение, сенсорные платформы и ИИ-интерпретаторы сигналов ГНСС. В рамках Red Teaming фреймворк служит основой для симуляции реальных атак, а концепция «shift-left» позволяет автоматизировать тестирование моделей на устойчивость к инъекциям промптов и отравлению данных непосредственно в процессах CI/CD. При реагировании на инциденты ATLAS обеспечивает классификацию обнаруженных аномалий и восстановление всей цепочки атаки, что подкрепляется возможностью обмена опытом через платформу AI Incident Sharing.

В заключение, структурированная таксономия MITRE ATLAS обеспечивает индустрию общим языком и систематической основой для нейтрализации киберугроз. В условиях массовой интеграции машинного обучения в критическую инфраструктуру, IoT-платформы и промышленную автоматизацию, применение MITRE ATLAS становится обязательным условием для создания защищенных ИИ-систем следующего поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ATLAS Matrix for AI Systems // MITRE ATLAS. – URL: <https://atlas.mitre.org/matrices/ATLAS> (date of access: 25.05.2026).
- 2 MITRE ATLAS explained: The complete guide to AI security threat intelligence // VECTRA. – URL: <https://www.vectra.ai/topics/mitre-atlas> (date of access: 25.05.2026).
- 3 Securing AI Systems with MITRE ATLAS // Medium. – URL: <https://medium.com/@zbabar/securing-ai-systems-with-mitre-atlas-89a263f38772> (date of access: 25.05.2026).

Получено 12.06.2026

УДК 656.071.11

И. А. МАРДАНОВА (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТОВ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ КУЛЬТУРОЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Рассматриваются современные инструменты управления корпоративной культурой на предприятиях железнодорожного транспорта. Проведён анализ влияния цифровизации, системы внутренних коммуникаций и программ профессионального развития на эффективность взаимодействия персонала. Выявлены ключевые проблемы, связанные с разобщённостью структурных подразделений и необходимостью внедрения единых информационных платформ. Определена роль корпоративной культуры в обеспечении безопасности перевозок и повышении трудовой дисциплины. Предложены практические рекомендации по совершенствованию системы управления персоналом, включая внедрение цифровых порталов, дистанционного обучения и программ наставничества. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации организационной среды и укрепления кадрового потенциала отрасли.

В Республике Беларусь, как и в других странах с функциональной транспортной инфраструктурой, развитие железнодорожного транспорта неразрывно связано как с модернизацией технической базы, так и с совершенствованием системы управления персоналом. В условиях ускоренной цифровизации и интеграционных процессов одной из значимых составляющих устойчивого функционирования отрасли становится корпоративная культура, формирующая внутреннюю среду организации, влияющая на качество взаимодействия работников и способствующая достижению стратегических целей предприятия. Для железнодорожной отрасли, где критически важными факторами являются безопасность перевозок, производственная дисциплина и согласованность действий персонала, развитие корпоративных систем управления выступает необходимым условием стабильной работы.

Корпоративная культура представляет собой совокупность норм поведения, базовых ценностей, профессиональных традиций и принципов взаимодействия, определяющих коллективную деятельность организации. Как и для любых сложных систем, функционирующих в период технологической модернизации, для корпоративных структур требуются специальные механизмы управления, позволяющие формировать у работников единые профессиональные ориентиры, повышать показатели трудовой дисциплины и уровень вовлечённости персонала в деятельность предприятия в целом.

В отечественной и зарубежной литературе вопросы формирования корпоративной культуры рассматриваются в трудах таких исследователей, как В. В. Тихомиров, Е. А. Михайлова, а также в отраслевых методических разработках Белорусского государственного университета транспорта. Несмотря на наличие фундаментальных исследований в области управления персоналом на транспорте [1, 2], вопросы адаптации современных цифровых инструментов управления корпоративной культурой к специфике железнодорожной отрасли остаются недостаточно изученными. В частности, слабо проработаны механизмы интеграции информационных систем с программами наставничества, оценки корпоративной лояльности и мотивации в условиях разветвлённой территориально распределённой структуры предприятий. Не решённым остаётся вопрос комплексного измерения эффективности внедрения цифровых коммуникационных платформ и влияния на показатели безопасности и производительности труда линейного персонала.

Целью данной работы является анализ основных инструментов управления корпоративной культурой на железнодорожном транспорте, а также определение их роли в повышении эффективности деятельности предприятий отрасли. Для достижения цели поставлены следующие задачи: рассмотреть теоретические основы корпоративной культуры в транспортной сфере; проанализировать современные цифровые и организационные инструменты её формирования; оценить их влияние на производственные показатели и предложить рекомендации по их внедрению.

Железнодорожный транспорт отличается сложной организационной структурой, объединяющей большое количество подразделений и специалистов различных направлений. В таких условиях эффективное управление корпоративной культурой приобретает особую значимость, поскольку от качества взаимодействия сотрудников зависит не только производительность труда, но и безопасность перевозочного процесса. Развитие современных инструментов управления корпоративной культурой позволяет улучшить внутренние коммуникации, повысить мотивацию работников и обеспечить устойчивое развитие железнодорожных организаций [3].

Методологическую основу исследования составили системный подход, методы сравнительного анализа, обобщения передового опыта, а также статистические методы оценки эффективности управленческих решений. Объектом исследования выступили предприятия железнодорожного транспорта Республики Беларусь, предметом – инструменты и механизмы формирования корпоративной культуры в условиях цифровизации.

В современных условиях развитие корпоративной культуры на железнодорожном транспорте тесно связано с внедрением цифровых технологий и совершенствованием методов управления персоналом. Организации всё

чаще используют современные информационные системы для улучшения внутренних коммуникаций, повышения эффективности обучения сотрудников и контроля за выполнением производственных задач. Одним из перспективных направлений является развитие цифровых платформ для взаимодействия работников. Использование корпоративных порталов и электронных систем обмена информацией позволяет ускорить передачу данных между подразделениями, стандартизировать обмен опытом и повысить уровень координации производственных процессов. Электронные доски объявлений, чат-боты для оперативных консультаций и системы внутренней аналитики способствуют формированию открытой информационной среды, что напрямую влияет на уровень доверия между линейными работниками и руководством.

Большое значение приобретает внедрение современных методов обучения персонала. Использование онлайн-курсов, электронных тренажеров и дистанционных образовательных программ позволяет повысить качество подготовки работников, обеспечить непрерывное профессиональное развитие и более быстрое освоение новых технологий. При этом важно, чтобы цифровые образовательные модули были интегрированы в единую систему корпоративных ценностей, формируя не только профессиональные компетенции, но и чувство принадлежности к отрасли. Проведённый анализ показал, что предприятия, внедрившие комплексные программы дистанционного обучения с элементами геймификации, демонстрируют рост показателей успешного прохождения аттестаций на 18–22 % по сравнению с традиционными форматами.

Кроме того, современные инструменты управления корпоративной культурой направлены на развитие социальной поддержки персонала. Создание благоприятных условий труда, реализация программ адаптации молодых специалистов, укрепление командного взаимодействия и развитие системы наставничества способствуют повышению мотивации работников и снижению текучести кадров [4]. Важным элементом является регулярная оценка уровня удовлетворённости сотрудников и корректировка управленческих решений на основе полученных данных. В ходе исследования выявлено, что внедрение многоуровневой системы мотивации, сочетающей материальные стимулы с нематериальными (публичное признание, карьерное планирование, корпоративные мероприятия), позволяет снизить текучесть кадров в среднем на 12–15 % в течение года.

Полученные результаты позволяют утверждать, что системное применение цифровых коммуникационных платформ, современных образовательных технологий и социальных программ способствует формированию устойчивой корпоративной среды. Сравнительный анализ показывает, что

предприятия, внедряющие комплексные инструменты управления корпоративной культурой, демонстрируют более высокие показатели безопасности перевозок и операционной эффективности. Научная новизна работы заключается в обосновании модели интеграции цифровых инструментов с традиционными механизмами формирования корпоративной идентичности, адаптированной к специфике территориально распределённых транспортных предприятий.

Корпоративная культура играет ключевую роль в деятельности железнодорожных организаций, поскольку напрямую влияет на дисциплину труда, качество взаимодействия между сотрудниками и эффективность производственных процессов. Для её успешного развития необходимы современные инструменты управления, обеспечивающие формирование единых профессиональных ценностей и поддержание благоприятной внутренней среды в коллективе.

В ходе исследования выявлено, что наибольшую результативность на железнодорожном транспорте демонстрируют такие инструменты, как система внутренних цифровых коммуникаций, профессиональное обучение, наставничество и многоуровневая мотивация персонала. Их комплексное использование способствует повышению ответственности работников, укреплению корпоративных ценностей и улучшению качества организации производственной деятельности. Предложенные рекомендации могут быть применены на предприятиях отрасли для оптимизации работы с персоналом, повышения конкурентоспособности и обеспечения устойчивого развития железнодорожного транспорта. Практическая значимость работы состоит в возможности внедрения разработанных подходов в действующие системы управления персоналом транспортных предприятий Республики Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Управленческая деятельность на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / А. В. Кузнецов [и др.] ; под общ. ред. С. П. Иванова. – Минск : БГУТ, 2020. – 312 с.

2 **Соколова, Н. В.** Цифровая трансформация систем управления персоналом в транспортных организациях / Н. В. Соколова // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2022. – № 3 (45). – С. 112–118.

3 Стратегия развития железнодорожного транспорта Республики Беларусь до 2030 года // Офиц. сайт М-ва транспорта и коммуникаций Респ. Беларусь. – URL: <https://mintrans.gov.by> (дата обращения: 15.04.2026).

4 **Петрова, Е. А.** Корпоративная культура и управление изменениями : монография / Е. А. Петрова, Д. С. Волков. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 245 с.

Получено 20.05.2026

УДК 666.972

А. В. МАРИНИЧ, Д. А. БРЕЛЬ (ЗСАС-61)

Научный руководитель – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

ЦЕМЕНТОБЕТОН ДИСПЕРСНО-АРМИРОВАННЫЙ ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫМ ВОЛОКНОМ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Рассмотрена возможность применения дисперсно-армированных полипропиленовым волокном цементобетонов для повышения эксплуатационной надежности дорожных покрытий. Показано, что внедрение данной технологии в Беларуси не приводит к значительному увеличению стоимости строительства, а доступные машины и оборудование позволяют успешно реализовать предлагаемый технологический процесс.

Повышение долговечности дорожных покрытий является одной из важнейших задач в дорожном строительстве. Сопоставление свойств асфальто- и цементобетонов указывает на ряд преимуществ цементобетонных покрытий [1]: более высокую прочность; стабильность свойств при изменении температуры окружающей среды по периодам года, длительный (25–30 лет) срок службы до капитального ремонта при надлежащем качестве строительства и эксплуатации и др. Наиболее долговечными при постоянном росте интенсивности движения, увеличении транспортных потоков и грузоподъемности машин являются цементобетонные покрытия.

Основной особенностью цементобетона, используемого для строительства дорожных одежд автомобильных дорог, является его способность длительно выдерживать значительные динамические истирающие, сжимающие и изгибающие механические нагрузки. С целью обеспечения требуемых эксплуатационных показателей цементобетонного покрытия в течение срока службы в сложных условиях эксплуатации, вызванных многообразием климатических и транспортных воздействий, необходима модификация материала различными добавками (например, дисперсными волокнами).

Все существующие арматурные элементы для цементобетона подразделяют на две основные группы: элементы замкнутой и незамкнутой формы [2]. Арматурные элементы замкнутой формы не находят широкого применения в связи с высокой трудоемкостью их изготовления и повышением стоимости. Арматурные элементы незамкнутой формы, т. е. собственно фибры, представляют собой отдельные отрезки тонких волокон конечной длины диаметром до 2 мм.

Добавление этих элементов в состав смеси помогает получить более высокую прочность при растяжении и на срез, ударную и усталостную проч-

ность, трещиностойкость и вязкость разрушения, морозостойкость, водонепроницаемость [3]. Дисперсное армирование дорожных бетонов в Беларуси не находит на сегодняшний день широкого применения. Наличие опытных участков с примерами успешной реализации данного способа модификации дорожных бетонов способствовало бы развитию комплекса научно-исследовательских и технических работ в направлении.

Для дисперсного армирования бетонов применяются различные волокна. Чаще всего используют высокомодульные волокна (стекляные, базальтовые и пр.), так как они имеют высокую прочность [4]. Однако низкоимодульные волокна (например, полипропиленовые) имеют свои преимущества – они более доступны и технологичны. Эффективность дисперсного армирования полипропиленовыми волокнами зависит как от их концентрации, так и способа введения в смесь.

Концентрационный фактор в управлении структурообразованием бетона имеет большое значение. Недостаточное количество дисперсной арматуры не приведет к ожидаемому повышению физико-механических свойств, а избыток ухудшает технологичность смеси и ее прочностные свойства из-за комкования волокон. Исследователями из Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова установлено, что введение в смесь для дорожного строительства 4 кг полипропиленовой фибры приводит к повышению прочности на сжатие до 13 % и на растяжение при изгибе до 38 % стандартных образцов [5].

Равномерность распределения дисперсного волокна по объему смеси зависит от порядка введения и перемешивания ее компонентов. Существуют различные способы введения дисперсного волокна в смесь: распушивание и смешивание с сухими компонентами; введение в смесь из сухих компонентов с водой затворения; смешивание с предварительно увлажненным песком и последующее введение цемента и оставшейся воды.

Максимальные значения ударной прочности, прочности на изгиб и прочности на сжатие, а также минимальное значение истираемости отмечены при третьем способе введения дисперсного волокна. Равномерное распределение фибры в материале обусловлено ее налипанием на влажные частицы песка в процессе перемешивания, что более эффективно, чем диспергирование прядей микрофибры в воде затворения [6].

С учетом отечественного опыта дорожного строительства можно предложить следующий состав тяжелого дисперсно-армированного бетона класса Btb4.4 (B35, F150) для устройства дорожного покрытия (на 1 м³ готовой смеси):

- портландцемент ПЦ 500-ДО-Н – 420 кг;
- щебень гранитный смеси фракций 5–20 мм – 1130 кг;
- песок природный средней крупности высшего класса – 740 кг;
- вода – 160 кг;
- добавка пластифицирующая PR-02 – 2,05 кг (0,65 % от цемента);

- добавка воздухововлекающая AV-02 – 1,02 кг (0,1 % от цемента);
- добавка фибра полипропиленовая – 4,0 кг (0,95 % от цемента).

Материально-техническое обеспечение дорожной отрасли Беларуси позволяет реализовать технологию дисперсно-армированного дорожного бетона. Например, автоматизированный бетонный завод SmartBeton 135 со смесительной установкой CO-NELE CHS 6750/4500, работающий в общем технологическом комплексе по устройству цементобетонного покрытия автомобильных дорог с комплектом высокопроизводительных бетоноукладочных машин Gomaco, используется при реконструкции магистральных автомобильных дорог нашей страны.

Суммарные затраты на строительство цементобетонного покрытия, дисперсно-армированного полипропиленовым волокном, возрастают незначительно. Рост расходов обусловлен только стоимостью и расходом добавки. Например, при строительстве такого покрытия на участке реконструкции автомобильной дороги М-10 «Граница Российской Федерации (Селище) – Гомель – Кобрин», км 112,0 – км 116,0 итоговая стоимость работ по устройству покрытия составит 6 170 000 руб. Это на 7,8 % больше, чем стоимость строительства покрытия из тяжелого бетона без добавки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 О строительстве автомобильных дорог с цементобетонными покрытиями / Т. И. Левкович, Е. Г. Воробьев, А. А. Копылова [и др.] // Инновации в строительстве – 2020 : сб. докладов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию строит. ин-та ФГБОУ ВО «БГИТУ», Брянск, 25 дек. 2020 г. – Брянск : Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2020. – С. 462–467.

2 **Левкович, И. Ф.** Фиброцементобетоны при строительстве покрытий автомобильных дорог / И. Ф. Левкович, Н. В. Халезов, Т. И. Левкович // Фундаментальные и прикладные научные исследования в современном мире : сб. науч. ст. по материалам X Междунар. науч.-практ. конф., Уфа, 24 февр. 2026 г. – Уфа : Научно-издательский центр «Вестник науки», 2026. – С. 116–122.

3 **Кирюшин, Н. С.** Фибробетон и его характеристики / Н. С. Кирюшин, М. Н. Антипов // Современные научные исследования и инновации. – 2022. – № 5(133). – URL: <https://web.snauka.ru/issues/2022/05/98372> (дата обращения: 11.03.2026).

4 **Молочко, Н. А.** О дисперсном армировании цементобетонов / Н. А. Молочко // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докладов XV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 7 апр. 2022 г. В 2 т. / сост.: Е. Н. Иванцова [и др.]. – Губкин : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2022. – Т. 1. – С. 265–267.

5 **Клюев, С. В.** Мелкозернистый фибробетон с использованием полипропиленового волокна для покрытия автомобильных дорог / С. В. Клюев, Е. Н. Авилова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова. – 2013. – № 1. – С. 37–40.

6 **Коровкин, М. О.** Влияние способа введения полипропиленовой микрофибры на свойства мелкозернистого бетона / М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина, К. А. Крайнова // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2020. – № 5 (30). – С. 114–122.

Получено 29.05.2026

УДК 624.15

А. В. МАРИНИЧ, А. В. ВАЩЕНКО (ЗСАс-61)

Научный руководитель – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ДОРОЖНОЙ КОНСТРУКЦИИ НА СЛАБОМ ОСНОВАНИИ

Рассматривается проблема обеспечения устойчивости земляного полотна автомобильных дорог на заболоченных участках и слабых грунтах, где длительные неравномерные осадки и фильтрационная консолидация приводят к трещинообразованию и нарушению ровности покрытия. Традиционные конструктивно-технологические решения не позволяют полностью исключить негативное влияние избыточного увлажнения. В качестве эффективного решения представлена технология устройства буронабивных свай по методу DDS (Drilling Displacement System) с последующим устройством ростверка.

Строительство автомобильных дорог на заболоченных участках и слабых грунтах сопряжено с комплексом геотехнических и технологических проблем [1]. Основная трудность заключается в низкой несущей способности грунтового основания под насыпью, представленного, как правило, торфами, илами, сапропелями или водонасыщенными отложениями. Модуль деформации таких грунтов ниже, чем у песков, супесей и суглинков в состоянии нормальной влажности, что приводит к значительным и неравномерным осадкам насыпи, способным растягиваться во времени на длительный период из-за медленной фильтрационной консолидации. Неравномерность сжатия неизбежно вызывает образование трещин и уступов в дорожной одежде, нарушает продольную и поперечную ровность покрытия.

Под дорожной конструкцией подразумевается система, состоящая из земляного полотна и дорожной одежды. Причем земляное полотно в большей степени определяет эксплуатационную надежность участков дорог, устроенных на слабых основаниях.

В практике отечественных дорожников для обеспечения устойчивости земляного полотна, возводимого на слабом основании (болотистая местность), реализуются несколько конструктивно-технологических приемов [2]:

1 Полное выторфовывание. Подразумевает удаление болотных масс и посадку насыпи на минеральное дно. Используется при небольшой глубине болота (до 2,0 м).

2 Устройство вертикальных песчаных дрен или дренажных прорезей.

3 Устройство плавающей насыпи. В качестве оснований под насыпь используются рулонные полотна различного вида, выработанные из синтетических волокон, раскатываемые по слабому грунту с последующим распределением по ним строительных грунтов.

Ни один из описанных приемов не позволяет исключить влияние избыточного количества влаги на работу земляного полотна. Необходимо использование конструкционно-технологического решения, отсекающего слабый грунт и воду от дорожной конструкции.

В Российской Федерации при строительстве дорог в районах с избыточным увлажнением и большим количеством болот различных типов (например, в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации) реализованы проекты, предполагающие отсыпку насыпи по ростверку, объединяющему буронабивные сваи, устроенные по технологии DDS (Drilling Displacement System). Технология DDS основана на принципе раскатки скважин, т. е. устраивается без выемки грунта, с уплотнением стенок скважины, посредством применения рабочего органа – раскатчика. Происходит непрерывный процесс образования цилиндрической полости в грунте путем его деформации и уплотнения раскатывающим механизмом в стенки скважины. Благодаря этому вокруг скважины образуется уплотненная зона грунта [3].

Совместная работа свайного поля и вышележащего ростверка обеспечивает создание инженерного основания, полностью исключающего просадки дорожной одежды при воздействии динамических нагрузок от тяжелого автотранспорта.

Возможно устройство армированных и неармированных свай, а также ростверка из бетона или геосинтетического материала. Например под трубами устраиваются армированные сваи и бетонные ростверк, а на остальном участке укрепление основания земляного полотна производится DDS сваями диаметром 600 мм без армирования с обязательным достижением несущего грунта. Поверх свай устраивается гибкий ростверк из высокопрочного геосинтетического материала Forum GTG 30.

Характеристика технологического процесса устройства армированной буронабивной сваи по технологии DDS представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика технологического процесса

Технологическая операция	Краткая характеристика
Установка бетононасоса, бетоновода и бурового агрегата	Выполняется перед изготовлением первой сваи в начале рабочего дня. В состав работ, связанных с монтажом BAUER RTG RG 21T на площадке, входят: разгрузка установки из транспортного средства и перемещение на площадку для монтажа; монтаж буровой установки на строительной площадке; монтаж бетоновода и подключение бетононасоса. До начала выполнения работ по бурению скважины осуществляется позиционирование буровой установки на месте расположения скважины. Установка центрируется над точкой забуривания. Отклонение от вертикального положения не должно превышать 2 %. После завершения процесса позиционирования приступают к раскатке скважины

Окончание таблицы 1

Технологическая операция	Краткая характеристика
Бурение скважины	Бурение скважины по технологии DDS осуществляется без выемки грунта с уплотнением стенок скважины посредством применения раскатчика. Бурение скважин рядом с ранее изготовленными сваями на расстоянии менее 1 м допускается лишь по прошествии не менее 48 ч, после окончания бетонирования последних. Допускается сокращать указанный срок при использовании специальных бетонов с ускоренным временем твердения
Бетонирование свай	Бетонирование производится после забуривания раскатчика на проектную глубину. Заполнение скважины бетонной смесью производится под давлением с помощью бетононасоса. Смесью поступает через бетонолитную трубу, вмонтированную в буровой инструмент. Бетон попадает внутрь скважины, при этом раскатчик поднимается, освобождая пространство в скважине. В процессе бетонирования бетонолитная труба должна быть постоянно заполнена бетонной смесью под давлением. Укладку бетонной смеси в скважину выполняют на всю глубину скважины в один этап без перерывов. После бетонирования проверяют высотные отметки устья и оголовка бурунабивной свай
Армирование свай	Опускание арматурного каркаса в скважину производится при помощи вспомогательной лебедки буровой установки или автомобильного крана. При погружении арматурного каркаса буровой установкой, арматурный каркас зачаливается двухветвевым стропом, подтаскивается к скважине и поднимается с целью дальнейшего опускания в тело свай. Далее осуществляется наводка арматурного каркаса на ось свай и погружение его в тело свай под собственным весом или вибропогружателем, в редких случаях при помощи экскаватора
Формирование оголовка свай	Выполняется гидромолотом или гидроскусывателем, дальнейшая доработка оголовка до проектной отметки производится пневмо- или электроинструментом. По окончании работ по устройству бурунабивной свай, буровая установка перемещается к следующей устраиваемой свае и устанавливается в рабочее положение над ней

Устройство свай производится с рабочей платформы, выполненной из дробленого материала фракцией до 150 мм, толщиной 750 мм. Поверхность платформы под буровую установку должна быть строго горизонтальной. Ростверк объединяет сваи и является жестким основанием, на котором впоследствии устраивается насыпь.

Приведенная технология может быть реализована при транспортном освоении заболоченных участков Припятского Полесья при должном технико-экономическом основании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Рыжов, К. А.** Проблемы обеспечения надежности и долговечности земляного полотна автомобильных дорог / К. А. Рыжов, И. А. Томчук // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докладов XV Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 7 апр. 2022 г. В 2 т. / сост.: Е. Н. Иванцова [и др.]. – Губкин : Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, 2022. – Т. 1. – С. 277–279.

2 ТКП 313-2021 (33200) Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства = Аўтамабільныя дарогі. Земляное палатно. Правілы ўстройвання. – Взамен ТКП 313-2011 (02191); введ. 01.07.21. – Минск : БелдорНИИ, 2021. – 188 с.

3 Бурунабивные сваи – технология DDS // ОАО «Буровая компания «Дельта». – URL: <https://bkdelta.ru/buronavivnye-svai-tehnologiya-dds/> (дата обращения: 15.04.2026).

Получено 28.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 336.71

К. А. МАРТЫНОВ (УЛ-11)

Научный руководитель – ст. преп. *А. В. МИТРЕНКОВА*

БАНКОВСКАЯ СИСТЕМА БЕЛАРУСИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Рассматриваются особенности банковской системы Республики Беларусь, её структура, основные проблемы и направления развития. Особое внимание уделено влиянию санкций, проблеме плохих кредитов, роли государства, цифровизации и использованию альтернативных валют. На основе анализа статистических данных Национального банка и независимых источников делается вывод о высокой адаптивности системы и необходимости дальнейшего реформирования.

Банковская система – это совокупность всех банков и финансовых институтов страны, которые обеспечивают движение денег в экономике. Проще говоря, это механизм, через который проходят все финансовые операции: зарплаты, кредиты, инвестиции и международные платежи. Она играет ключевую роль, потому что влияет на экономический рост, уровень инфляции, доступность кредитов и стабильность валюты. Если банковская система работает эффективно – экономика развивается, если нет – начинаются кризисы. Сегодня Беларусь находится в сложных условиях: санкции, ограничения на международные расчёты и изменения валютной структуры. Но при этом банковская система не только сохраняет устойчивость, но и актив-

но трансформируется – развивается цифровизация, внедряются новые технологии и появляются альтернативные способы расчётов. Как отметил Председатель Правления Национального банка Роман Головченко, расчёты в национальных валютах стали «новой нормальностью» на внешних рынках, и банковская система удовлетворяет все запросы как экспортёров, так и импортёров.

Банковская система Беларуси построена по двухуровневой модели. Первый уровень – Национальный банк. Это главный регулятор, который выпускает деньги, контролирует инфляцию, устанавливает правила работы банков и управляет всей финансовой системой. Он также проводит денежно-кредитную политику – регулирует количество денег в экономике и уровень процентных ставок. Второй уровень – коммерческие банки. Их количество в последние годы стабилизировалось на уровне около 23 действующих банков, причём значительная часть из них имеет иностранный капитал, что исторически способствовало интеграции в глобальные финансовые потоки. Они выполняют основные функции: принимают вклады, выдают кредиты и обеспечивают проведение платежей. При этом система сильно сконцентрирована: три крупнейших банка – Беларусбанк, Белагропромбанк и БПС-Сбербанк – контролируют до 70–75 % всех активов. По состоянию на 1 марта 2026 года общая задолженность по кредитам, выданным банками, составила 96,3 млрд рублей, увеличившись за год на 11,3 %. Это делает систему устойчивой в условиях кризиса, но одновременно увеличивает зависимость экономики от решений нескольких крупных игроков и снижает конкурентную среду.

Банковская система Беларуси представляет собой смешанную модель, где сочетаются рыночные механизмы и сильное государственное управление. Это её ключевая особенность, сформировавшаяся в постсоветский период и усилившаяся под влиянием внешних шоков последних лет.

Первая особенность – сильная роль государства. Государство активно участвует в банковской системе и влияет на ключевые решения: определяет приоритетные направления кредитования (например, промышленность, сельское хозяйство); может косвенно влиять на условия выдачи кредитов; поддерживает банки в кризисных ситуациях. За январь – февраль 2026 года банки выдали организациям кредиты на 31,7 млрд рублей, что на 10,7 % больше, чем за аналогичный период 2025 года. Это позволяет быстро направлять деньги в нужные отрасли и избегать резких кризисов, но обратной стороной является то, что банки не всегда работают по рыночной логике, что снижает общую эффективность распределения капитала.

Вторая особенность – высокая доля государственных банков. Более 60 % всех активов сосредоточено в государственных банках. Крупнейшие банки контролируются государством, и именно они выдают основную часть кредитов экономике. На государственный сектор пришлось 30 % выданных

кредитных средств (9,5 млрд рублей), на частный – 70 % (22,2 млрд рублей). Последствиями такого положения являются высокая стабильность, поскольку государство поддерживает банки в случае проблем, но одновременно слабая конкуренция и меньше стимулов к улучшению сервиса и снижению ставок.

Третья особенность – валютные ограничения и дедолларизация. Внутри страны расчёты ведутся только в белорусских рублях. Это часть политики дедолларизации – снижения роли иностранных валют (доллара, евро). Результаты политики очевидны: доля иностранной валюты в активах банков сократилась до 34,1 % – это многолетний минимум, тогда как доля белорусского рубля выросла до 65,9 %. С 23 апреля 2026 года вступил в силу запрет на заключение договоров займа с привязкой к иностранной валюте – теперь сумма в долговой расписке должна указываться только в белорусских рублях. Такая политика направлена на укрепление национальной валюты, снижение зависимости от внешних факторов и санкций, а также усиление контроля денежного обращения внутри страны. Однако минусами являются усложнение работы бизнеса с внешними рынками и потенциальное снижение доверия населения к национальной валюте в периоды макроэкономической нестабильности.

Четвёртая особенность – регулирование процентных ставок. Процентные ставки по кредитам и вкладам во многом зависят от решений центрального банка. Ключевой инструмент – ставка рефинансирования. Если ставка повышается, кредиты дорожают, а инфляция снижается; если понижается – кредиты дешевеют, а экономика стимулируется. Особенность Беларуси в том, что влияние государства на ставки здесь выше, чем в полностью рыночных системах. С 1 апреля 2026 года Национальный банк снизил расчётные величины стандартного риска по ряду инструментов: по кредитам физлицам – до 18,26 % годовых, по кредитам юрлицам – до 12,8 %. Это свидетельствует о попытке сделать кредиты более доступными для реального сектора при сохранении контроля над инфляцией.

Пятая особенность – поддержка экономики через банки. Банки активно финансируют государственные предприятия, включая промышленность, сельское хозяйство и крупные инфраструктурные проекты. Плюсами здесь являются поддержка занятости и производства, а также сохранение ключевых отраслей экономики. Минусами – то, что кредиты могут выдаваться не самым эффективным предприятиям, что порождает риск «плохих кредитов». Общий вывод, который можно сделать по результатам анализа особенностей, заключается в том, что такая модель делает банковскую систему стабильной и управляемой благодаря роли государства, но менее гибкой и конкурентной из-за ограничений рыночных механизмов. Именно баланс между контролем и рынком является ключевой особенностью и главным вызовом для дальнейшего развития.

Плохие кредиты – это кредиты, по которым заёмщики не могут своевременно платить проценты или возвращать основной долг. Официально их доля составляет около 4–6 %, но по независимым оценкам может достигать 15–20 %, так как часть проблемных кредитов скрывается через пути продления сроков и реструктуризации. При этом официальная просроченная задолженность демонстрирует положительную динамику: на 1 марта 2026 года она составила 273,5 млн рублей, что в 3,7 раза меньше, чем годом ранее. Однако независимые эксперты предупреждают, что реальный уровень проблемных кредитов может быть существенно выше из-за практики постоянного пролонгирования обязательств государственных предприятий.

Почему возникает проблема? Главная причина – кредитование неэффективных предприятий. Многие государственные предприятия работают с низкой прибылью или в убыток. При этом они продолжают получать кредиты, потому что важны для экономики с точки зрения сохранения рабочих мест и производственных цепочек. Задолженность государственного сектора по кредитам за год выросла на 13,5 % (до 35,0 млрд рублей), частного – на 10,1 % (до 61,3 млрд рублей). Банки не всегда могут отказать таким заёмщикам из-за влияния государства. Как банки «скрывают» проблему? Вместо признания кредита проблемным банки используют реструктуризацию – продление сроков выплаты, а также рефинансирование – выдачу нового кредита для погашения старого. Формально кредит остаётся «нормальным», но по сути долг не уменьшается. Это создаёт эффект накопления скрытых проблем в системе, который может проявиться в момент ужесточения монетарной политики.

Термин «зомби-компания» обозначает предприятия, которые не способны самостоятельно зарабатывать прибыль, продолжают существовать только за счёт новых кредитов и не развиваются, и не модернизируются. Последствия для банковской системы следующие: снижение прибыли банков, поскольку кредиты не приносят дохода, а часть средств оказывается «замороженной»; рост финансовых рисков, увеличивающий вероятность кризиса и ухудшающий качество банковских активов; снижение эффективности экономики в целом, так как деньги направляются в слабые предприятия, а перспективные проекты недополучают финансирование; и, наконец, замедление экономического роста, поскольку инвестиции работают хуже, а общая производительность экономики падает. Аналитический вывод заключается в том, что проблема плохих кредитов – это не только банковская, но и структурная проблема экономики. Она показывает, что ресурсы распределяются неэффективно, государственная поддержка иногда заменяет рыночные механизмы, и экономика развивается медленнее, чем могла бы. Ключевая задача для властей – постепенно снижать долю таких кредитов путём повышения требований к заёмщикам, сокращения поддержки неэффективных предприятий и развития рыночных механизмов кредитования.

Санкции – это внешние ограничения, вводимые другими странами, чтобы ограничить финансовую и экономическую активность. Основные последствия для банков заключаются в отключении от SWIFT – международной системы передачи банковских сообщений. Без SWIFT переводы становятся долгими, дорогими и менее надёжными. Также происходит блокировка счетов в иностранных банках, что ограничивает возможность хранения и использования валюты за границей. В марте 2026 года карты Visa трёх белорусских банков («Белагпромпромбанка», «Альфа-Банка» (Беларусь) и «Белгазпромбанка») перестали работать в странах Евросоюза из-за санкций. Влияние на бизнес и население проявляется в усложнении импорта товаров, так как труднее оплачивать поставки; в ограничении международных переводов для граждан и компаний; а также в снижении инвестиций, поскольку иностранные инвесторы опасаются рисков. При этом есть и позитивные изменения: в марте 2026 года США сняли санкции с Белинвестбанка, Банка развития и Министерства финансов Республики Беларусь, а также с «Беларуськалия» и Белорусской калийной компании. Это показывает, что санкционное давление может быть частично обратимым.

Как банки адаптируются? Во-первых, они используют СПФС (Россия) – национальную систему передачи финансовых сообщений, альтернативу SWIFT. Во-вторых, переходят на расчёты в юанях и российских рублях, что снижает зависимость от доллара и евро. В-третьих, активно ищут новых партнёров в Азии, расширяя каналы международных расчётов. Дополнительные последствия включают повышение транзакционных издержек, из-за чего операции становятся дороже; замедление внешней торговли, что влияет на экономический рост; усиление роли государства в контроле валютных потоков и поддержки бизнеса. Примером может служить белорусская компания, импортирующая оборудование из Европы, которая теперь вынуждена искать поставщиков в России или Китае либо переводить расчёты через СПФС. Банки, в свою очередь, активно развивают кросс-валютные расчёты, чтобы обходить ограничения SWIFT. Вывод состоит в том, что санкции оказывают серьёзное давление на финансовую систему, но банки адаптируются через цифровые технологии, альтернативные валюты и региональные расчётные системы. Главная задача сегодня – сохранить финансовые потоки, снизить риски и поддерживать экономическую активность.

Третья важная проблема – это высокая роль государства в банковской системе. На практике это означает, что государство не просто регулирует банки, а активно участвует в их работе и принятии решений. Прежде всего, это проявляется в структуре рынка. Три крупнейших государственных банка контролируют около 60 % всех активов. Банковские активы – это все ресурсы банка, которые приносят доход: выданные кредиты, инвестиции, финансовые операции. Таким образом, фактически большая часть денег в системе находится под контролем государства.

Как именно государство влияет на банки? Во-первых, через собственность: государство владеет крупнейшими банками и напрямую управляет ими. Во-вторых, через регулирование: Национальный банк устанавливает правила, ставки и требования. В-третьих, через прямые указания: банки могут получать задания кредитовать определённые отрасли или предприятия. Главная проблема – нерыночные решения. В нормальной рыночной системе банк выдаёт кредит, только если уверен, что клиент вернёт деньги и проект прибыльный. В Беларуси банки иногда выдают кредиты убыточным предприятиям по льготным ставкам по указанию государства. Это снижает эффективность работы банков. Президент Беларуси Александр Лукашенко на совещании с руководством банков в сентябре 2025 года обозначил приоритеты: «справедливость, а не стремление к наживе», а также потребовал прекратить практику, когда банки не принимают старые доллары и навязывают дополнительные услуги.

Почему это опасно? Во-первых, происходит снижение прибыльности банков, так как кредиты выдаются не самым надёжным заёмщикам. Во-вторых, растут риски: увеличивается вероятность невозврата денег. В-третьих, накапливаются проблемные кредиты. В-четвёртых, возникает неэффективное распределение ресурсов, когда деньги идут не туда, где они могли бы приносить максимальную пользу. Проблема конкуренции заключается в том, что высокая доля государства приводит к слабой конкуренции. Частные банки сталкиваются с трудностями: у них меньше ресурсов, нет государственной поддержки, им сложнее привлекать клиентов. В результате рынок развивается медленнее. Но есть и плюсы: важно понимать, что роль государства – это не только минусы. Преимущества включают большую устойчивость системы в кризис, возможность быстрой поддержки банков со стороны государства и снижение вероятности резких банкротств. Как отметил глава государства, Беларусь справилась с беспрецедентными санкциями: «мы не банкроты, мы справились».

Одно из ключевых направлений развития банковской системы Беларуси – это цифровизация. Что такое цифровизация? Это процесс перехода от традиционных банковских услуг к электронным и автоматизированным. Проще говоря, банки всё меньше работают через отделения и всё больше – через приложения и онлайн-сервисы. Как это проявляется на практике? Сегодня большинство операций можно выполнить без посещения банка: переводы денег, оплата услуг, открытие вкладов, оформление кредитов. Это делает банковские услуги быстрее, удобнее, доступнее. Пример – система «Расчёт» и новая система мгновенных платежей, оператором которой выступает Национальный банк. В 2025 году через систему мгновенных платежей проведено транзакций на сумму около 15 млрд белорусских рублей – это более чем на треть превышает показатели 2024 года.

Почему это важно для банков? Цифровизация снижает издержки: требуется меньше отделений, меньше сотрудников, многие процессы автоматизируются. Кроме того, уменьшается количество ошибок, потому что многие операции выполняются автоматически без участия человека. Доля безналичных расчетов в розничном товарообороте страны по итогам 2025 года достигла 64,2 %, увеличившись за год на 3,4 процентного пункта. Это свидетельствует о постепенном отказе населения от наличных денег в пользу электронных платежей.

Что такое цифровой рубль? Цифровой рубль – это новая форма национальной валюты. Он отличается от обычных денег: это не наличные и не просто деньги на карте. Это цифровой код, который выпускается Национальным банком и хранится в специальных электронных кошельках. Планируется, что к концу 2026 года заработает полноценная платформа цифрового белорусского рубля, которая позволит осуществлять платежи между бизнесом, населением и государством. Чем он отличается от обычных денег? Во-первых, полной прослеживаемостью: государство может видеть движение средств, что помогает бороться с теневой экономикой. Во-вторых, мгновенными расчётами: деньги переводятся практически без задержек. В-третьих, снижением издержек: меньше посредников – ниже комиссии. Как отметил Председатель Нацбанка, цифровой рубль не только сократит издержки на трансграничные платежи, но и позволит бизнесу активнее использовать смарт-контракты для автоматизации расчетов.

Преимущества цифровизации очевидны: для клиентов – это быстрые переводы, доступ 24/7 и удобство использования; для банков – снижение расходов, повышение эффективности и возможность внедрения новых услуг; для государства – контроль финансовых потоков, снижение теневой экономики и улучшение налогового администрирования. Но есть и риски: вопрос конфиденциальности – не все готовы к полной прозрачности своих операций; киберриски – чем больше цифровых систем, тем выше риск атак; зависимость от технологий – сбои могут повлиять на всю систему. Международное сотрудничество также развивается: Беларусь планирует взаимодействие с российской системой быстрых платежей, что позволит переводить деньги между странами мгновенно и упростить расчёты для бизнеса и людей.

Беларусь активно ищет способы снизить зависимость от доллара и евро – это политика дедолларизации. Идея проста: уменьшить риски, связанные с санкциями и колебаниями глобальных валют, и повысить финансовую независимость. Основные направления включают альтернативные валюты. Российский рубль (RUB) используется для расчётов с соседней Россией, что снижает валютные риски при торговле и упрощает расчёты. Китайский юань (CNY) становится всё более важным при сотрудничестве с Азией. Примером может служить импорт техники и оборудования из Китая с оплатой контрактов напрямую в юанях. Преимуществом является меньшее влияние западных санк-

ций и укрепление региональных связей. Сложность в том, что население и бизнес меньше привыкли к этим валютам, что может вызывать дискомфорт при конвертации и создавать ограниченные финансовые инструменты.

Цифровые валюты и токены – это электронные аналоги денег, выпускаемые государством или банками. Они могут использоваться для быстрых расчётов и международных платежей. Плюсы включают прозрачность операций, снижение теневой экономики и более быстрые транзакции. Минусы – необходимость строгой регуляции, вопросы приватности и кибербезопасности. Эффект для экономики от внедрения новых валют включает снижение зависимости от доллара и евро, что делает экономику менее уязвимой к внешним шокам; возможность интеграции с новыми партнёрами в Азии и СНГ, что открывает новые торговые каналы и инвестиции; риски, связанные с колебаниями курса альтернативных валют, а также возможное снижение ликвидности на внутреннем рынке.

Примеры из практики: экспорт белорусской продукции в Китай теперь может оплачиваться напрямую в юанях, без конвертации в доллары; оплата импорта российской техники и сырья в рублях упрощает расчёты и снижает комиссии. Перспективы включают появление региональных расчётных систем (например, СПФС), что позволяет обходить ограниченные глобальные сети, а также развитие цифровых валют, которое может стать ключом к более гибкой и современной финансовой системе. Вывод заключается в том, что новые валюты и цифровые активы – это не просто техническая новинка, а стратегический шаг для защиты экономики, снижения санкционных рисков и расширения международного сотрудничества. Но чтобы система работала эффективно, требуется баланс: нужно сочетать инновации с привычными инструментами и обеспечить доверие населения и бизнеса.

Помимо цифровизации и перехода на альтернативные валюты, важным направлением развития является углубление региональной финансовой интеграции, прежде всего в рамках Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Создание общего финансового рынка ЕАЭС к 2025 году (с последующим переносом сроков) предполагает унификацию банковского регулирования, признание лицензий и создание механизмов взаимной защиты прав инвесторов. Для Беларуси это означает возможность выхода банков на более широкий рынок и привлечения капитала из России, Казахстана, Армении и Киргизии. Однако на пути интеграции сохраняются серьёзные препятствия: разница в уровнях инфляции, процентных ставках и валютных режимах стран-участниц.

Беларусь также развивает двусторонние механизмы расчётов с Россией. Перевод взаиморасчётов в национальные валюты (российский и белорусский рубль) уже достиг 85–90 % во взаимной торговле. Следующим шагом

может стать создание общего расчётного центра и использование цифровых валют центральных банков для трансграничных платежей, что позволит полностью исключить зависимость от доллара и SWIFT. Внешнеэкономическая стратегия Беларуси также включает активизацию связей с дальневосточными партнёрами. Помимо Китая, это страны Юго-Восточной Азии (Вьетнам, Индонезия), Индия, Иран и даже страны Латинской Америки (Венесуэла, Никарагуа). С каждым из этих партнёров прорабатываются отдельные механизмы расчётов, часто предполагающие прямые корреспондентские отношения между банками или расчёты через российские «дочки». Эта работа требует времени и ресурсов, но позволяет постепенно замещать выпавшие европейские и американские направления.

Для более глубокого понимания места банковской системы Беларуси полезно сравнить её с банковскими системами соседних стран. В отличие от полностью рыночной и децентрализованной системы Польши, где доля государственных банков не превышает 10–15 %, белорусская система характеризуется высокой концентрацией государственного контроля. С другой стороны, в отличие от Украины, пережившей за последнее десятилетие несколько волн банковских кризисов и массовых национализаций, белорусская система демонстрирует гораздо более высокую стабильность – за последние 10 лет не произошло ни одного системного банкротства крупного банка. С Россией белорусская система схожа в плане активного участия государства, но значительно уступает по масштабу и разнообразию банковских продуктов. Российский рынок предлагает гораздо более широкий спектр инвестиционных услуг, тогда как белорусские банки в основном сосредоточены на традиционном кредитовании и расчётно-кассовом обслуживании. Это сравнение показывает, что стабильность белорусской системы достигается ценой меньшей эффективности и меньшего выбора для клиентов.

Банковская система Беларуси показывает высокую устойчивость, несмотря на внешние и внутренние вызовы. Адаптивность к внешним условиям: система смогла пережить санкции и ограничение доступа к международным платежным системам (SWIFT). Банки быстро осваивают альтернативные расчётные системы, такие как СПФС (Россия) и прямые расчёты в китайских юанях. Примером могут служить компании, которые раньше зависели от долларов, а теперь активно используют юань или российский рубль для международных контрактов. Наблюдается усиление роли государства: государство контролирует ключевые банки, имея более 60 % активов в госбанках. Это обеспечивает стабильность в кризисные моменты, но снижает рыночную конкуренцию. Банки часто выдают кредиты не по рыночным принципам, а по государственным указаниям на поддержку промышленности и сельского хозяйства.

Отмечается быстрое развитие цифровых технологий: онлайн-банкинг, мобильные приложения, переводы по номеру телефона становятся стандартом. Внедрение цифрового рубля позволит проводить платежи мгновенно и с прозрачностью, что снижает количество теневых операций и повышает доверие к системе. Происходит переход на новые валюты: дедолларизация – стратегический шаг к снижению зависимости от западных валют. Основные направления – российский рубль, китайский юань и цифровые токены. Результатом является снижение рисков при международных расчетах и расширение экономических связей с Азией и СНГ. Активы банков в иностранных валютах сократились до многолетнего минимума в 34,1 %. Экономический эффект проявляется в том, что система продолжает работать и поддерживать экономику даже в условиях кризиса. Задолженность по кредитам выросла до 96,3 млрд рублей, при этом просрочка сократилась в 3,7 раза. Кризис стал стимулом для трансформации: внедрения технологий и новых валют. Сильные стороны системы – устойчивость, адаптивность и поддержка государства. Слабые стороны – низкая конкуренция, наличие «зомби-компаний» и ограниченные рыночные стимулы.

Аналитическое наблюдение заключается в том, что банковская система Беларуси не стоит на месте, она развивается под давлением обстоятельств. Основной вызов – найти баланс между государственным контролем и рыночными механизмами, чтобы повысить эффективность, инновационность и гибкость. Перспектива в том, что цифровизация и дедолларизация делают систему более современной, но её долгосрочная эффективность зависит от политики государства и доверия населения. Беларусь демонстрирует пример стабильной, но управляемой банковской системы, которая умеет адаптироваться к внешним шокам. Ключ к успеху – баланс между контролем и свободой рынка, внедрение инноваций и постепенный переход на новые финансовые инструменты.

Проблемы системы включают плохие кредиты, которые формируют «зомби-компаниями», неэффективные и зависящие от постоянной поддержки. Это снижает прибыль банков и тормозит развитие экономики, так как ресурсы используются нерационально. Санкции ограничивают доступ к международным финансовым системам и усложняют расчёты с зарубежными партнёрами, что ведёт к росту издержек, снижению притока инвестиций и замедлению внешней торговли. Высокая роль государства обеспечивает стабильность и контроль в кризисных условиях, но одновременно снижает конкуренцию, гибкость банков и мотивацию к инновациям. Возможности для развития открывает цифровизация: развитие онлайн-банкинга, мобильных сервисов и цифрового рубля делает операции быстрее, дешевле и прозрачнее, повышая удобство для клиентов и эффективность всей системы.

Новые валюты и дедолларизация (использование российского рубля и китайского юаня) снижают зависимость от доллара и уменьшают санкционные риски, открывая новые возможности для сотрудничества с Азией и странами СНГ. Альтернативные платёжные системы, такие как собственные и региональные системы расчётов, позволяют поддерживать международные операции даже при ограничениях.

Прогноз развития банковской системы Беларуси на ближайшие годы выглядит следующим образом. В краткосрочной перспективе (1–3 года) система будет активно адаптироваться: ожидается рост цифровых сервисов, расширение расчётов в юанях и рублях, а также поиск новых финансовых каналов. К концу 2026 года ожидается полноценный запуск платформы цифрового белорусского рубля. В среднесрочной перспективе (3–5 лет) усилится роль крупных банков, возможна консолидация сектора. Постепенно будет снижаться доля проблемных кредитов при ужесточении контроля и улучшении финансовой дисциплины. В долгосрочной перспективе (5–10 лет) банковская система может стать более гибкой и эффективной, если будет найден баланс между государственным регулированием и рыночными механизмами. Цифровые технологии и новые валюты станут не дополнением, а основой финансовой системы. Итоговый вывод заключается в том, что банковская система Беларуси уже показала способность адаптироваться к сложным условиям. Ключ к её успешному развитию – это сочетание трёх факторов: стабильности, эффективности и инноваций. Если удастся сохранить этот баланс, система станет не только устойчивой, но и конкурентоспособной в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 В Беларуси внедряется цифровой рубль. Головченко рассказал, почему это хорошо // Белновости. – 2026. – 27 февр. – URL: <https://www.belnovosti.by/ekonomika/v-belarusi-vnedryaetsya-cifrovoy-rubl-golovchenko-rasskazal-pochemu-eto-horoshho> (дата обращения: 17.05.2026).

2 Банки Беларуси перестают иметь дело с долларами // Banki24. – 2026. – 8 янв. – URL: <https://banki24.by/news/8055-banki-belarusi-perestayut-imet> (дата обращения: 17.05.2026).

3 США сняли санкции с двух банков одной страны СНГ. – 2026. – 19 марта. – URL: <https://news.ru/amp/cis/ssha-snyali-sankcii-s-dvuh-bankov-odnoj-strany-sng> (дата обращения: 17.05.2026).

4 Одолжить другу или коллеге сумму в долларах, евро или лишние юани у белорусов больше не получится // 1prof.by. – 2026. – 23 апр. – URL: <https://1prof.by/news/ekonomika-i-biznes/odolzhit-dругu-ili-kollege-summu-v-dollarah-evro-ili-lishnie-yuani-u-belorusov-bolshe-ne-poluchitsya/> (дата обращения: 17.05.2026).

5 В Беларуси планируют запустить цифровой белорусский рубль // Веснік Глыбочыны. – 2025. – 3 дек. – URL: <https://vg-gazeta.by/2025/12/03/> (дата обращения: 17.05.2026).

6 Галоўчанка: разлікі ў нацыянальных валютах сталі новай нармальнасцю на знешніх рынках // БелТА. – 2026. – 1 февр. – URL: <https://blr.belta.by/economics/view/galouchanka-razliki-u-natsyjanalnyh-valjutah-stali-novaj-narmalnastsju-na-zneshnih-rynkah-154191-2026/> (дата обращения: 17.05.2026).

7 Справедливость, а не стремление к наживе. Александр Лукашенко обозначил приоритеты для банков // Хойніцкія навіны. – 2025. – 9 сент. – URL: <https://www.hoiniki.by/?p=221202> (дата обращения: 17.05.2026).

8 Экономика Беларуси : учеб. пособие / под ред. А. В. Даниленко. – Минск : БГЭУ, 2024. – 356 с.

9 Национальный банк Республики Беларусь : [сайт]. – URL : <https://www.nbrb.by/> (дата обращения: 17.05.2026).

Получено 28.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.135.064

В. В. МАТАРАС (УА-41)

Научный руководитель – доцент *М. И. ШКУРИН*

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕЖДУНАРОДНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПЕРЕВОЗКИ КЕРАМОГРАНИТА ИЗ МИНСКА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНСПЕКЦИИ

Рассмотрены требования, предъявляемые к международным автомобильным перевозкам грузов в современных условиях. Приведены особенности перевозки керамогранита и требования к его креплению. Разработаны предложения по организации международной автомобильной перевозки керамогранита из Минска (РБ) в Санкт-Петербург (РФ) и приведены результаты определения эффективности их реализации. Особое внимание уделено документальному контролю со стороны Транспортной инспекции, включая проверку товаросопроводительных документов, разрешительной системы и соблюдения режима труда и отдыха водителей. Определен оптимальный вариант маршрута перевозки, обеспечивающий минимальные суммарные затраты и снижение экологической нагрузки.

Международная автомобильная перевозка грузов, в соответствии с источником [1], – это автомобильная перевозка грузов с пересечением, по крайней мере, одной государственной границы. Как показывают исследования, приведенные в источнике [2], введение экономических санкций против Республики Беларусь с 2022 года привело к переориентации грузопотоков с европейского направления на российское и азиатское. Рост объемов перево-

зок между Республикой Беларусь и Российской Федерацией потребовал от перевозчиков поиска новых логистических решений, а от контролирующих органов – усиления надзора за соблюдением законодательства.

Согласно данным источника [3], Транспортная инспекция Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь выполняет ключевую роль в обеспечении законности и безопасности международных автомобильных перевозок. Особое значение приобретает документальный контроль, включающий проверку товарно-транспортных накладных (CMR), путевых листов, разрешений на проезд, а также контроль соблюдения режима труда и отдыха с использованием тахографов. В настоящей работе проанализирована существующая система организации перевозки керамогранита автотранспортом из г. Минска в г. Санкт-Петербург и для повышения её эффективности разработаны альтернативные варианты перевозки с учётом требований Транспортной инспекции.

Как указывается в источнике [4], керамогранит – это сверхпрочный материал, создаваемый из высококачественных сортов глины, полевого шпата, натуральных красителей и кварца с последующим обжигом при температурах от 1200 до 1300 °С. К перевозке представлена плитка размерами 400×400×10 мм, массой одной плитки 3,7 кг. Плитка перевозится в заводской упаковке – коробка размером 400×400×70 мм, массой 23 кг. Коробки размещаются на европаллетах (33 коробки на паллете). Общая масса одного европаллета с грузом составляет 779 кг.

Перевозка керамогранита осуществляется седельным тягачом Mercedes-Benz Actros MP4 1848 и шторным полуприцепом Krone SDP 27 [5].

Для выполнения перевозки разработаны три варианта маршрута перевозки из г. Минска в г. Санкт-Петербург через различные пункты пропуска на белорусско-российской границе: вариант 1 – проезд через пункт пропуска (ПП) «Езерище – Лобок», вариант 2 – проезд через пункт пропуска (ПП) «Кострово – Байдаково», вариант 3 – проезд через пункт пропуска (ПП) «Юховичи – Долосцы»,

С использованием методики, приведенной в источнике [7], выполнен расчёт затрат по вариантам организации перевозки.

Суммарные затраты с учетом налогов и платежей, включаемых в себестоимость $S_{\text{общ}}$, определяются по формуле

$$S_{\text{общ}} = S_{\text{пост}} + S_{\text{пер}} + N_{\text{сс}} + S_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{пост}}$ – суммарные постоянные затраты (зарплата персонала; общехозяйственные расходы, амортизация), бел. руб.; $S_{\text{пер}}$ – суммарные переменные расходы (топливо, смазочные материалы, ремонт и техническое обслуживание, шины), бел. руб.; $N_{\text{сс}}$ – налоги и платежи, включаемые в себестоимость, бел. руб.; $S_{\text{доп}}$ – суммарные дополнительные затраты (страхование, оплата дорог, системы «Платон», стоянок, командировочные расходы), бел. руб.

Суммарные постоянные затраты

$$S_{\text{пост}} = C_q \cdot AЧ_p, \quad (2)$$

где C_q – себестоимость 1 часа работы тягача на маршруте, бел. руб./ч;
 $AЧ_p$ – автомобиле-часы работы, ч.

Себестоимость 1 часа работы тягача на маршруте

$$C_q = 3П + П_{\text{сс}} + S_n + \frac{S_a}{T_n}, \quad (3)$$

где $3П$ – заработная плата персонала, бел. руб./ч; $П_{\text{сс}}$ – налоги и отчисления от средств на оплату труда персонала, бел. руб.; S_n – общехозяйственные расходы, включаемые в себестоимость, бел. руб./ч; S_a – амортизационные отчисления на восстановление подвижного состава, бел. руб.; T_n – среднее время в наряде, ч.

Суммарные переменные затраты

$$S_{\text{пер}} = S_t + S_{\text{см}} + 3П_p + O_{\text{сс}} + S_p + S_{\text{ш}}, \quad (4)$$

где S_t – затраты на топливо, бел. руб.; $S_{\text{см}}$ – затраты на смазочные и другие эксплуатационные материалы, бел. руб.; $3П_p$ – заработная плата ремонтных и вспомогательных рабочих, бел. руб.; $O_{\text{сс}}$ – налоги и отчисления от средств на оплату труда ремонтных и вспомогательных рабочих, бел. руб.; S_p – материальные затраты на ремонт и техническое обслуживание подвижного состава, бел. руб.; $S_{\text{ш}}$ – затраты на ремонт и восстановление автомобильных шин, бел. руб.

Прибыль от перевозки $П$

$$П = C - S_{\text{общ}}, \quad (5)$$

где C – фрахтовая ставка за перевозку, бел. руб.

Результаты сравнения эффективности вариантов маршрута перевозки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение эффективности вариантов маршрута перевозки

Показатель	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Протяженность маршрута, км	855	817	794
Общее время в пути, ч	30,02	29,22	29,37
Расход топлива за рейс, л	262,82	251,11	244,08
Суммарные постоянные затраты, бел. руб.	261,12	261,2	522,32
Переменные расходы, бел. руб.	1024,1	993,71	2017,81
Суммарные дополнительные затраты с учетом налогов и платежей, включаемых в себестоимость, бел. руб.	2922,33	2510,56	5432,89
Суммарные затраты за рейс, бел. руб.	3 011,50	2 925,42	2 922,33
Выручка за рейс, бел. руб.	1 527,00	1 613,10	1 616,20
Суммарные затраты за год, бел. руб.	90 345,00	87 762,60	87 669,90
Выручка за год, бел. руб.	45 810,00	48 393,00	48 486,00

Данные таблицы 1 показывают, что оптимальным вариантом является перевозка керамогранита через пункт пропуска «Юховичи – Долосцы» (вариант 3). Этот вариант характеризуется минимальной протяжённостью, наименьшим расходом топлива, минимальными суммарными затратами и максимальной выручкой.

Реализация перевозки по третьему варианту позволит сократить суммарные годовые затраты на $90345,00 - 87\,669,90 = 2675,1$ бел. руб. по сравнению с первым вариантом и на $87\,762,60 - 87\,669,90 = 92,7$ бел. руб. по сравнению со вторым вариантом.

Деятельность Транспортной инспекции при осуществлении контроля за международными автомобильными перевозками базируется на постановлении Совета Министров Республики Беларусь [8], Европейском соглашении о работе экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР) [9], а также Кодексе Республики Беларусь об административных правонарушениях [10] и Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях [11]. В рамках разработанного варианта маршрута перевозки Транспортная инспекция осуществляет контроль товаросопроводительных документов (проверка наличия и правильности оформления товарно-транспортной накладной CMR и путевого листа), контроль разрешительной системы (наличие назначенного ответственного лица за международные перевозки с документально подтверждённой профессиональной компетентностью), контроль соблюдения режима труда и отдыха с использованием тахографа, а также специальные виды контроля на территории Российской Федерации – проверку оплаты системы «Платон» для транспортных средств разрешённой максимальной массой свыше 12 т.

Согласно статье 18.12 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях [10], за отсутствие путевого листа либо его ненадлежащее оформление предусмотрен штраф на водителя до 225 бел. руб., на должностное лицо – до 450 бел. руб. В соответствии со статьей 18.38 того же кодекса, отсутствие назначенного ответственного лица за международные перевозки влечёт штраф от 450 до 900 бел. руб. Нарушения режима труда и отдыха (превышение времени управления, отсутствие карты водителя для тахографа) квалифицируются по статье 18.12 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях (штраф на водителя от 225 до 675 бел. руб.) и статье 11.23 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [11] (штраф на водителя от 3 000 до 5 000 рос. руб.). Движение по территории Российской Федерации без внесения платы в систему «Платон», как указано в статье 12.21.3 КоАП РФ [11], влечёт штраф в размере 5 000 рос. руб. (при повторном нарушении – 10 000 рос. руб.) с возможным задержанием транспортного средства.

Для разработанного третьего варианта маршрута перевозки составлен график работы водителя с учётом всех требований ЕСТР [9]. Для водителя предусмотрены 45-минутный перерыв на АЗС № 49 «Сургутнефтегаз» в г. Опочке (Псковская область) и 11-часовой отдых на грузовой автостоянке TIR в населённом пункте Лудони (Псковская область). Указанные объекты оборудованы парковками для грузового транспорта, кафе, туалетами, душевыми и, при необходимости, гостиницей, что полностью соответствует требованиям к организации режима труда и отдыха водителей [9].

По результатам проведённого исследования можно сделать следующие выводы. Оптимальным вариантом маршрута международной автомобильной перевозки керамогранита из г. Минска в г. Санкт-Петербург является третий вариант маршрута через пункт пропуска «Юховичи – Долоццы» протяжённостью 794 км. Организация перевозки по оптимальному маршруту позволит сократить потребление топлива на 562,2 л/год и, соответственно, уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

В рамках документального контроля рассматриваемой перевозки Транспортная инспекция, руководствуясь [8] и [9], проверяет товарно-транспортную накладную (CMR), путевой лист, разрешения на проезд, документы о профессиональной компетентности ответственного лица за международные перевозки, а также данные тахографа и подтверждение оплаты системы «Платон». Выявленные нарушения влекут административную ответственность по соответствующим статьям кодексов об административных правонарушениях [10–11].

Разработанный режим труда и отдыха водителя полностью соответствует требованиям Европейского соглашения ЕСТР [9] и минимизирует риски привлечения перевозчика к ответственности. Разработанные предложения могут быть использованы в практической деятельности филиала Транспортной инспекции по Гомельской области при осуществлении контроля за международными автомобильными перевозками грузов в направлении Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Аземша, С. А. Международные автомобильные перевозки грузов : учеб.-метод. пособие / С. А. Аземша, В. А. Марковцев. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 69 с.
- 2 Анализ организации международных перевозок в Республике Беларусь. – URL: https://studwood.net/1005166/menedzhment/analiz_organizatsii_mezhdu-narodnyh_perevozok_respublike_bielarus (дата обращения: 10.04.2025).
- 3 Функции и задачи Транспортной инспекции. – URL: <https://www.mtkrbti.by/ru/functions/> (дата обращения: 15.04.2025).
- 4 Что такое керамогранит. – URL: <https://sagardi.by/stati/chto-takoe-keramogranit/> (дата обращения: 15.04.2025).
- 5 Технические характеристики Mercedes-Benz Actros MP4 и Krone SDP 27. – URL: <https://av.by/> (дата обращения: 04.05.2025).

6 Расчёт крепления груза: методика и коэффициенты трения. – URL: <https://www.dolezych.de> (дата обращения: 14.05.2025).

7 **Сушко, С. В.** Организация международных автомобильных перевозок пассажиров в нерегулярном сообщении : учеб.-метод. пособие / С. В. Сушко. – Гомель : БелГУТ, 2008. – С. 23–31.

8 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 июня 2008 г. № 970 «Об утверждении Правил автомобильных перевозок грузов». – URL: <https://etalonline.by> (дата обращения: 10.05.2026).

9 Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР). – URL: <https://tahograf.by/cp10977-rezhim-truda-i-otdyha-estr.html> (дата обращения: 18.05.2025).

10 Кодекс Республики Беларусь об административных правонарушениях : 6 янв. 2021 г. № 91-3 : принят Палатой представителей 18 дек. 2020 г. : одобр. Советом Респ. 18 дек. 2020 г. – URL: <https://etalonline.by> (дата обращения: 10.05.2026).

11 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях : 30.12.2001 № 195-ФЗ : принят Гос. Думой 20 дек. 2001 г. : одобр. Советом Федерации 26 дек. 2001 г. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 10.05.2026).

Получено 28.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 625.072 : 69.059.64

В. С. МАТВЕЙЧИКОВА (ПС-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук А. А. ВАСИЛЬЕВ

ВТОРИЧНЫЙ ЩЕБЕНЬ

Рассматриваются вторичный щебень и его применение. Приведены состав и свойства вторичного щебня. Выполнен анализ показателей компонентов вторичного щебня – минерального заполнителя и цементно-песчаного камня для фракции 10–20 мм. Приведены физико-механические характеристики вторичного щебня для различных фракций. Рассмотрены этапы производства вторичного щебня. Представлены классы качества вторичного щебня и их характеристика. Приведены преимущества и недостатки применения вторичного щебня. Представлены области применения вторичного щебня и решаемые задачи.

Введение. Вторичный щебень – современный строительный материал, получаемый путём переработки бетонных, железобетонных и кирпичных отходов. Он сочетает в себе прочность природного щебня и экологичность, поскольку позволяет повторно использовать строительный лом и снижать

нагрузку на природные ресурсы. Благодаря доступной цене и широкому спектру фракций вторичный щебень активно применяется в дорожном строительстве, дренажных системах, благоустройстве и подготовительных работах [1].

Основная часть. Состав вторичного щебня: цементный камень – 30–45 %, крупный заполнитель – 20–25, песок – 20–25, кирпич – 5–10 %.

Свойства вторичного щебня представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства вторичного щебня

Показатель	Описание
Состав	Цементный камень, песок, заполнители, фрагменты кирпича/асфальта
Прочность	M350 – M800 (бетонный – M600, с кирпичом – M350); ниже гранитного (M1200+)
Морозостойкость	F15–F100: бетонный – до F100, кирпичный – около F50
Водопоглощение	Высокое, выше, чем у природного камня
Лещадность	15–20 %, подходит для трамбовки и уплотнения
Плотность	Насыпная – 1,2 т/м ³ ; плотность зёрен – 2000–2300 кг/м ³

Состав минерального заполнителя во вторичном щебне приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав минерального заполнителя во вторичном щебне

Фракция, мм	Содержание, %				
	Гранит	Габбро-диабаз	Кварцит	Гравий	Металлургический шлак
5–10	86,3	8,3	5,4	–	–
10–20	70,8	14,1	5,5	5,4	4,2
20–40	57,8	22,1	2,6	10,1	7,4

Характеристика компонентов вторичного щебня – минерального заполнителя и цементно-песчаного камня для фракций 10–20 мм представлена в таблице 3 [2].

Таблица 3 – Сравнительная характеристика физико-механических свойств компонентов вторичного щебня фракций 10–20 мм

Показатель	Минеральный заполнитель	Цементно-песчаный камень
Средняя плотность, г/см ³	2,67	2,1
Водопоглощение, %	0,26	8,3
Прочность (потеря массы при испытании), %	13,1	29,3
Морозостойкость (марка)	F200	F15
Сопротивление удару (потеря массы при испытании), %	10,2	43,4

Качество вторичного щебня зависит от доли цементного камня: он обладает высоким водопоглощением, низкой прочностью и морозостойкостью, разрушаясь первым. Мелкие фракции (5–10 мм) состоят в основном из цемента и менее качественны. Крупные фракции (20–40 мм) содержат больше прочного минерального заполнителя, поэтому они прочнее и долговечнее. Эту неоднородность важно учитывать при выборе технологии, сфер применения и ценообразовании.

Физико-механические характеристики вторичного щебня для различных фракций приведены в таблице 4 [1].

Таблица 4 – Физико-механические характеристики вторичного щебня для различных фракций

Показатель	Значения показателей для фракций		
	5–10 мм	10–20 мм	20–40 мм
Средняя плотность, г/см ³	2,31	2,34	2,41
Водопоглощение, %	7,2	5,7	4,4
Содержание лещадных зерен, %	25,4	14,2	11,9
Прочность (потеря массы при испытании), %	21,9	17,2	14,9
Марка по истираемости (потеря массы при испытании), %	И4(45,9)	И2(33,1)	И2(28,3)
Морозостойкость (марка)	F25	F50	F50
Сопротивление удару (потеря массы при испытании), %	32,1	18,3	10,6

Этапы производства вторичного щебня приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы производства вторичного щебня

Этап	Результат
1 Демонтаж (разрушение конструкций, образование строительного лома)	Бой бетона, ЖБИ, кирпичный лом
2 Доставка и подача (погрузка и транспортировка на ДСК, подача в бункер)	Сырьё подготовлено к переработке
3 Переработка (грохочение → дробление → магнитная сепарация → сортировка)	Фракции 0–5, 5–20, 20–40, 40–70 мм; металлолом
4 Складирование (размещение фракций в отдельные штабели)	Готовый вторичный щебень
5 Применение (использование в строительстве и дорожных работах)	Возврат материала в цикл

Классы качества вторичного щебня и их характеристика.

1-й КЛАСС – Бетонный щебень.

Состав: ≤ 5 % кирпичных примесей; прочность: М600.

Морозостойкость: F100.

Лещадность: ~ 15 %.

Применение: дороги, ЖБИ, фундаменты, бетон, дренаж.

2-й КЛАСС – Бетонно-кирпичная смесь.

Состав: $\sim 70\%$ бетона, $\sim 30\%$ кирпича.

Прочность: М350.

Морозостойкость: F50.

Лещадность: до 20 %.

Применение: временные дороги, подсыпки, траншеи, площадки, ландшафт.

3-й КЛАСС – Смешанный (низкосортный).

Состав: бетон + кирпич + асфальт + грунт.

Прочность: М150–М250.

Морозостойкость: F15–F25.

Лещадность: высокая.

Применение: технические подсыпки, насыпи, рекультивация.

Преимущества вторичного щебня [3]: экономическая выгода – значительно ниже цены гравийного и гранитного щебня; морозоустойчивость – подходит для железобетонных изделий (хотя уступает гранитному); экологичность – снижает нагрузку на среду за счёт переработки мусора. Недостатки: пониженная прочность – не для несущих конструкций и дорог с высокой нагрузкой; неоднородность – возможны посторонние включения; высокая влажёмкость – ускоряет разрушение при замерзании/оттаивании.

Применение вторичного щебня зависит от его фракции: щебень фракции 0–5 мм (отсев) применяется для выравнивания оснований, подушек под плитку, как противогололёдный материал; фракции 5–20 мм – в качестве декора, для садовых дорожек, бетона класса по прочности на сжатие до C^{20}_{25} , дренажа; 20–40 мм – подсыпка под дороги, основания зданий, инженерные сети; 40–70 мм – массовые конструкции, укрепление склонов, подсыпка под фундаменты лёгких сооружений.

Область применения вторичного щебня обширна. Направления применения и основные задачи использования вторичного щебня приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Применение вторичного щебня

Направление применения	Основные задачи
Строительство	Подсыпка под полы, подготовка оснований, фундаменты лёгких сооружений, обратная засыпка котлованов
Дорожное строительство	Дороги с низкой нагрузкой, временные подъезды, стоянки; мелкие фракции – противогололёдная обработка
Инженерные сети	Дренажные слои, подземные сооружения, коллекторы, ремонт ж/д путей, засыпка траншей
Бетонные смеси	Заполнитель для бетона до класса по прочности на сжатие C^{20}_{25} , снижение расхода цемента, производство плит и блоков
Ландшафт и благоустройство	Садовые дорожки, декоративные зоны, укрепление берегов, оформление водоёмов
Экологические и инженерные задачи	Укрепление склонов, стабилизация грунтов, устройство фильтрующих слоёв, рекультивация территорий
Промышленное применение	Пригруз кровель, заполнение технологических карт, подсыпка под оборудование

Закключение. Вторичный щебень – оптимальный материал для дорожных работ, дренажа, подсыпок, благоустройства и фундаментов лёгких построек, позволяющий существенно снизить стоимость строительства и одновременно повысить экологическую устойчивость отрасли. При грамотном подборе фракции и соблюдении технологии он обеспечивает надёжность и долговечность конструкций, полностью оправдывая своё применение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Луканин, А. В. Полная переработка бетонолома во вторичный щебень / А. В. Луканин // Экология и промышленность России. – 2012. – № 4. – С. 16–19.
- 2 Бибик М. С. Влияние физико-механических характеристик рециклированного щебня из дробленого бетона различных классов по прочности на сжатие на свойства бетонной смеси и бетона / М. С. Бибик, С. Д. Семенюк // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2010. – № 3(28). – С. 128–134.
- 3 Протасов, Н. Вторичный щебень: ценное сырьё или вредная добавка? / Н. Протасов // Справочник эколога. – 2013. – № 5. – С. 87–96.

Получено 20.05.2026

УДК 666.97:691.3

В. С. МАТВЕЙЧИКОВА (ПС-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук *А. А. ВАСИЛЬЕВ*

ГЕОПОЛИМЕРНЫЙ БЕТОН

Приведены составы и рассмотрена технология изготовления геополимерного бетона. Выполнен анализ прочности геополимерного бетона для различных составов и соотношений Na/Al и Si/Al. Показаны преимущества и недостатки геополимерного бетона. Приведены области применения геополимерного бетона.

Введение. Термин «геополимер» ввёл Жозеф Давидович. Он обозначает алюмосиликатные материалы, образующиеся при щелочной активации. Геополимерный бетон (ГПБ) – современная альтернатива портландцементному бетону (ПЦБ), где вместо цемента используется геополимер – щелочно-активированный материал с прочной алюмосиликатной структурой [1].

Основная часть. ГПБ считается экологичным, так как его производство не требует обжига и позволяет использовать промышленные отходы (зола-уноса, шлаки), снижая энергозатраты. Активация происходит с помощью щелочных растворов – гидроксидов и силикатов натрия или калия.

Геополимерный бетон изготавливается из зольной пыли (летучей золы), жидкого стекла, шлака, воды и гидроксида калия. Применение золы помогает решать экологические проблемы, а производство при низких температурах сводится к правильному смешиванию компонентов, что обеспечивает получение прочного монолита. Жидкое стекло повышает водостойкость бетона, выдерживает нагрев до 1200 °С и циклы замораживания. Летучая зола, измельчённая в порошок, при содержании до 75 % улучшает долговечность бетона.

Вариант состава геополимерного бетона для серийного выпуска [2] приведен в таблице 1.

Изготовление смеси заключается в последовательном смешивании сухих компонентов в прочной ёмкости и добавлении воды комнатной температуры. Раствор перемешивают до однородности, при этом начинается реакция с выделением тепла и пузырьков углекислого газа. При нагреве до 80 °С бетон твердеет за сутки, а при обычных условиях – за неделю, превращаясь в прочный монолит, пригодный для строительных работ. Исходные материалы: алюмосиликатный источник – зола-унос (класс F), шлак, метакраун.

Таблица 1 – Состав геополимерного бетона

Материал	Количество, кг/м ³
Шлак доменный гранулированный молотый	500
Добавка щелочная комплексная Омега-Актив	25
Портландцемент ЦЕМ 0 42,5	0–20
Песок строительный (модуль крупности 2.0–2,5) мм	700
Щебень фракции 5–20 мм	1100
Вода	150

Важны аморфность, состав и тонкость помола; щелочной активатор – растворы NaOH и/или силиката натрия. Концентрация и соотношение влияют на скорость реакции и свойства; заполнители – песок и щебень (чистые, требуемой фракции); добавки – суперпластификаторы (щелочестойкие), ускорители твердения, волокна.

Основные этапы производства : приготовление активатора – растворение NaOH и смешивание с силикатом натрия; приготовление смеси – сухое перемешивание алумосиликатного источника, заполнителей и добавок; добавление щелочного активатора и перемешивание до однородной консистенции; формование и уплотнение – укладка в формы, вибрирование (при необходимости); твердение проводится при повышенной температуре (20–80 °С) и высокой влажности для ускорения геополимеризации. Возможны пропаривание или автоклавная обработка; уход – защита от высыхания в начальный период.

Свойства геополимерного бетона: прочность на сжатие 20–100 МПа и выше, часто превосходит ПЦБ. Зависит от типа сырья (зола-унос, шлак, метаксаолин), концентрации активатора, соотношения Si/Al и условий твердения (таблицы 2 и 3); прочность на изгиб и растяжение составляет 10–20 % от прочности на сжатие.

Таблица 2 – Прочность на сжатие ГПБ для различных соотношений компонентов, %

Компонент	Геополимерная бетонная смесь для литья	Геополимерная бетонная смесь для 3D-печати		
Алюминатно-кальциевый цемент	–	–	4	–
Активатор	10	15	19	0,3
Летучая зола + измельченный доменный шлак	25	4	–	37
Метаксаолин	–	9	13	–
Мелкий заполнитель	13	19	13	17
Крупный заполнитель	45	48	43	30
Вода	6	4	6	16
Полипропиленовое волокно	0,14	0,14	0,14	0,14
Прочность на сжатие, МПа	25	37	30	14

Таблица 3 – Прочность на сжатие ГПБ для различных соотношений Na/Al и Si/Al

№ смеси	Na/Al	Si/Al	Прочность на сжатие, МПа, в возрасте 7 / 28 суток		Прочность на изгиб, МПа, в возрасте 28 суток
1	1,34	2,59	27,9	41,4	4,85
2	1,35	2,91	32,9	44,5	4,92
3	1,36	3,23	35,6	47,3	4,98
4	1,66	3,77	37,9	49,5	5,03
5	1,38	3,90	38,5	51,4	5,09
6	1,41	3,08	37,6	50,8	4,98
7	1,49	3,68	38,2	52,4	4,95
8	1,99	4,68	41,6	54,7	4,92
9	1,69	4,95	34,2	47,5	4,88

Прочность существенно повышается при введении волокон (стальных, полимерных); модуль упругости сопоставим или выше, чем у ПЦБ; химическая стойкость – высокая устойчивость к кислотам, сульфатам и хлоридам благодаря плотной неорганической матрице и отсутствию $\text{Ca}(\text{OH})_2$; истираемость сопоставима или ниже, чем у ПЦБ; огнестойкость высокая, материал негорюч и не выделяет токсичных газов при нагреве; усадка ниже, чем у ПЦБ, что снижает риск трещинообразования; водопоглощение низкое, обусловлено плотной микроструктурой геополимерной матрицы [1].

Преимущества ГПБ перед ПЦБ:

- экологические – снижение выбросов CO_2 на 40–90 % (отсутствие обжига); утилизация промышленных отходов (зола-унос, шлак); меньшее энергопотребление при производстве;

- эксплуатационные – высокая стойкость к агрессивным средам (кислотам, сульфатам, хлоридам); отличная огнестойкость (сохранение прочности до 1000 °С); низкая усадка и высокая морозостойкость; лучшая защита стальной арматуры от коррозии;

- сопоставимая или более высокая прочность на сжатие; возможность повышения прочности на растяжение за счет армирования волокнами; повышенная ударная вязкость; быстрое твердение (сокращение сроков строительства).

Однако существуют и ограничения: более высокая стоимость щелочных активаторов; сложность технологии производства; недостаточная стандартизация и нормативная база; ограниченный практический опыт применения.

Область применения геополимерного бетона:

- инфраструктурное строительство – дорожные покрытия, мосты, аэродромы (стойкость к солям, топливу); железнодорожные шпалы (прочность, вибростойкость); туннели и водопропускные сооружения;
- гидротехнические сооружения – морские конструкции (волнорезы, пирсы) – устойчивость к морской воде; дамбы, плотины, каналы – стойкость к эрозии и фильтрации;
- промышленное строительство – промышленные полы (химическая стойкость); фундаменты под оборудование; резервуары для химических веществ; дымовые трубы (огнестойкость);
- гражданское строительство – фундаменты, стены, перекрытия; сборные конструкции; сейсмостойкое строительство;
- специальное применение – ремонт и восстановление конструкций; 3D-печать в строительстве; радиационная защита; геотермальные системы.

Заключение. Уникальные свойства ГПБ (химическая стойкость, долговечность, экологичность) определяют его перспективность для объектов с повышенными требованиями к эксплуатационным характеристикам. ГПБ особенно актуален в регионах с большим объёмом промышленных отходов и строгими экологическими нормами.

Область применения геополимерного бетона (ГПБ) расширяется по мере проведения исследований и разработки новых составов. Его уникальные свойства делают его подходящим для различных строительных задач, особенно в тех случаях, когда важна долговечность, устойчивость к агрессивным средам и экологичность. Развитие технологий поможет ему занять важное место среди основных строительных материалов будущего.

Геополимерный бетон – современный строительный материал, экологичная и надёжная альтернатива ПЦБ. Его создание связано с необходимостью снизить вредное влияние строительства на природу и повысить долговечность конструкций. Это не просто замена ПЦБ, а шаг к устойчивому строительству, сочетающий прочность, экологичность и переработку отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Геополимерный бетон с использованием многотоннажных техногенных отходов / Танг Ван Лам, Нго Суан Хунг, Ву Ким Зиен [и др.] // Строительство: наука и образование. – 2011. – Т. 11, вып. 2. – С 17–37.

2 ТУ 5870-006-30993911-2014. Геополимерные бетоны. Технические условия. – Введ. 20.05.2014 ООО Инновационный технопарк «Арх и Строй». – 23 с. – URL: <https://betonzona.com/wp-content/uploads/2015/06/ty5870-006-30993911-2014.pdf> (дата обращения: 07.04.2026).

Получено 08.05.2026

УДК 334.723

Н. М. МЕДВЕДЕВ, Д. А. ВОСТРОИЛОВ (ГС-11)

Научный руководитель – ст. преп. *А. В. МИТРЕНКОВА*

ПОРЯДОК СОЗДАНИЯ И РЕГИСТРАЦИИ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассматриваются практические аспекты создания инновационного предприятия в Гомельской области: нормативная база, выбор организационно-правовой формы, процедуры государственной регистрации, меры поддержки и риски.

Создание инновационных предприятий в современных условиях хозяйствования приобретает всё большую практическую значимость. Для Гомельского региона это направление особенно актуально в свете задач, закреплённых в Государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы. Среди приоритетов выделяются импортозамещение, внедрение экологических технологий и рациональное использование местного сырья. Данная работа посвящена пошаговому анализу процедур, необходимых для легализации предприятия, выпускающего биоразлагаемую упаковку из сельскохозяйственных отходов.

Одним из ключевых препятствий для развития местного инновационного бизнеса служит недостаточная информированность предпринимателей о регистрационных процедурах. Отсутствие локальных производителей альтернативной упаковки ведёт к зависимости от дорогостоящего импорта и осложняет экологическую ситуацию в регионе. Производство биоразлагаемой тары из соломы и лузги способно закрыть эту нишу, обеспечив занятость и снизив экологическую нагрузку.

Правовую основу для учреждения инновационного предприятия формирует Закон Республики Беларусь «Об инновационной деятельности», Гражданский кодекс (ст. 47), а также Налоговый кодекс Республики Беларусь, закрепляющий льготные режимы налогообложения. Специальные нормы регулируют охрану интеллектуальной собственности и порядок внесения прав на разработки в уставный фонд. В целом законодательство создаёт достаточно полноценные правовые условия для коммерциализации научных разработок, хотя частые изменения нормативной базы требуют постоянного мониторинга.

Региональное регулирование инновационной деятельности в Гомельской области выстраивается исходя из логики национальных программ. Государственная программа инновационного развития на 2026–2030 годы ставит целью достижение страной уровня инновационного развития, сопоставимого с лидера-

ми Восточной Европы [2]. Гомельский облисполком координирует реализацию программных мероприятий через профильные подразделения, обеспечивая связь между органами власти, научными учреждениями и предприятиями.

Для инновационного предприятия малого масштаба наиболее целесообразной формой является общество с ограниченной ответственностью (ООО): оно обеспечивает ограничение имущественной ответственности участников, возможность привлечения нескольких соучредителей и инвесторов, а также формализованные механизмы корпоративного управления. В сравнении с индивидуальным предпринимательством (ИП) общество располагает более широкими возможностями для получения внешнего финансирования, что критично для наукоёмкого производства. Научно-производственные унитарные предприятия целесообразны лишь при наличии устойчивой ресурсной базы и потребности в долгосрочных исследовательских программах.

Устав инновационного предприятия обязан включать полное наименование, юридический адрес, предмет деятельности, размер уставного фонда и порядок формирования органов управления. Предмет деятельности должен явно отражать инновационный характер предприятия и соответствовать критериям Закона «Об инновационной деятельности». Отдельные разделы следует посвятить порядку распоряжения объектами интеллектуальной собственности и механизмам принятия решений в сфере НИОКР.

Регистрация юридического лица в Гомеле включает несколько последовательных этапов. На подготовительном этапе формируется пакет документов: устав, учредительный договор, сведения об учредителях и подтверждение уплаты государственной пошлины. В тексте учредительных документов необходимо учитывать специфику применимых нормативных правовых актов, поскольку нормотворческая деятельность Президента существенно предопределяет содержание всего законодательства об инновациях [6].

Документы подаются в Гомельский исполнительный комитет, выполняющий функции регистрирующего органа. После проверки полноты и соответствия сведений выдаётся свидетельство о государственной регистрации. Параллельно проводится постановка на учёт в налоговой инспекции и в Фонде социальной защиты населения. Соблюдение установленных регламентов и оперативное устранение замечаний позволяет уложиться в нормативные сроки рассмотрения.

Получение статуса резидента Парка высоких технологий (ПВТ) или иного инновационного центра существенно расширяет возможности предприятия. Для рассмотрения заявки необходимо представить бизнес-план, данные о результатах НИОКР, сведения об объектах интеллектуальной собственности и составе научной команды. Декрет Президента Республики Беларусь «О развитии цифровой экономики» дополнительно наделил резидентов ПВТ правом на деятельность в сфере искусственного интеллекта, киберспорта и ИКТ-образования [6]. Присвоение статуса открывает доступ к налоговым льготам, упрощённым режимам отчётности и инфраструктурной поддержке.

На практике учредители сталкиваются с рядом административных сложностей: длительными сроками согласований, дублированием запрашиваемых документов и неоднозначностью межведомственных регламентов. Снизить эти риски позволяет предварительное изучение процедур, использование электронных сервисов единого портала государственных услуг и консультации с экспертами регистрирующих органов.

Правовые риски определяются прежде всего нестабильностью нормативной базы и сложностью согласования новых продуктов с действующими техническими регламентами. Финансовые риски связаны с ограниченным доступом к заёмным средствам, консервативностью банковской системы и волатильностью валютного курса. Рыночные риски обусловлены высокой конкуренцией со стороны иностранных производителей и недостаточной зрелостью внутреннего спроса на инновационную продукцию.

Государственная система поддержки инновационных предприятий включает несколько уровней. Белорусский инновационный фонд и институты развития ПВТ предоставляют гранты, субсидии и льготные кредиты. На региональном уровне функционируют технопарки, бизнес-инкубаторы и центры трансфера технологий, предоставляющие оборудование и консультационные услуги. Налоговые преференции для инновационных субъектов установлены Налоговым кодексом, декретами и указами Президента Республики Беларусь [5].

Важно учитывать структуру источников финансирования: по данным исследований, от 67,8 (2015 г.) до 73,0 % (2023 г.) инвестиций в инновационную деятельность малого и среднего предпринимательства приходится на собственные средства предприятий [1]. Это подчёркивает необходимость тщательной финансовой подготовки на стартовом этапе и рационального сочетания собственных ресурсов с государственными мерами поддержки.

Для успешной реализации проекта рекомендуется: детально изучить нормативные требования до начала регистрационных процедур; использовать электронные сервисы для подачи документов и отслеживания их статуса; включить в учредительные документы чёткие положения об управлении интеллектуальной собственностью; рассмотреть возможность получения статуса резидента ПВТ с учётом требуемых критериев инновационности; задействовать инфраструктуру технопарка для снижения первоначальных капитальных вложений.

Проведённый анализ показывает, что правовые условия для создания инновационного предприятия в Гомельской области в целом благоприятны: законодательство предусматривает разнообразные формы поддержки, а региональная инфраструктура развивается в соответствии с национальными приоритетами. Выбор организационно-правовой формы общества с ограниченной ответственностью с последующим получением статуса резидента ПВТ позволяет оптимально сочетать гибкость управления с доступом к системе льгот.

Разработанный алгоритм действий – от анализа нормативной базы до постановки на учёт и получения преференций – создаёт практически применимую

модель для предпринимателей, ориентированных на реализацию инновационных проектов в регионе. Дальнейшего изучения требует мониторинг изменений в законодательстве об инновациях и практика взаимодействия с администрацией ПВТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Аубекиров, И. И.** Финансирование инновационной деятельности предприятий малого и среднего бизнеса в современных условиях / И. И. Аубекиров, А. Ю. Анисимов // Вестник евразийской науки. – 2024. – № 4. – С. 1–13.

2 **Вечканов, Г. С.** Макроэкономика / Г. С. Вечканов, Г. Р. Вечканова. – СПб. : Питер, 2010. – 288 с.

3 **Горфинкель, В. Я.** Инновационное предпринимательство / В. Я. Горфинкель, Т. Г. Попадюк. – М. : Юрайт, 2013. – 461 с.

4 **Опекун, Е. В.** Управление субъектами инновационной инфраструктуры региона / Е. В. Опекун, В. И. Клевзович // Научно-инновационная политика в регионах Беларуси. – Минск, 2005. – С. 68–69.

5 Правовое обеспечение инновационной деятельности / Д. М. Степаненко, А. В. Александров, А. А. Подошевка [и др.]. – Могилев : Белорусско-Российский ун-т, 2018. – 10 с.

6 **Степаненко, Д. М.** Нормативные правовые акты Президента Республики Беларусь в системе инновационной политики Белорусского государства / Д. М. Степаненко // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2018. – № 5. – С. 55–58.

Получено 18.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 34:339.543

Н. В. МЕЛЬНИЧЕНКО, Р. С. ЕГЕРОВ (ГЭ-32)

Научный руководитель – канд. экон. наук *А. А. КОЛЕСНИКОВ*

ОГРАНИЧЕНИЯ ПО ВЛАДЕНИЮ И ПОЛЬЗОВАНИЮ ВРЕМЕННО ВВЕЗЕННЫМИ ТОВАРАМИ

Проведен анализ юридических рамок, регулирующих владение и использование продукции, помещенной под режим временного ввоза согласно статье 222 Таможенного кодекса Евразийского экономического союза. Исследуется сущность этого таможенного режима, его целевое назначение – гарантия целостности товаров и контроль их применения на территории ЕАЭС. Проводится рассмотрение принципа поддержания первоначального состояния товаров, а также допустимых вмешательств, связанных с их техническим обслуживанием и восстановлением. Особое внимание отводится запретам на распоряжение товарами в пользу посторонних лиц

и необходимости поддержания таможенного надзора за их эксплуатацией. Изучаются специфические нормы, касающиеся временно ввезенных транспортных средств. В заключение делается вывод о том, что положения статьи 222 Таможенного кодекса Евразийского экономического союза устанавливают комплекс правовых ограничений, который способствует результативному таможенному контролю и выполнению условий временного ввоза, находя оптимальное соотношение между государственными и частными интересами.

Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (далее – ТК ЕАЭС), статья 222, устанавливает правовые рамки владения и пользования товарами, находящимися под таможенной процедурой временного ввоза. Этот механизм призван обеспечить эффективный таможенный контроль и соблюдение условий ограниченного использования иностранных товаров на территории ЕАЭС, гарантируя при этом их контролируемый экономический оборот. Эта норма призвана установить равновесие между интересами участников внешнеэкономической деятельности и потребностью в защите фискальных интересов стран-участниц ЕАЭС, обеспечивая при этом обоюдную выгоду [1].

Таможенная процедура временного ввоза применяется в отношении иностранных товаров, которые временно находятся и используются на таможенной территории ЕАЭС при условии соблюдения установленных требований, с возможностью применения либо частичной уплаты ввозных таможенных пошлин и налогов, либо полного условного освобождения от их уплаты, а также без применения специальных, антидемпинговых и компенсационных пошлин.

При частичной уплате таможенных платежей применяется ставка 3 % в месяц от суммы, исчисленной на дату регистрации декларации, при этом общий размер уплаты не может превышать сумму, подлежащую уплате при выпуске товаров для внутреннего потребления [2].

Фундаментальным принципом правового режима временного ввоза является сохранение ввозимых товаров в их первоначальном состоянии на протяжении всего периода действия процедуры. Допустимые изменения ограничиваются естественным износом, возникающим в процессе нормальной эксплуатации, а также естественной убылью, связанной с объективными факторами транспортировки и хранения. При этом категорически запрещается переработка, модернизация или любое другое существенное изменение потребительских и функциональных свойств товара, что гарантирует сохранение его идентификационных признаков для последующего таможенного контроля.

В то же время законодательство предусматривает возможность проведения ограниченного перечня операций, направленных на поддержание работоспособности и сохранности товаров. К таким операциям относятся техническое обслуживание, текущий ремонт (исключая капитальный ремонт и модернизацию), а также другие действия, обеспечивающие нормальное функционирование товара. Важнейшим условием является сохранение воз-

возможности идентификации товара таможенными органами по завершении процедуры, что служит гарантией соблюдения установленных правил.

Особое значение придается возможности проведения испытаний, исследований, тестирования и экспериментальных процедур с временно ввезенными товарами. Это особенно актуально для высокотехнологичного оборудования и промышленной продукции. Данная норма расширяет сферу применения режима временного ввоза, позволяя использовать его в научно-технической и производственной сферах без изменения правового статуса товара.

По общему правилу, временно ввезенные товары находятся в фактическом владении и пользовании декларанта, который несет полную ответственность за соблюдение условий процедуры. Однако предусмотрены исключения, позволяющие передавать товары третьим лицам без получения предварительного разрешения таможенного органа. К таким случаям относятся передача многооборотной тары, а также передача товаров для целей технического обслуживания, ремонта, хранения, транспортировки и проведения испытаний.

Передача товаров третьим лицам требует подачи заявления в таможенный орган, предоставления обязательства принимающей стороны о соблюдении условий процедуры и рассмотрения заявления в течение 5 рабочих дней [2].

В иных ситуациях передача возможна только при наличии разрешения таможенного органа или в уведомительном порядке, если это предусмотрено нормативными актами Евразийской экономической комиссии (далее – ЕЭК).

Важно отметить, что передача товаров не влечет за собой изменения правового статуса декларанта и не снимает с него обязательств по соблюдению таможенной процедуры. Срок временного ввоза при этом не приостанавливается и не продлевается, что обеспечивает стабильность правового режима и предотвращает возможные злоупотребления.

Дополнительно установлено, что временно ввезенные товары могут использоваться только на территории ЕАЭС, за исключением транспортных средств, применяемых в качестве средств международной перевозки.

Срок временного ввоза, как правило, не превышает 2 лет, однако может быть изменен решениями ЕЭК в зависимости от категории товаров [2].

Отдельное регулирование установлено для товаров, ввозимых с полным условным освобождением от уплаты таможенных платежей. В таких случаях использование товаров ограничивается исключительно таможенной территорией союза, если иное не определено международными договорами или решениями Евразийской экономической комиссии.

Специальный блок норм посвящен временно ввезенным транспортным средствам. Допускается их использование за пределами таможенной территории ЕАЭС при условии их применения в качестве средств международной перевозки. При этом они продолжают оставаться под действием таможенной процедуры временного ввоза, что исключает ее прекращение или приостановление. Допустимые операции ограничены положениями главы 38 ТК

ЕАЭС, что дополнительно подчеркивает специфический характер правового регулирования [1].

Таким образом, статья 222 ТК ЕАЭС устанавливает комплекс мер, регулирующих владение и использование временно импортированных товаров, что призвано гарантировать их безопасность, возможность идентификации и соответствие условиям таможенной процедуры. Введённые нормы определяют дозволенные операции с товарными позициями, процедуры их применения и передачи, а также сохраняют ответственность декларанта за исполнение таможенного режима. Вследствие этого создаётся правовая база, способствующая результативному таможенному надзору и выполнению требований временного ввоза без изменения таможенного статуса перемещаемых товаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (ред. от 29.05.2019) (приложение № 1 к Договору о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза). – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215315/ (дата обращения: 07.04.2026).

2 Условия помещения и использования таможенных процедур временного ввоза/вывоза. – URL: https://www.alta.ru/expert_opinion/74176/ (дата обращения: 07.04.2026).

Получено 30.04.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 004.9:621.39

Р. А. МИНКОВ (СИ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА И СРАВНЕНИЯ ТАРИФНЫХ ПЛАНОВ МОБИЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ

Современный рынок мобильной связи характеризуется высоким уровнем конкуренции и большим количеством тарифных планов, которые отличаются по стоимости, объему минут, гигабайт и дополнительным услугам. Потребителю часто сложно выбрать наиболее подходящий тариф, поскольку необходимо сравнивать несколько параметров одновременно. В связи с этим разработка инструмента для систематизации и сравнения тарифных планов является актуальной задачей.

Целью данной работы является представление клиент-серверного веб-приложения для анализа и сравнения тарифных планов различных мобиль-

ных операторов. Для достижения цели были решены следующие задачи: анализ предметной области, выбор технологического стека, разработка серверной части на языке Python с использованием Flask, разработка клиентской части с адаптивным веб-интерфейсом; реализация хранения данных в JSON-файле, реализация фильтрации и сортировки тарифов, тестирование разработанного приложения.

Приложение построено по архитектуре клиент-сервер. Клиентская часть представляет собой веб-интерфейс, работающий в браузере пользователя. Серверная часть реализована на языке Python с использованием микрофреймворка Flask. В качестве хранилища данных используется JSON-файл, что обеспечивает простоту редактирования и переносимость данных. Взаимодействие между клиентом и сервером осуществляется посредством HTTP-протокола: браузер отправляет GET-запросы с параметрами фильтрации, сервер обрабатывает их и возвращает HTML-страницу со сгенерированными карточками тарифов.

Выбор Flask обусловлен его легкостью, минималистичностью и простотой разработки небольших веб-приложений. JSON выбран как наиболее удобный формат для хранения структурированных данных небольшого объема.

Серверная часть включает три основных компонента: загрузку данных из JSON-файла, фильтрацию и сортировку тарифов, а также формирование HTML-ответа.

Особенностью реализации является приоритетная обработка значения «Безлимит» при сортировке. Поскольку сравнение строки с числовым значением невозможно, в процессе сортировки «Безлимит» преобразуется в бесконечность (`float('inf')`), что гарантирует его размещение в начале списка при сортировке по убыванию.

Аналогичным образом реализована сортировка по минутам. Сортировка по цене выполняется стандартным образом.

Клиентская часть реализована в виде одностраничного приложения с использованием HTML5 и CSS3. Для динамической генерации карточек тарифов применяется шаблонизатор Jinja2, встроенный в Flask.

Интерфейс включает следующие элементы:

- шапка с названием приложения и информацией об авторе;
- панель фильтрации, содержащая выпадающий список для сортировки, выпадающий список для выбора оператора, поле ввода максимальной цены (без стрелок) и кнопка «Применить фильтры»;
- сетка карточек тарифов, каждая из которых отображает оператора, название тарифа, цену, количество минут и объем интернета;
- для тарифов со значением «Безлимит» предусмотрен специальный бейдж «∞» и выделение зеленым цветом.

Внешний вид интерфейса представлен на рисунке 1.

Адаптивный дизайн обеспечивает корректное отображение приложения на устройствах с различной шириной экрана (от мобильных телефонов до мониторов ПК) за счет использования CSS Grid и медиа-запросов.

В ходе выполнения работы разработано клиент-серверное веб-приложение для сравнения тарифных планов мобильных операторов. Приложение реализовано на Python с использованием Flask, данные хранятся в JSON-файле. Реализованы фильтрация по оператору и максимальной цене, а также сортировка по объему интернета, минутам и цене с корректной обработкой значения «Безлимит». Интерфейс является адаптивным и удобным для пользователя. Результаты тестирования подтверждают корректность работы всех функций. Разработанное приложение может быть использовано потребителями для выбора оптимального тарифного плана.

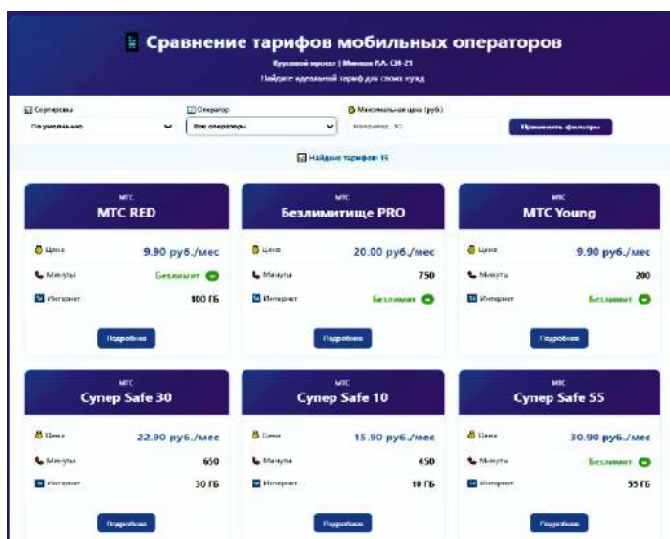


Рисунок 1 – Пользовательский интерфейс

Перспективы развития включают подключение базы данных (SQLite или PostgreSQL), добавление системы регистрации и авторизации пользователей, реализацию возможности добавления тарифов через веб-интерфейс, а также внедрение графической визуализации для наглядного сравнения.

Практическая польза приложения заключается в автоматизации процесса подбора тарифного плана. Система позволяет за секунды отсеять неподходящие предложения, упорядочить оставшиеся по заданным критериям и визуально представить результат, что способствует принятию экономически обоснованного решения. В условиях высокой конкуренции на рынке связи данный инструмент становится незаменимым помощником для абонента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Гуриков, С. Р.** Основы алгоритмизации и программирования на Python : учеб. пособие / С. Р. Гуриков. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 342 с.
- 2 **Чернышев, С. А.** Основы программирования на Python : учеб. пособие / С. А. Чернышев. – М. : Юрайт, 2022. – 286 с.
- 3 **Молдованова, О. В.** Языки программирования и методы трансляции : учеб. пособие / О. В. Молдованова. – Новосибирск : СибГУТИ, 2012. – 134 с.
- 4 **Голицына, О. Л.** Языки программирования : учеб. пособие / О. Л. Голицына, Т. Л. Партыка, И. И. Попов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. – 398 с.
- 5 **Жуков, Р. А.** Язык программирования Python: практикум : учеб. пособие / Р. А. Жуков. – М. : ИНФРА-М, 2022. – 215 с.

Получено 30.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 332:304.4 (476.7)

Т. Р. МИРСАЛИМОВ (УД-41)

Научный руководитель – ст. преп. *И. М. ЛИТВИНОВА*

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНОГО ВИДА ТРАНСПОРТА ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

В условиях развития региональной экономики и повышения мобильности населения оценка транспортных связей между городами приобретает ключевое значение. Барановичи, являясь крупным транспортным узлом Беларуси, обеспечивают сообщение с десятками населенных пунктов. Однако пассажиры часто сталкиваются с выбором между железнодорожным и автомобильным транспортом, который зависит от стоимости, времени в пути и частоты рейсов. Систематическое сравнение этих видов транспорта по объективным критериям позволяет не только облегчить принятие решений пассажирами, но и выявить направления с недостаточной транспортной доступностью, что важно для оптимизации маршрутной сети и планирования региональных перевозок на железнодорожном транспорте.

Город Барановичи расположен на равнинной местности (Полесье) и занимает выгодное географическое положение, являясь центром пересечения основных автомобильных и железных дорог. Барановичи – районный центр Брестской области. Площадь города составляет 8066 га, численность проживающего населения – 180 тыс. человек (8-е место в республике), плотность – более 2 тыс. чел./км². В городе насчитывается 500 улиц, его цен-

Барановичский железнодорожный узел является самым развитым в Беларуси. Через город проходят несколько железнодорожных линий, что обеспечивает удобное сообщение с другими регионами Беларуси и соседними странами. Станции в Барановичах обслуживают как пассажирские, так и грузовые перевозки. Регулярные рейсы связывают город с Минском, Брестом и другими крупными населёнными пунктами. Схема Барановичского железнодорожного узла представлена на рисунке 1.

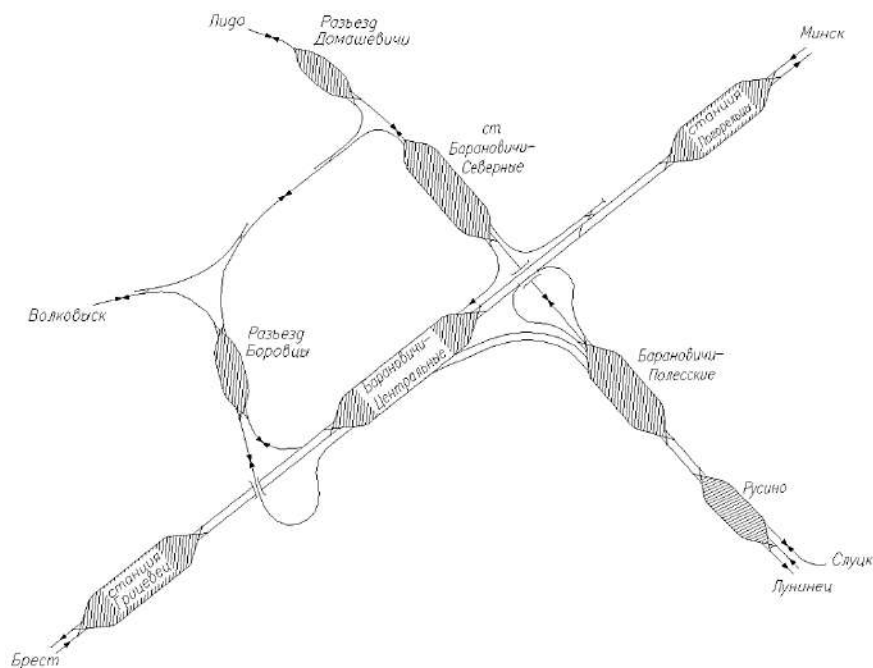


Рисунок 1 – Схема Барановичского железнодорожного узла

Автомобильный транспорт также играет значительную роль в транспортной системе Барановичей. Город находится на пересечении нескольких

автомобильных дорог, что обеспечивает доступ к местным и международным направлениям. Основные магистрали соединяют Барановичи с Минском, Брестом и другими городами. Внутригородские маршруты, включая автобусные и маршрутные такси, обеспечивают удобное передвижение по городу,

Выбор вида транспорта для осуществления поездки население осуществляет исходя из своих предпочтений и критериев, среди которых основными являются стоимость проезда и комфорт.

Сравнительный анализ маршрутной сети и параметров транспортных услуг, предоставляемых железнодорожным и автомобильным транспортом, производится исходя из 3 критериев:

- режим курсирования в день;
- стоимость проезда;
- время в пути следования.

Результаты сравнения сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Маршрутная сеть и транспортные связи города Барановичи

Станция назначения	Режим курсирования в день		Стоимость проезда, руб		Время в пути	
	ж/д	авто	ж/д	авто	ж/д	авто
Гродно	4 пары	12 пар	9,98	28	3ч 38 мин	3ч 00мин
Полоцк	1 пара	-	22,46	-	6ч 30 мин	-
Брест	15 пар	6 пар	15,47	24	1ч 53 мин	2ч 50 мин
Минск	18 пар	50 пар	12,59	18	1ч 24 мин	1ч 50 мин
Витебск	3 пары	-	22,46	-	5ч 50 мин	-
Лида	1 пара	-	7,23	-	1ч 33 мин	-
Лунинец	3 пары	-	7,45	-	1ч 49 мин	-
Пинск	4 пары	2 пары	15,73	25	2ч 23 мин	2ч 45 мин
Волковыск	3 пары	1 пара	7,45	24	1ч 53 мин	2ч 00 мин
Гомель	2 пары	-	14,63	-	8ч 14 мин	-
Слуцк	-	2 пары	-	14	-	1ч 40 мин
Слоним	3 пары	3 пары	6,03	8	0ч 52 мин	0ч 55 мин
Борисов	3 пары	-	9,98	-	2ч 46 мин	-
Солигорск	-	2 пары	-	18	-	2ч 15 мин
Орша	4 пары	-	13,43	-	4ч 15 мин	-

На основании данных, представленных в таблице 1, были выделены конечные пункты, до которых из Барановичей можно добраться как железнодорожным, так и автомобильным транспортом (рисунок 2).

По данным, представленным на рисунке 3, видно, что из города Барановичи можно добраться практически до всех областных центров и столицы, исключением является город Могилев, в данном направлении отсутствуют прямые маршруты как железнодорожным, так и автомобильным транспортом.

A map of Belarus with a green background and a network of red arrows radiating from the capital, Minsk, to various cities. The arrows indicate the primary directions of railway traffic. Neighboring countries are labeled: Lithuania (Литва) to the north, Poland (Польша) to the west, Russia (Россия) to the east, and Ukraine (Украина) to the south. Numerous cities are marked with black dots and labeled in Cyrillic, including Brest, Grodno, Minsk, Gomel, and others.



Для каждого города (см. таблицу 1) можно выделить приоритетный вид транспорта на основе трех критериев: режим курсирования в день, стоимость

проезда и время в пути. Приоритетным является тот транспорт, который чаще ходит, дешевле и быстрее, если разница во времени существенная (таблица 2).

Таблица 2 – Приоритетный вид транспорта для поездок из города Барановичи по городам Республики Беларусь

Направление	Вид транспорта	Частота, пар в день	Стоимость, рублей	Время в пути	Приоритет
Гродно	Автомобильный	12	28,00	Быстрее (на 38 мин меньше)	Время, частота
	Железнодорожный	4	9,98	Дольше на 38 мин	Стоимость
Полоцк	Автомобильный	—	—	—	Нет
	Железнодорожный	Небольшая	Высокая	Долго	Все 3 критерия
Брест	Автомобильный	6	24,00	2 ч 50 мин	Нет
	Железнодорожный	15	15,47	1 ч 53 мин	Все 3 критерия
Минск	Автомобильный	50	18,00	1 ч 50 мин	Частота
	Железнодорожный	18	12,59	1 ч 24 мин	Время, стоимость
Витебск	Железнодорожный	3	Высокая	Долго	Все 3 критерия
Орша	Железнодорожный	4	Высокая	Долго	Все 3 критерия
Лида	Железнодорожный	1	7,23	1 ч 33 мин	Все 3 критерия
Лунинец	Железнодорожный	3	7,45	1 ч 49 мин	Все 3 критерия
Пинск	Автомобильный	2	25,00	2 ч 45 мин	Нет
	Железнодорожный	4	15,73	2 ч 23 мин	Все 3 критерия
Волковыск	Автомобильный	2	14,00	2 ч 00 мин	Нет
Волковыск	Железнодорожный	3	7,45	1 ч 53 мин	Все 3 критерия
Гомель	Железнодорожный	1	14,63	8 ч 14 мин	Все 3 критерия

Окончание таблицы 2

Направление	Вид транспорта	Частота, пар в день	Стоимость, рублей	Время в пути	Приоритет
Борисов	Железнодорожный	3	9,98	2 ч 46 мин	Все 3 критерия
Слущк	Автомобильный	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Все 3 критерия
Слоним	Автомобильный	3	8,00	0 ч 55 мин	Нет
	Железнодорожный	3	6,03	0 ч 52 мин	Все 3 критерия
Солигорск	Автомобильный	2	18,00	2 ч 15 мин	Все 3 критерия

Анализ трёх ключевых критериев (частота курсирования, стоимость проезда, время в пути) показал, что из Барановичей в Брест, Витебск, Оршу, Лиду, Лунинец, Пинск, Волковыск, Гомель, Борисов, Слоним железнодорожный транспорт имеет преимущество по всем трем параметрам. Это подтверждает высокую конкурентоспособность железной дороги в межрегиональном сообщении. На всех направлениях, где возможно сравнение с автомобильным транспортом, стоимость проезда по железной дороге ниже, чем на автомобильном транспорте (по отдельным направлениям разница стоимости достигает 20 рублей). Это делает железнодорожный транспорт приоритетным для социально ориентированных пассажиров и регулярных поездок. Единственное направление, где автомобиль объективно выигрывает по частоте и времени – Гродно (авто ходит 12 раз в день, быстрее на 38 мин). Однако цена почти втрое выше. Это показывает возможность для совершенствования железнодорожного сообщения с Гродно (увеличение числа пар поездов, сокращение времени следования).

Таким образом, железнодорожный транспорт в Барановичском узле является наиболее сбалансированным по критериям доступности, стоимости и времени. Для пассажиров он остается предпочтительным в 12 из 14 рассмотренных направлений. Результаты оценки приоритетности показали, что межрегиональном сообщении железная дорога – не просто альтернатива, а основной вид транспорта, который необходимо развивать для повышения мобильности населения и снижения транспортной нагрузки на автомобильные магистрали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Расписание поездов БЖД. – URL: <https://pass.rw.by/ru/?ysclid=mihrw0ub4c793183532> (дата обращения: 13.11.2025).
- 2 Расписание движение пригородных автобусов. – URL: <https://barautopark.by/services/freight/8/> (дата обращения: 14.11.2025).
- 3 Схема Барановичского железнодорожного узла. – URL: <http://elib.bsut.by/handle/123456789/652?show=full> (дата обращения: 14.11.2025).

Получено 01.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

УДК 658.5

К. О. МИТКЕВИЧ, Т. А. ГОЛОВАЧ (ГС-11)

Научный руководитель – ст. преп. *А. В. МИТРЕНКОВА*

ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКАЯ ТАЙНА

В современных экономических условиях информация рассматривается как стратегически значимый ресурс предприятия. От степени защищённости сведений, обладающих коммерческой ценностью, во многом зависят устойчивость функционирования организации, уровень её конкурентоспособности и эффективность хозяйственной деятельности. По этой причине предпринимательская тайна занимает важное место в структуре обеспечения экономической безопасности субъектов хозяйствования.

Правовое регулирование вопросов, связанных с защитой конфиденциальной информации, в Республике Беларусь осуществляется на основании норм гражданского, трудового и специального законодательства. Основу нормативной базы составляют Гражданский кодекс Республики Беларусь, Закон Республики Беларусь «О коммерческой тайне», а также иные правовые акты, регламентирующие порядок использования сведений ограниченного распространения. В соответствии с действующим законодательством коммерческой тайной признаётся информация, обладающая действительной либо потенциальной ценностью вследствие отсутствия свободного доступа к ней со стороны третьих лиц.

Следует учитывать, что законодательство не допускает отнесение к коммерческой тайне всех сведений организации. Существует перечень данных, подлежащих обязательному раскрытию. К ним относятся сведения о численности персонала, задолженности по оплате труда, состоянии условий труда работников и информация, предоставляемая государственным органам в предусмотренных законом случаях. Подобный подход обеспечивает соблюдение принципов открытости хозяйственной деятельности и защиту интересов работников.

Развитие цифровых технологий способствует увеличению количества угроз, связанных с неправомерным распространением конфиденциальной информации. Существенную опасность представляют действия сотрудников предприятия, имеющих доступ к внутренним данным организации. Наряду с этим возрастают риски, обусловленные киберугрозами, включая несанкционированное проникновение в информационные системы, использование вредоносного программного обеспечения и недостаточный уровень технической защиты данных. Дополнительным фактором риска остаётся промышленный шпионаж и недобросовестная конкурентная деятельность.

Для обеспечения надлежащего уровня защиты предпринимательской тайны организациям необходимо реализовывать комплекс взаимосвязанных мероприятий. К числу правовых мер относятся разработка локальных нормативных документов, установление режима конфиденциальности и закрепление обязательств о неразглашении информации в трудовых договорах. Важную роль играют организационные механизмы, предполагающие разграничение доступа работников к информации ограниченного характера, проведение инструктажей и систематический контроль соблюдения требований конфиденциальности.

Особое значение в современных условиях имеют технические средства обеспечения информационной безопасности. Организации применяют системы идентификации и контроля доступа, технологии шифрования данных, антивирусное программное обеспечение и инструменты резервного копирования информации. Использование указанных средств способствует снижению вероятности утечки сведений и минимизации возможного экономического ущерба.

Анализ действующего законодательства позволяет сделать вывод о наличии различных форм ответственности за незаконное получение, использование либо разглашение сведений, составляющих коммерческую тайну. В зависимости от характера правонарушения к виновным лицам могут применяться дисциплинарные, административные, гражданско-правовые и уголовные меры ответственности. Это подчёркивает значимость защиты конфиденциальной информации как для государства, так и для субъектов предпринимательской деятельности.

Таким образом, предпринимательская тайна выступает важным элементом системы экономической безопасности предприятия. Эффективное обеспечение защиты конфиденциальной информации способствует снижению уровня экономических рисков, укреплению деловой репутации организации и повышению устойчивости её функционирования в условиях конкурентной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 О коммерческой тайне : Закон Респ. Беларусь от 5 янв. 2013 г. № 16-З : в ред. 2024 г. // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=H11300016> (дата обращения: 16.05.2026).

2 Гражданский кодекс Республики Беларусь : принят Палатой представителей 28 окт. 1998 г. : одобр. Советом Респ. 19 нояб. 1998 г. // Национальный правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=hk9800218> (дата обращения: 28.04.2026).

3 Трудовой кодекс Республики Беларусь : 26 июля 1999 г. № 296-З : принят Палатой представителей 8 июня 1999 г. : одобр. Советом Респ. 30 июня 1999 г. : в ред. от 29 июня 2024 г. – Минск: Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2004. – 269 с.

4 Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 16.05.2026).

Получено 02.06.2026

УДК 625.765:625.85

А. О. МИХАЛЬКОВ (ВСП-21), *Я. М. ГРИЩЕНКОВ* (ВСМ-21),
Научный руководитель – канд. техн. наук *В. В. ПЕТРУСЕВИЧ*

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА КОНСТРУКЦИЮ УНИВЕРСАЛЬНОЙ МАШИНЫ-РОБОТА ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ РАЗРУШЕНИЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Проведен анализ факторов, влияющих на конструкцию универсальной машины-робота для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги. На основании данных факторов приведена конструкция данной машины, а также определены ее основные конструктивные элементы.

Актуальность данной статьи заключается в предложении по разработке универсальной машины-робота для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, работа которой заключается в предупреждении и устранении на ранней стадии дефектов асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги [1, 2]. На работу данной машины влияет значительное количество различных факторов, которые необходимо предусмотреть при предложении ее конструкции.

На конструкцию разрабатываемой универсальной машины-робота для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги будут влиять следующие параметры:

- ширина полосы движения на проезжей части автомобильной дороги;
- количество и характеристики выбранной композиции для профилактической обработки асфальтобетонного покрытия;
- необходимость установки оборудования для сканирования поверхностных характеристик и дефектов асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги;
- необходимость установки оборудования для обработки асфальтобетонного покрытия.

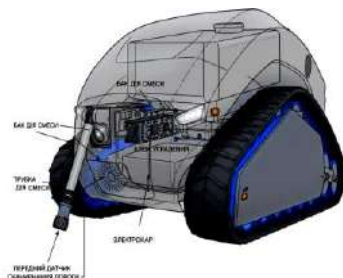
Разрабатываемая машина должна содержать следующие конструктивные элементы:

- базовое шасси, работающее в автоматическом режиме;
- датчики сканирования асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги, а также датчики контроля выполненных рабочих операций;
- бак для ремонтного материала, а также систему устройств для его равномерного нанесения на асфальтобетонное покрытие;

– блок управления (в который предварительно загружена информация об обрабатываемом объекте и позволяющий без вмешательства оператора, а также с его участием принимать решение о проведении тех или иных операций на заданном участке автомобильной дороги).

Исходя из представленных требований на рисунке 1 представлена конструкция универсальной машины-робота для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги.

а)



б)



Рисунок 1 – Универсальная машина-робот для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги:

а – общий вид; *б* – конструктивная схема

При этом предлагаемая конструкция универсальной машины-робота для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги возможно будет работать в системе автоматизированной работы дорожной техники, структурная схема которой представлена на рисунке 2 [3, 4].



Рисунок 2 – Система автоматизированной работы дорожной техники

Подводя итог, стоит отметить, что внимательное рассмотрение факторов, влияющих на конструкцию универсальной машины-робота для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги позволит повысить качество и снизить себестоимость производства дорож-

ных работ за счет экономии распределяемого дорожно-строительного материала, а также продления срока службы асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Обзор основных технологий для выполнения ямочного ремонта асфальтобетонного покрытия на дворовых территориях / В. В. Петрусевич, В. В. Томашов, К. Д. Дашук [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 20–21 нояб. 2025 г. : в 2 ч. Ч.2. – Гомель : БелГУТ, 2025. – С. 311–313.

2 Обзор отечественных малых машин и установок для ремонта асфальтобетонного покрытия / В. В. Петрусевич, Р. Ю. Доломанюк, К. Д. Дашук [и др.] // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 20–21 нояб. 2025 г. : в 2 ч. Ч. 2. – Гомель : БелГУТ, 2025. – С. 314–316.

3 **Петрусевич, В. В.** Основные принципы системы организации профилактической обработки в рамках выполнения технологических процессов текущего содержания автомобильных дорог / В. В. Петрусевич // Автомобильные дороги и мосты. – 2024. – № 1. – С. 4–13.

4 **Бочкарев, Д. И.** Моделирование технологического процесса профилактической обработки асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / Д. И. Бочкарев, В. В. Петрусевич // Вестник БрГТУ. – 2024. – № 1. – С. 48–52.

Получено 16.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 621.317

С. А. МОЖАЕВ (МЭСм-31), *А. А. КАЛАЧЁВ* (ЭМ-31)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Н. ГАЛУШКО*

ДИАГНОСТИКА КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ ОБМОТОК BLDC-ДВИГАТЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА

Рассматриваются области применения, наиболее значимые преимущества BLDC-двигателей перед коллекторными и трехфазными асинхронными с преобразователем частоты. Предложен метод обнаружения дефектов обмоток с эмалевой изоляцией бесколлекторного двигателя на основе частотного анализа и приведено описание оборудования и приборов для выполнения экспериментов. На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что импедансную характеристику целесообразно измерять без подвижной части с магнитами на большой частоте. Полученные результаты являются основой для создания методики и программно-аппаратного комплекса диагностики дефектов обмоток BLDC-двигателей.

Бесколлекторные электродвигатели постоянного тока (BLDC – *brushless direct current electric motor*) получили широкое применение благодаря высоким моменту и КПД, линейной (жесткой) механической характеристике, широкому диапазону регулирования частоты вращения. Бесколлекторные двигатели вытесняют коллекторные и трехфазные асинхронные двигатели с преобразователем частоты благодаря меньшим потерям мощности, большому ресурсу, высокой удельной мощности и точному регулированию частоты вращения [1–3].

Область применения BLDC-приводов достаточно широка:

1 Транспорт: электросамокаты, гироскутеры, электромобили (Nissan Leaf, Tesla Model 3 и пр.), дроны, квадрокоптеры, а также бытовой электроинструмент (шуруповерты, дрели).

2 Бытовая и офисная техника: стиральные машины (Direct Drive), компьютерные вентиляторы, холодильники (инверторные компрессоры), пылесосы, кондиционеры.

3 Промышленность и автоматизация: станки с ЧПУ, конвейеры, робототехника (сервоприводы), промышленные насосы и вентиляторы.

4 Медицина и прецизионная техника: хирургические дрели, аппараты ИВЛ, центрифуги, инфузионные помпы.

5 Авиация, космос и оборона: приводы в самолетах (More Electric Aircraft), системы ориентации спутников, приводы наведения в ПВО, дроны.

6 Энергетика: следящие системы солнечных батарей, приводы систем охлаждения на солнечных/ветряных станциях.

Наиболее значимые преимущества BLDC-двигателей перед коллекторными: меньше шум и вибрация; отсутствует коллекторно-щеточный узел; высокая наработка на отказ; выше КПД при высокой частоте вращения.

Преимущества BLDC-двигателей перед трехфазными асинхронными с преобразователем частоты: меньше размеры для одинаковой мощности; универсальность контроллера; больше крутящий момент при низкой частоте вращения.

В настоящее время полноценная статистика отказов отсутствует, так как массовый выпуск BLDC-двигателей произошел только в последнее десятилетие. Для предприятий, занимающихся прокатом электросамокатов, существует проблема выхода приводов (до 3 % от имеющихся в наличии) по следующим причинам: перегрузка двигателей при превышении допустимой нагрузки на электросамокат, приводящая к температурному перегреву эмалированной изоляции обмоток; попадание песка и влаги внутрь конструкции; размагничивание магнитов при температурной перегрузке.

Таким образом, разработка метода обнаружения дефектов обмоток с эмалированной изоляцией бесколлекторного двигателя на основе частотного анализа обмоток BLDC-приводов является актуальной задачей в связи с их массовым применением.

Методы и технические средства

В качестве BLDC-двигателей были использованы наиболее широко применяемый в последнее время на транспорте электродвигатель номинальной мощностью 350 Вт и привод плоттера 125 Вт.

Технология обнаружения неисправностей BLDC-двигателей с использованием импедансной и фазочастотной характеристик, описанная в данном исследовании, является развитием методики [4], где с помощью метода «трех вольтметров» рассчитывается модуль и аргумент комплексного сопротивления в режиме холостого хода (XX), в диапазоне частот от 0 до 100 кГц, и для обнаружения коротких замыканий сравниваются частотные характеристики BLDC-двигателей в дефектном и бездефектном состоянии.

При выполнении экспериментов применялось следующее оборудование и приборы: вольтметры В7-68, задающий генератор сигналов ГЗ-112, автоматизированная информационно-измерительная система на основе разработанного программного обеспечения для графического представления результатов с управлением от персонального компьютера (ПК).

В исследуемых двигателях искусственно были созданы повреждения эмалевой изоляции явнополусной в виде отпаяк от различного числа витков явнополусной обмотки (15, 50 и 100 % витков одной из девяти катушек, приходящихся на одну фазу привода мопеда), имитирующие межвитковое короткое замыкание (МКЗ). Контролируемое управление режимами МКЗ (включение, отключение, переключение на различное число витков) осуществлялось с помощью реле, закрепленного на подшипниковой крышке.

Полученные результаты обрабатывали на ПК с помощью специально разработанной программы и строили частотные характеристики, используемые для дальнейшего анализа дефектов.

Измерения осуществляли путём подключения к фазному проводу и выводу нулевой точки. Результаты импедансных характеристик для бездефектного состояния BLDC-двигателя электромопеда представлены на рисунке 1.

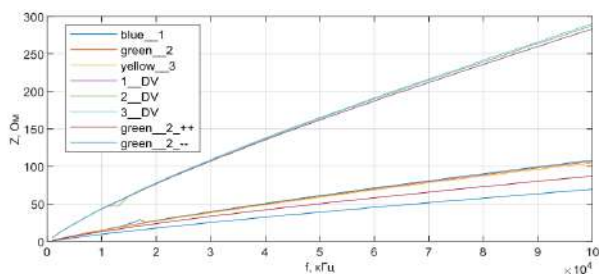


Рисунок 1 – Импедансная характеристика для бездефектного состояния BLDC-двигателей в случае способа подключения к фазному проводу и корпусу:

blue, green, yellow – три фазных провода привода мопеда без магнитов;
1 DV, 2 DV, 3 DV – привод плоттера без магнитов; green 2++, green – двигатель мопеда с магнитами в согласованном и рассогласованном положениях соответственно

Результаты исследований и их обсуждение

В отличие от импедансных характеристик трехфазных трансформаторов и асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором [5, 6] магнитные связи между обмотками и фазами BLDS-двигателей незначительны, что проявляется в отсутствии первого и второго резонансов.

Характер зависимостей более характерен для индуктивного элемента со слабой магнитной связью. Причем в собранном с подвижными магнитами положении импеданс значительно уменьшается, а согласованное и рассогласованное положение магнитов относительно измеряемой фазы оказывает примерно такое же влияние, как и само наличие магнитов. Импедансная характеристика двигателя плоттера проходит намного выше, что связано с большими активным сопротивлением и индуктивностью. Было установлено, что если выполнять анализ на более высокой частоте (например, 100 кГц), то различия проявляются более значительно (см. рисунок 1).

Из рисунка 2 следует, что при МКЗ наблюдается снижение импеданса, причём на большей частоте различия проявляются более отчетливо. Результаты исследования импедансных характеристик для бездефектного состояния и при различном числе закороченных витков обмотки двигателя мопеда представлены на рисунке 3.

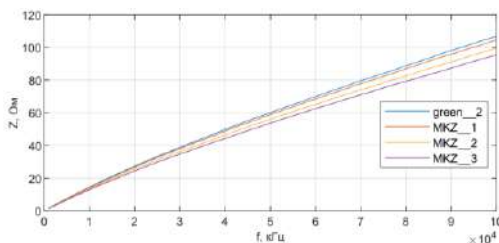


Рисунок 2 – Импедансная характеристика для МКЗ для привода мопеда без магнитов: 2 (green) – бездефектное состояние; MKZ 1, MKZ 2, MKZ 3 – короткое замыкание соответственно 15, 50, 100 % всех витков одной из 9 катушек

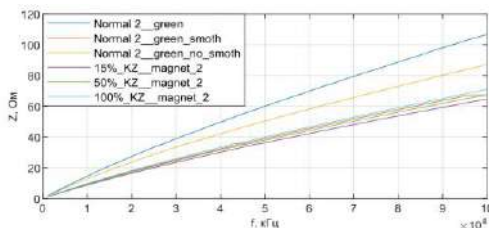


Рисунок 3 – Импедансная характеристика в случае МКЗ для двигателя мопеда: Normal 2 green – бездефектное состояние; Normal 2 green smooth – согласованное положение магнита; Normal 2 green no smooth – рассогласованное положение магнита; KZ 15 %, KZ 50 %, KZ 100 – КЗ 15, 50, 100 % витков одной из 9 катушек соответственно

На основании проведённых исследований можно сделать вывод, что импедансную характеристику целесообразно измерять без подвижной части с магнитами (разобранное состояние) на большой частоте (≥ 100 кГц), так как в этом случае влияние положения магнитов отсутствует и различия для дефектного и бездефектного состояний проявляются более отчетливо. Полученные результаты являются основой для создания методики и программно-аппаратного комплекса диагностики дефектов обмоток BLDC-двигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Schagin, A. V.** Development of Speed Control System for BLDC Motor with Power Factor Correction / A. V. Schagin, D. T. Nguyen // 2020 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), St. Petersburg and Moscow, Russia. – 2020. – P. 2411–2414. – DOI: 10.1109/EIConRus49466.2020.9038981.

2 **Purnalal, M.** Development of mathematical model and speed control of BLDC motor / M. Purnalal, T. K. Sunil kumar // International Journal of Electrical and Electronics Engineers IJEEE. – 2015. – Vol. 07, is. 01. – P. 271–280.

3 **Obulesh, Y.** Mathematical modeling of bldc motor with closed loop speed control using pid controller under various loading conditions / Y. Obulesh, Ch. Sai Babu, A. Purna Chandra Rao // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2012. – Vol. 7 (10). – P. 1321–1328.

4 **Галушко, В. Н.** Метод неразрушающего контроля состояния однофазных и трёхфазных трансформаторов на основе частотных характеристик / В. Н. Галушко И. Л. Громыко // Приборы и методы измерений. – 2025. – Т. 16, № 2. – С. 158–167. – DOI: 10.21122/2220-9506-2025-16-2-158-167.

5 **Мирош, Д. В.** Технология применения нейронных сетей для диагностики межвитковых замыканий в трансформаторах и асинхронных двигателях / Д. В. Мирош, В. М. Овчинников, И. Е. Монархович // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. – 2024. – № 1(48). – С. 24–29.

6 **Исаев, А. В.** Спектрально-импульсные методы измерения сопротивления межвитковой изоляции электрических машин со вращающейся обмоткой и приборы на их основе : дисс. канд. техн. наук : 05.11.01 / А. В. Исаев; БНТУ. – Минск, 2024. – 140 с.

Получено 19.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.015

С. И. МОЛЧАН, Н. В. ЗАКРЕВСКИЙ (УД-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук *Е. Н. ПОТЫЛКИН*

ПРОБЛЕМА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛОВ

Рассматриваются проблемы и перспективы развития мультимодальных терминалов как основных элементов транспортного комплекса. Выявлены основные си-

стемные ограничения отрасли. В рамках анализа предложены решения для дальнейшего развития мультимодальных терминалов.

Развитие общества невозможно без хорошо функционирующих транспортных связей между странами. Именно на основе дальнейшего развития транспортного комплекса, в состав которого входят железнодорожный, автомобильный, трубопроводный, воздушный, речной и морской виды транспорта, строится экономика любого государства.

Настоящая геополитическая ситуация требует высокой мобильности логистических цепочек, поэтому наряду с строительством новых линий важное значение имеет развитие наиболее «узких» мест – грузовых терминалов.

Грузовой терминал – это специализированное место, оборудованное для обработки и передачи грузов между различными видами транспорта или для временного хранения грузов в процессе перевозки [1].

Основные характеристики транспортного терминала:

- мультимодальность (обслуживание нескольких видов транспорта: железнодорожного, автомобильного, морского, воздушного, речного);
- обработка грузов (терминалы оснащены специальным оборудованием для погрузки, разгрузки, сортировки и временного хранения грузов);
- логистические услуги (такие дополнительные логистические услуги, как складское хранение, таможенное оформление, упаковка и маркировка грузов);
- локация (обычно расположены в стратегически важных местах, близко к транспортным магистралям или главным логистическим центрам, что облегчает доступ и ускоряет обработку грузов).

На основании определения любая железнодорожная станция может считаться грузовым терминалом. Важной перспективой является развитие транспортной инфраструктуры, что подтверждается диаграммой (рисунок 1) объема обработки грузов на терминалах восточного полигона РЖД [2]. Для эффективного функционирования мультимодальных цепочек поставок необходимы современные мультимодальные терминалы и транспортные узлы, которые обеспечат бесшовную интеграцию разных видов транспорта. Улучшение портовых, железнодорожных и автомобильных сетей, а также развитие инфраструктуры для новых видов транспорта, таких как электромобили и автономные транспортные средства, будет способствовать улучшению связности между различными участками логистической цепи.

На пути реализации указанных преимуществ транспортная отрасль сталкивается с рядом системных ограничений. Первым и наиболее значимым фактором, сдерживающим развитие, является высокая степень физического и морального износа основных производственных фондов терминальной инфраструктуры. Согласно аналитическим данным [3], более 30 % мощностей действующих терминалов Европы нуждаются в реконструкции и техниче-

ском перевооружении. В частности, остро стоит проблема несоответствия геометрических параметров путевого развития требованиям современных перевозчиков.

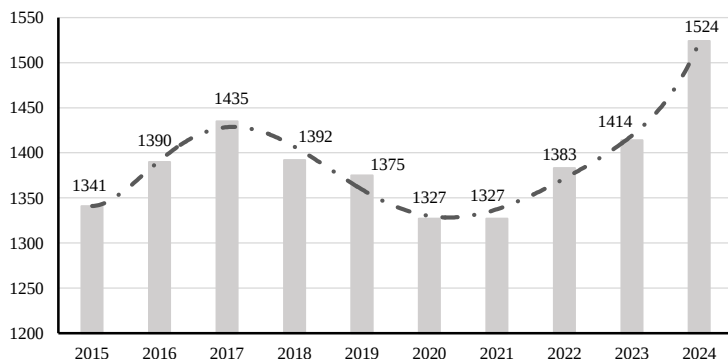


Рисунок 1 – Объем обработки грузов на терминалах восточного полигона РЖД

Длины приемоотправочных путей многих станций не позволяют осуществлять обработку полносоставных поездов, что приводит к необходимости дробления маршрутов, выполнению дополнительной маневровой работы и, как следствие, к существенному росту эксплуатационных расходов и увеличению времени оборота вагона. Вторым барьером является недостаточный уровень цифровой интеграции участников перевозочного процесса. Несмотря на декларируемый переход к цифровой экономике, доля операций, сопровождаемых бумажными носителями информации, по экспертным оценкам, достигает 40 %.

Решение обозначенных проблем лежит во внедрении инновационных технологических решений. Приоритетным направлением модернизации является интеграция в производственный процесс систем искусственного интеллекта (ИИ). Применение алгоритмов ИИ в управлении складскими операциями позволяет перейти от субъективного, основанного на опыте диспетчера, метода размещения грузов к объективному, оптимизированному расчетным путем. Система в режиме реального времени анализирует входящий поток заявок и прогнозируемые сроки отправления, предлагая такое размещение контейнерных единиц на площадке, которое минимизирует траекторию и время движения перегрузочной техники.

Дальнейшее развитие мультимодальных комплексов связано с переходом к дистанционно управляемой и беспилотной инфраструктуре. Концепция развития предполагает перенос рабочего места оператора перегрузочного оборудования из кабины машины, находящейся непосредственно в

опасной рабочей зоне, в стационарный диспетчерский центр, географически удаленный от производственной площадки. Реализация данной концепции требует применения технологий машинного зрения и предиктивной аналитики на базе машинного обучения. Данные технологии обеспечат не только управление механизмами, но и автоматический контроль технического состояния контейнеров, мониторинг соблюдения требований безопасности и оптимизацию использования парка оборудования.

Развитие мультимодальных терминалов является важной задачей в обеспечении интеграции национальных транспортных систем в международные логистические цепи. Для преодоления существующих ограничений, связанных с износом инфраструктуры, недостаточным уровнем цифровизации и дефицитом кадров, необходима реализация комплексного подхода. Он должен предусматривать не только техническое перевооружение объектов, но и внедрение интеллектуальных систем управления и роботизированных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Погрузочно-разгрузочные работы на железнодорожном транспорте : учеб. пособие : в 2 ч. Ч. I / Н. П. Берлин, В. Н. Кирик, Е. В. Настаченко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2023. – 187 с.

2 Железнодорожный транспорт России: вызовы до 2025 года (доклад ИПЭМ) // Aftershock. – URL: <https://aftershock.news/?q=node/746091> (дата обращения: 16.05.2026).

3 **Шумаев, В. А.** Основы логистики : учеб. пособие / В. А. Шумаев. – М. : Юридический институт МИИТ, 2016. – 267 с.

Получено 18.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 004.051

А. Э. ОРЕХВА, А. С. ШАЛАЕВА (ЭК-11)

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук *Е. А. ЗАДОРЖНИК*

ЭВОЛЮЦИЯ ВЕБ-УГРОЗ OWASP TOP 10 2025

Безопасность программного обеспечения в современных реалиях требует от команд разработки не просто точечного устранения ошибок, а стратегического подхода. Понимание динамики развития риска помогает выстроить такой процесс проектирования, тестирования и развертывания, который гарантирует устойчивость приложений к самым актуальным векторам атак.

Международный проект Open Worldwide Application Security Project (OWASP) выступает главным источником знаний в этой области. Его регулярный отчет OWASP Top 10 служит базовым ориентиром для разработчиков, DevOps-инженеров и аналитиков. И если отчет 2021 года фиксировал смещение фокуса в сторону архитектурных проблем (Security by Design), то обновленный стандарт OWASP Top 10 2025 отражает наступление эпохи искусственного интеллекта, тотальной интеграции API и усложнения цепочек поставок программного обеспечения (ПО) [1].

Ниже представлен актуальный список OWASP Top 10 2025, пришедший на смену редакции 2021 года [2]:

- 1 Нарушения управления доступом (Broken Access Control).
- 2 Уязвимости ИИ и интеграции LLM (AI and LLM Vulnerabilities).
- 3 Небезопасные дизайн и архитектура (Insecure Design).
- 4 Инъекции, включая Prompt Injection (Injections).
- 5 Уязвимости API и микросервисов (API Security Failures).
- 6 Атаки на цепочки поставок ПО (Software and Supply Chain Attacks).
- 7 Недостатки конфигурации и Cloud-сред (Security Misconfiguration).
- 8 Ошибка идентификации и управления сессиями (Identification and Authentication Failures).
- 9 Нарушение целостности ПО и данных (Software and Data Integrity Failures).
- 10 Недостатки логирования, мониторинга и видимости (Security Logging and Monitoring Failures).

Детальный разбор категорий OWASP Top 10 2025 и их отличие от 2021 года.

Нарушения управления доступом (Broken Access Control) – эта категория сохранила свое первое место с 2021 года, оставаясь самой частной и опасной уязвимостью, позволяющей злоумышленнику обойти ограничения и получить доступ к чужим учетным записям, конфиденциальным файлам или административным функциям. В отчете 2025 года значимость проблемы увеличилась из-за сложности B2B-интерфейсов и многопользовательских облачных платформ (Multi-tenancy), что требует обязательной проверки прав строго на стороне сервера для каждого запроса, использования централизованных механизмов контроля доступа (например, RBAC/ABAC) и повсеместного внедрения принципа «запрещено по умолчанию» [1].

Уязвимости искусственного интеллекта (ИИ) и интеграции LLM (AI and LLM Vulnerabilities) – абсолютно новое направление рисков, стремительно поднявшееся на второе место, отражает повсеместную интеграцию больших языковых моделей (LLM), чат-ботов и умных помощников, которые в 2021 году были редкостью. Опасность здесь заключается в возможности манипулирования моделью (jailbreaking), утечки конфиденциальных данных, на которых обучался ИИ, или выполнении ИИ-системой вредоносных команд в

бэкенде, для нейтрализации чего необходима жесткая изоляция контекста ИИ, фильтрации входных и выходных данных модели, а также строгое ограничение прав доступа ИИ-агентов к внутренним базам данных и API [1].

Небезопасные дизайн и архитектура (Insecure Design) – в 2025 году этот архитектурный пласт поднялся выше (занимал 4-е место в 2021 году), поскольку он связан не с ошибками в написании кода, а с фундаментальными просчетами на этапе планирования – например, созданием микросервисной архитектуры, где сервисы безоговорочно «доверяют» друг другу внутри периметра без взаимной аутентификации. Для минимизации этих рисков критически важны реализация концепции нулевого доверия (Zero Trust) на уровне архитектуры, регулярное моделирование угроз (Threat Modeling) до написания первой строчки кода и проведение постоянных стратегических ревизий [3].

Интъекции, включая Prompt Injection (Injections), классические SQL-, NoSQL-интъекции и интъекции команд операционной системы, доминировавшие в прошлые десятилетия, продолжают сдавать позиции благодаря защите на уровне современных фреймворков, однако к 2025 году данный вектор атаки серьезно трансформировался и теперь включает в себя интъекции в промты (Prompt Injection), когда пользователь через текстовое поле заставляет ИИ-компонент веб-приложения выполнить непредусмотренные действия. Противодействие этой угрозе требует как использования параметризованных запросов для традиционных баз данных, так и надежного разделения инструкций разработчика и пользовательского ввода на уровне API для ИИ-систем [1].

Уязвимости API и микросервисов (API Security Failures) в 2025 году, из-за того, что современные фронтенд-приложения (SPA) и мобильные бэкенды полностью построены на API, вошли в основной топ, объединив ошибки контроля доступа на уровне объектов (BOLA/IDOR), отсутствие лимитов на количество запросов (Rate Limiting) и избыточную выгрузку данных в JSON-ответах. Эффективная защита от подобных дефектов предполагает обязательное внедрение шлюзов безопасности (API Gateways), валидацию схем запросов и ответов, а также строгое ограничение частоты запросов (Throttling) [4].

Атаки на цепочки поставок ПО (Software and Supply Chain Attacks) – проблема, которая в 2021 году называлась «Уязвимые и устаревшие компоненты», серьезно эволюционировала: сегодня данный тип угроз заключается в том, что злоумышленники целенаправленно атакуют репозитории (npm, PyPI, NuGet), внедряя вредоносный код в популярные пакеты через перехват аккаунтов разработчиков или подмену имен (Typosquatting). Снижение этих рисков достигается за счет обязательного использования спецификации SBOM (Software Bill of Materials) для полного контроля состава ПО, автоматического аудита зависимостей в CI/CD пайплайнах и подписания коммитов цифровыми подписями [3].

Недостатки конфигурации и Cloud-сред (Security Misconfiguration) – этот сектор проблем поднялся выше из-за массового перехода на Cloude Na-

tive разработку, ведь если в 2021 году под этим чаще понимали включенный debug-режим на сервере, то в 2025 году это прежде всего ошибки в настройках доступа к облачным хранилищам (например, публичные AWS S3 бакеты), дефолтные конфигурации в кластерах Kubernetes и неверно настроенные политики CORS. Для исправления ситуации необходимо повсеместное использование подхода «Инфраструктура как код» (IaC) с автоматической проверкой безопасности конфигураций и регулярное сканирование облачной среды на предмет отклонений от эталона [4].

Ошибка идентификации и управления сессиями (Identification and Authentication Failures) – по сравнению с 2021 годом данный раздел рейтинга опустился ниже, так как большинство компаний внедрило многофакторную аутентификацию (MFA) и перешли на проверенные облачные провайдеры идентификации (OAuth, AuthO, Keycloak), однако атаки на угон сессий (Session Hijacking) и обход слабых реализаций MFA все еще представляют серьезную угрозу. Надежная защита здесь строится на переходе к беспарольной аутентификации (Passkeys, WebAuthn), защите сессионных куки специальными флагами (HttpOnly, Secure, SameSite) и внедрении систем адаптивного MFA [1].

Нарушение целостности ПО и данных (Software and Data Integrity Failures) – указанная уязвимость связана с принятием данных или обновлений программного обеспечения без надлежащей проверки их подлинности, причем в контексте 2025 года критическим фактором стало слепое доверие к данным, которые генерируют внешние плагины или ИИ-системы (проблема галлюцинаций данных), что может привести к порче баз данных приложения. Защитные меры в данном случае диктуют необходимость строгой валидации и верификации любых данных, поступающих из сторонних систем, а также обязательное использование цифровых подписей для файлов обновлений [1].

И наконец, Недостатки логирования, мониторинга и видимости (Security Logging and Monitoring Failures) замыкают список инструментального комплекса, который из простого сбора логов перерос в концепцию Observability (наблюдаемости), поскольку отсутствие глубокого мониторинга внутри контейнеров и микросервисов мешает вовремя заметить целенаправленную атаку, увеличивая среднее время обнаружения взлома до нескольких недель. Чтобы этого избежать, требуется создание централизованных систем сбора логов (SIEM), мониторинг подозрительной активности в реальном времени и настройка мгновенных оповещений (Alerting) для команды информационной безопасности при аномальном поведении API или ИИ-компонентов [4].

Каждые несколько лет OWASP пересматривает список актуальных угроз на основе изменений в реальном ландшафте угроз. На рисунке 1 можно увидеть, как сместился фокус с комплексных проблем архитектуры и контроля доступа (OWASP Top 10 – 2021) к новым глобальным вызовам искусственного интеллекта, безопасности API и цепочек поставок ПО (OWASP Top 10 – 2025) [1].



Рисунок 1 – Изменения в рекомендациях OWASP Top 10

Выпуск актуальной редакции OWASP Top 10 состоялся в конце 2025 года. Очередной плановый пересмотр перечня актуальных угроз и выпуск следующей версии стандарта ожидается в 2028–2029 годах.

OWASP Top 10 – это не просто справочник, а ключ к пониманию рисков, с которыми сталкивается любой разработчик или DevOps-инженер.

Крайне важно проводить регулярное тестирование приложений с учетом рекомендаций OWASP Top 10. Это может быть как автоматический анализ (SAST/Dast), так и ручной аудит кода вместе с пентестом [5]. Не менее важно строить процессы на принципах безопасного программирования (Secure by Design), внедряя валидацию данных, токенизацию и разграничение прав в культуру команды разработчиков ПО [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 OWASP Top 10 // Open Worldwide Application Security Project (OWASP). – URL: <https://owasp.org/www-project-top-ten/> (дата обращения: 11.04.2026).

2 OWASP Top 10:2021. Основные риски безопасности веб-приложений // Open Worldwide Application Security Project. – URL: <https://owasp.org/Top10/> (дата обращения: 11.04.2026).

3 Методология безопасной разработки программного обеспечения (Secure by Design) // Агентство по кибербезопасности и инфраструктуре (CISA). – URL: <https://www.cisa.gov/resources-tools/resources/secure-by-design> (дата обращения: 11.04.2026).

4 Шаньгин, В. Ф. Информационная безопасность и защита информации в корпоративных сетях : учеб. пособие / В. Ф. Шаньгин. – М. : ДМК Пресс, 2023. – 512 с. – ISBN 978-5-97060-988-0.

5 Сканирование и аудит уязвимостей (SAST/DAST) // Информационный портал по кибербезопасности SecurityLab. – URL: <https://www.securitylab.ru> (дата обращения: 11.04.2026).

Получено 12.06.2026

УДК 31.5:004.8(476)

В. Т. ОСИПОВА, К. С. КРАВЧЕНКО (ГТ-21)

Научный руководитель – канд. экон. наук *Н. Н. ЗАТОЛГУТСКАЯ*

ВЛИЯНИЕ ИИ НА РЫНОК ТРУДА ПРОМЫШЛЕННЫХ И АГРАРНЫХ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Анализируется влияние технологий искусственного интеллекта (ИИ) на трансформацию рынка труда в промышленных и аграрных регионах Республики Беларусь. Рассматриваются двойственные последствия внедрения ИИ: автоматизация рутинных процессов, обслуживание оборудования, а также его использование, повышающие производительность, но создающие риски замещения рабочей силы низкой квалификации. Особое внимание уделено региональной специфике, где цифровизация требует переквалификации кадров.

В Республике Беларусь, где промышленность и сельское хозяйство традиционно выступают ключевыми секторами экономики, внедрение искусственного интеллекта и робототехники приобретает особое значение. Страна находится на этапе активной технологической трансформации: с одной стороны, наблюдается последовательная роботизация производства, с другой – системная перестройка системы подготовки кадров под новые реалии.

Одним из наиболее показательных трендов в белорусском агропромышленном комплексе является устойчивое снижение численности занятых при одновременном росте объемов производства. Как отмечалось на выездном семинаре-практикуме в Могилевской области, ежегодно уменьшается количество работающих в сельском хозяйстве, однако объемы производства продукции возрастают.

Этот феномен напрямую связан с внедрением элементов цифрового земледелия, которые позволяют получать прибыль при минимизации затрат ресурсов и труда. По словам первого заместителя председателя Могилевского облисполкома, внедряемые технологии дают возможность работать более эффективно, используя меньший объем трудовых ресурсов.

Параллельное вождение – система, позволяющая механизаторам использовать агрегат на большую ширину без огреха, что повышает эффективность использования техники.

Электронные карты полей – основа для дифференцированного внесения средств защиты растений и удобрений.

Беспилотные летательные аппараты (агродроны) – используются для мониторинга и обработки посевов.

Цифровые программы контроллинга – системы учета ресурсов и времени работы персонала.

Автоматизированное дистанционное управление – например, в филиале СП «Газовик-Сипаково» агроном уже шесть лет назад дистанционно выдавал задания на трактор, и техника самостоятельно выполняла задачи.

Включение роботизации в число приоритетов Программы социально-экономического развития на 2026–2030 годы свидетельствует о стратегическом характере данного направления. Как отмечают в Министерстве экономики Республики Беларусь, роботизация формирует новую производственную культуру – четкие алгоритмы поставок сырья, материалов и комплектующих, стандартизацию допусков, конфигурации и производственного цикла.

В глобальном масштабе роботизация наиболее перспективна в микроэлектронике, радиоэлектронике и автомобилестроении. В Беларуси, исходя из накопленного опыта, роботы эффективны:

- в машиностроении (имеются собственные разработки);
- сварочном производстве и окраске (стандартизированные операции);
- высокоточных работах;
- отдельных направлениях легкой промышленности и станкостроении.

Главная проблема, с которой сталкиваются хозяйства при внедрении цифровых технологий, – это нехватка специалистов, понимающих суть и цели технологической модернизации. Как отмечают эксперты, требуется системная работа по повышению цифровой грамотности и цифровой зрелости организаций.

Внедрение современных решений требует соответствующих финансовых инструментов. В Беларуси имеется поддержка посредством банковских и лизинговых продуктов, позволяющая реализовывать современные решения без особых финансовых барьеров. Однако ключевым условием остается понимание того, как это делать, и системность во внедрении.

Внедрение искусственного интеллекта и робототехники в промышленных и аграрных регионах Беларуси демонстрирует устойчивую тенденцию к трансформации рынка труда, характерную для стран с высоким уровнем технологического развития.

Роботизация определена государственным приоритетом на период до 2030 года. Страна делает ставку на создание высокотехнологичных производств, работающих с минимальным участием человека.

Таким образом, автоматизация в Беларуси выступает не угрозой массовой безработицы, а инструментом повышения эффективности экономики, требующим, однако, последовательной работы по подготовке кадров нового поколения и созданию институциональных условий для технологической трансформации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Аджемоглу, Д. Искусственный интеллект и современный рост: перспективы и риски / Д. Аджемоглу, П. Рестрепо. – М. : Изд-во Института Гайдара, 2021. – URL: <https://ier.ru> (дата обращения: 26.04.2026).

2 Гусаков, В. Г. Цифровая трансформация агропромышленного комплекса Беларуси: состояние и перспективы / В. Г. Гусаков // Аграрная экономика. – 2024. – № 3. – С. 2–15. – URL: <https://agrarconomy.by> (дата обращения: 26.04.2026).

3 Программа социально-экономического развития Республики Беларусь на 2026–2030 годы (основные положения) // Министерство экономики Республики Беларусь. – URL: <https://economy.gov.by> (дата обращения: 26.04.2026).

4 Приказы Министерства образования Республики Беларусь об открытии новых специальностей в БГТУ, БГУИР, ГрГУ им. Янки Купалы на 2025–2028 годы. – URL: <https://edu.gov.by> (дата обращения: 26.04.2026).

5 Поручение Президента Республики Беларусь А. Г. Лукашенко о создании образовательного центра для лучших студентов по подготовке к профессиям будущего (январь 2026 г.). – Минск : Пресс-служба Президента Республики Беларусь, 2026. – URL: <https://president.gov.by> (дата обращения: 26.04.2026).

6 Информационные материалы филиала СП «Газовик-Сипаково» о внедрении автоматизированного дистанционного управления сельхозтехникой. – URL: <https://gazovik.by> (дата обращения: 26.04.2026).

7 Глазьев, С. Ю. Технологические уклады и цифровая трансформация экономики стран ЕАЭС / С. Ю. Глазьев // Евразийская интеграция: экономика, право, политика. – 2023. – № 2. – С. 22–35. – URL: <https://eaeunion.org> (дата обращения: 26.04.2026).

Получено 05.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 728.14:332.83

А. А. ОСТАПЕНКО (ПСм-22)

Научный руководитель – ст. преп. *Н. В. ЧЕРНЮК*

СОВРЕМЕННОЕ МОДУЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ЧАСТНЫХ ДОМОВ В БЕЛАРУСИ: БЫСТРО, КАЧЕСТВЕННО, ВЫГОДНО

Проведен анализ актуальности и перспектив модульного строительства индивидуальных жилых домов в Беларуси. Рассмотрены классификация модульных домов, производственный цикл, сроки возведения. Отмечено соответствие технологии требованиям ТНПА Республики Беларусь. Сделан вывод о высоком потенциале модульного строительства для занятия значительной доли рынка индивидуального жилья.

Актуальность темы исследования обусловлена рядом факторов. Во-первых, в Беларуси наблюдается устойчивый спрос на индивидуальное жильё, при этом традиционное строительство не успевает удовлетворять потребности населения в связи с высокой стоимостью и длительными сроками возведения. Средние сроки строительства частного дома могут составлять от двух до четырех лет и более. Модульные технологии позволяют получить готовый дом за 2–3 месяца.

Во-вторых, модульное строительство соответствует современным экологическим требованиям. Производство домов в заводских условиях позволяет минимизировать количество строительных отходов, оптимизировать расход материалов и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Модульное строительство представляет собой современную технологию возведения зданий, при которой основные конструктивные элементы изготавливаются в заводских условиях и доставляются на строительную площадку в виде готовых модулей. Модуль – это законченный объёмно-пространственный элемент здания, содержащий несущие и ограждающие конструкции, инженерные коммуникации и элементы внутренней отделки. На месте строительства модули соединяются между собой, образуя целостное здание с необходимыми эксплуатационными характеристиками [1].

В Республике Беларусь строительство модульных домов полностью соответствует СП 2.04.01-2020 и СН 3.02.01-2019, что гарантирует их высокую теплоэффективность, энергоэффективность и соблюдение всех строительных норм.

Технология изготовления модулей – ключевой фактор качества и долговечности модульного дома. Современные технологии позволяют создавать модули высокой степени готовности, минимизируя работы на площадке.

Деревянный каркасный модуль – наиболее распространённый тип для частного строительства. Используется несущий каркас из строганой доски камерной сушки или клееного бруса, обшитый ориентированно-стружечными плитами (OSB) или цементно-стружечными плитами (ЦСП), с утеплителем (минвата, эковата, пенополистирол) [2]. Преимущества: экологичность, теплоизоляция, малый вес, разные конфигурации. Сушка и антисептики обеспечивают долговечность.

SIP-панельный модуль конструируется из SIP-панелей, состоящих из двух плит OSB со слоем пенополистирола, соединённых по принципу «шип-паз», образуя самонесущую конструкцию. Технология эффективна при климате Беларуси и России [3]. Преимущества: высокая теплоизоляция, прочность, простота монтажа. Толщина панелей 174–224 мм.

Модули на основе ЛСТК (лёгкие стальные тонкостенные конструкции) представляют собой каркас из оцинкованной стали 0,7–2 мм с перфорацией, обшитый листовыми материалами и утепленный минватой [4]. Преимущества: прочность, малый вес, коррозионная стойкость, негорючесть, возмож-

ность больших пролётов. В частном строительстве применяется реже из-за более высокой стоимости.

Процесс изготовления ЛСТК состоит из нескольких последовательных этапов. Сначала формируют проектную документацию в специализированном программном обеспечении, после этого изготавливают модули в цехе при контролируемых условиях на оборудовании с числовым программным управлением (ЧПУ), способным работать автоматически по заранее написанной программе, минимизируя ошибки и брак производства. Затем комплектуется модуль (окна, двери, инженерия, отделка) – степень готовности от 90 до 95 % [5]. Контроль качества включает геометрию, соединения, герметичность, инженерию. Готовые модули упаковываются для транспортировки и доставляются на строительную площадку, где технология модульного строительства позволяет возводить здания в кратчайшие сроки.

Общий цикл модульного строительства включает несколько этапов. Подготовительный этап – от обращения заказчика до получения разрешений (выбор проекта, согласование, договор) – занимает от 2 недель до 1,5 месяцев. Этап производства модулей – самый длительный (1–3 месяца) и зависит от площади, комплектации, загруженности и сезона. Типовые дома до 70 м² изготавливают за 2–4 недели, сложные проекты от 150 м² – за 2–3 месяца. Многие производители дают фиксированные сроки с финансовыми гарантиями [6].

Доставка модулей на участок занимает от нескольких дней до 2–3 недель в зависимости от расстояния и логистики. Габаритные модули требуют спецтранспорта и разрешений. Некоторые компании включают доставку в радиусе 100–150 км в стоимость дома [2]. Монтаж на участке – наименее продолжительный этап: от 1 дня до 1 недели. По данным компаний, монтаж дома 80–120 м² бригада из 4–6 человек выполняет за 3–5 дней [7]. После монтажа дома монтируют инженерные сети, делают кровлю, отделку стыков и подключают к внешним сетям.

Подключение к коммуникациям электричества, воды, канализации, отопления занимает 1–4 недели. Для удалённых участков нужны автономные системы (скважина, септик, газгольдер) – это добавляет ещё 2–4 недели. Сравнение сроков возведения показывает, что традиционное строительство из кирпича занимает 12–18 месяцев, каркасное – 3–6 месяцев, модульное – 2–3 месяца [8].

Модульное строительство имеет ряд преимуществ перед традиционными технологиями, но не лишено недостатков. Объективный анализ помогает принять информированное решение.

К основным преимуществам относится высокая скорость возведения: в дом можно заселяться через 2–3 месяца (в 3–6 раз быстрее традиционного) [1]. Высокое качество конструкций обеспечивается заводскими условиями: стабильный микроклимат, оборудование с ЧПУ, многоступенчатый кон-

троль производства, исключение ошибок ручного труда и влияния погоды – всё это позволяет соблюдать высокое качество продукции. Заводская гарантия – 5–10 лет [2]. Энергоэффективность выше, чем у традиционных построек: SIP-панели дают теплозащиту, эквивалентную кирпичной стене 2–3 метра, герметичность минимизирует теплопотери, затраты на отопление снижаются на 30–60 % [2]. Экономическая эффективность: стоимость на 20–40 % ниже, чем из кирпича или блоков, плюс экономия на отоплении [8]. Экологичность: минимум отходов (точный расчёт материалов), сокращение площади стройплощадки, возможность демонтажа и повторного использования модулей [1]. Гибкость и масштабируемость: можно начать с небольшого дома и расширить его модулями [2]. Возможность строительства в любое время года: основной объём работ в цехе, монтаж при температуре до –15... –20 °С [6].

К недостаткам относятся ограничения по архитектурным решениям: дом состоит из самых простых архитектурных решений, его форма ограничена формой панелей, изготавливаемых на производстве [5]. Транспортные ограничения в связи с особой транспортировкой: ширина модуля до 3,5–4 м, длина до 12–15 м, что накладывает ограничения на планировку [9]. Строительство зависит от подъездных путей и грузоподъёмной техники: нужен подъезд не менее 3,5 м и кран [7]. Необходимо качественное утепление пола на свайном фундаменте для избежания теплопотери [10].

Устранение большинства недостатков возможно при правильном проектировании, выборе качественного производителя и соблюдении технологии. Для большинства случаев модульные дома – оптимальное решение, сочетающее скорость, качество и экономичность.

Модульное строительство в Беларуси имеет свои перспективы развития. Белорусские производители накопили опыт изготовления модульных домов, предлагают разнообразные проекты, осваивают новые технологии. Развитие экспорта модульных домов в Россию и другие страны является перспективным направлением. Наличие квалифицированных кадров, развитая производственная база, выгодное географическое положение создают условия для роста отрасли [2].

В долгосрочной перспективе модульное строительство может занять значительную долю рынка индивидуального жилья. Сочетание скорости, качества, экономичности и экологичности делает эту технологию привлекательной для широкого круга потребителей. Развитие технологий, государственная поддержка и рост осознанности потребителей будут способствовать дальнейшему росту отрасли в Республике Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 VC.ru. Дом мечты за 2 месяца: как модульные технологии меняют представление о строительстве. – URL: <https://vc.ru/growth/2696402-modulnoe-stroitelstvo-dom-mechty-2-mesyatsa> (дата обращения: 16.04.2026).

2 СтройТехнологии. Модульные дома под ключ: плюсы, минусы и реальные сроки. – URL: <https://il-bлаго.ru/tehnologii-karkasnogo-i-modulnogo-stroitelstva/modulnye-doma-pod-kljuch-pljusy-minusy-i-realnye-sroki/> (дата обращения: 16.04.2026).

3 SIPstroy. SIP-панели: технология, преимущества, применение. – URL: <https://sipstroy.by/> (дата обращения: 16.04.2026).

4 Уникум. ЛСТК-технология в строительстве. – URL: <https://nizhniy-novgorod.allplans.ru/production/bystrovozvodimye-zdaniya/unikum/> (дата обращения: 16.04.2026).

5 KProekt. Проектирование модульных зданий. – URL: <https://kproekt.by/proektirovanie-modulnyh-zdaniy/> (дата обращения: 16.04.2026).

6 Modiflex. Сроки строительства модульного дома – от проекта до заселения. – URL: <https://modiflex.ru/apsheronsk/blog/sroki-stroitelstva-modulnogo-doma-ot-proekta-do-zaseleniya-po-etapam/> (дата обращения: 16.04.2026).

7 DP-Module. Сборка на участке: за какое время бригада превращает модули в готовый дом. – URL: <https://dp-m.ru/blog/tpost/lhf9l6vnl1-sborka-na-uchastke-za-kakoe-vremya-briga> (дата обращения: 16.04.2026).

8 GoodBuild. Построить дом в России в 2025 году: Обзор сроков и стоимости. – URL: <https://goodbuild.pro/blog/postroit-dom-v-rossii-v-2025-godu-obzor-srokov-i-stoimosti/> (дата обращения: 16.04.2026).

9 Modular Homes. Контейнерные дома: особенности и преимущества. – URL: <https://modularhomes.by/> (дата обращения: 16.04.2026).

10 Билдсим. Модульный дом на сваях: особенности эксплуатации. – URL: <https://buildsim.ru/technology/modulnyj-dom-na-svayah-osobennosti-ekspluatacii/> (дата обращения: 16.04.2026).

Получено 04.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 001.895

К. С. ПАВЛЕНОК, Д. А. КИРИЧЕНКО (УЛ-41)

Научный руководитель – канд. экон. наук *О. Г. БЫЧЕНКО*

СОДЕРЖАНИЕ И РОЛЬ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ТРАНСПОРТЕ

Рассмотрены вопросы, связанные с инновационной деятельностью и научно-техническим развитием Республики Беларусь. Подчёркнута необходимость развития интеллектуального потенциала белорусской нации.

В современном мире транспорт играет важную роль в экономическом и социальном развитии страны. Республика Беларусь, находясь в центре Ев-

ропы, имеет стратегическое положение на транспортных маршрутах и активно развивает свою транспортную инфраструктуру. Одним из ключевых направлений развития транспорта в Беларуси является инновационная деятельность.

Важным направлением развития экономики предприятия и отраслей, а также государства в целом является инновация. «Инновация» в мировой экономической литературе понимается как совершённый процесс, вследствие чего происходит его воплощение в новом продукте или технологии [1]. Эта тема актуальна и получила свое развитие в работах [3, 4], рассматривающих вопросы инновационного развития, анализа и оценки эффективности как инноваций, так и инновационной деятельности.

Инновационная деятельность является фундаментом для развития национальной экономики в целом и повышения эффективности работы транспортного комплекса.

Инновационная деятельность направлена на обновление экономики, способствует повышению конкурентоспособности, улучшению качества жизни людей и решению социальных проблем. Она требует креативности, исследований, инвестиций и смелости для внедрения новаторских идей на практике. Обеспечить такое направление развития невозможно без активизации в Республике Беларусь инновационной деятельности.

Беларусь избрала инновационный путь развития, в основе которого – опора на широкое освоение результатов исследований и разработок в производстве. Одним из приоритетов нашей страны является активизация инновационной деятельности.

Активизация инновационной деятельности происходит за счет возможности привлечения капитала, создания, поддержания проекта и его финансирования. Главной особенностью поддержки со стороны государства является освобождение технологического оборудования, а также комплектующих и запасных частей к нему от налога на добавленную стоимость и ввозных пошлин.

Инновационная деятельность играет важную роль в повышении конкурентоспособности продукции, что говорит об эффективности использования инноваций в производстве. Таким образом, научно-технические знания, опыт и новые технологии могут быть представлены как продукт на внутреннем и внешнем рынках.

С инновационной деятельностью связаны такие понятия, как инновация и инновационный процесс. Инновация – это специфическая форма ценности культурного, материального или нематериального характера, которая в конкретный момент времени и определенном месте воспринимается обществом как новшество. Инновационный процесс представляет собой превращение научных знаний в инновационный продукт, после последовательного прохождения этапов, начиная от возникновения идеи и заканчивая созданием

и реализацией конкретного продукта, технологии или услуги, которая применяется на практике.

Часто инновационный процесс отождествляют с научно-техническим прогрессом (далее – НТП). Это не так. Инновационный процесс не заканчивается внедрением нового продукта в производство, а вот НТП заканчивается именно так. Новые инновационные разработки продолжают совершенствоваться, приобретая дополнительные потребительские характеристики, увеличивая влияние продукта на потребительский рынок. Тем самым, инновационный процесс направлен не только на создание востребованных рынком продуктов, технологий и услуг, но также связан с окружающей средой, так как его характер, скорость и цели зависят от социально-экономической обстановки, в которой он используется.

Инновационный процесс можно представить в виде модели из последовательных действий: фундаментальные исследования, прикладные исследования, разработка, проектирование, строительство, внедрение, промышленное производство, маркетинг и только потом продвижение продукции на рынок.

Инновации в транспортной отрасли могут охватывать различные аспекты, такие как технологии, сервисы, управление и др. В Беларуси инновационная деятельность на транспорте активно развивается в различных сферах, таких как автомобильный, железнодорожный, авиационный и водный транспорт.

Одним из примеров инноваций в автомобильной отрасли Беларуси является создание электрических автомобилей и развитие инфраструктуры для их зарядки. Белорусский автопром находится на передовых позициях в разработке современных экологических решений в автомобилестроении.

Железнодорожный транспорт также не остается в стороне от инноваций. В Беларуси активно внедряются инновационные технологии в области безопасности и автоматизации управления поездами. Новые высокотехнологичные поезда и инфраструктура позволяют повысить эффективность железнодорожного транспорта.

Авиаперевозки в Беларуси также развиваются с учетом инновационных подходов. Новые технологии в области авиации, авиационные системы управления и безопасности помогают обеспечить высокий уровень комфорта и безопасности пассажиров.

Водный транспорт в Беларуси также становится объектом инновационных разработок. Развитие портов и судоходных линий, внедрение новых технологий в судостроении и навигации способствуют увеличению объемов международных перевозок через внутренние водные пути.

Современные транспортные технологии и инновации играют важную роль в улучшении качества услуг и увеличении конкурентоспособности транспортных предприятий [4].

Государственная стратегия по поддержке инноваций способствует формированию благоприятной атмосферы для развития научных исследований, на основании которых проводятся технологические стартапы. Вследствие чего новые разработки и технологии применимы в различных сферах экономики после их опробования.

Развитие инноваций влияет:

- на структуру общественного производства;
- социальную стабильность;
- интенсивность международного технического сотрудничества;
- окружающую среду;
- уровень национальной безопасности;
- конкурентоспособность национальной экономики в системе мирового хозяйства.

Очевидно, что государство должно стимулировать и регулировать инновационную деятельность, так как именно оно определяет политику государственного развития.

В течение последнего 10-летия в Республике Беларусь чётко выстроена национальная стратегия развития науки и внедрения инноваций как важнейших факторов социально-экономического развития. Даже при ограниченных сырьевых и топливно-энергетических ресурсах рост эффективности национальной экономики прогнозируется на основе развития обрабатывающих отраслей промышленности и сферы услуг, для поддержания которых в конкурентоспособном состоянии необходим адекватный уровень развития научно-технического потенциала.

Развитие инноваций базируется как на новых знаниях, так и на использовании достижений и новейших технологий отечественной и мировой науки. Для их реализации необходим соответствующий кадровый потенциал. Политика белорусского государства ориентирована на развитие интеллектуальных ресурсов. В настоящее время в стране такие ресурсы, как накопленные знания, научные кадры, материально-техническая база и система финансового обеспечения науки, оцениваются как стартовые условия для дальнейшего развития, которые существенно зависят от инновационной активности производственной сферы – основного потребителя результатов исследований и разработок [2].

Одним из ключевых элементов инновационной деятельности на транспорте является внедрение новых технологий, таких как системы навигации, мониторинга и управления транспортными потоками. Такие инновации помогают сократить затраты времени на перевозки, уменьшить риски дорожных происшествий и повысить оперативность обслуживания клиентов.

Инновационная деятельность в транспортной сфере Республики Беларусь также направлена на развитие логистических центров, улучшение инфраструктуры, строительство умных или «зеленых» складов и повышение

квалификации персонала. Все эти мероприятия способствуют повышению качества транспортных услуг и конкурентоспособности страны на международном рынке.

Кроме того, инновационная деятельность включает в себя разработку новых видов транспорта, таких как автономные автомобили, электрические транспортные средства и дроны. Эти технологии позволяют сократить негативное воздействие технических средств на окружающую среду, повысить безопасность дорожного движения и обеспечить более комфортные условия поездок для пассажиров.

В Республике Беларусь разработан комплекс государственных целевых научно-технических программ, включающий программы фундаментальных и прикладных научных исследований, взаимодополняющих друг друга в рамках соответствующих приоритетных направлений научной и научно-технической деятельности, направленной на обеспечение полного инновационного цикла.

Для эффективного управления и руководства данным видом деятельности необходимо обеспечить:

- формирование единых основ организации деятельности всех отделов и подразделений организаций (предприятий);
- назначение лиц, ответственных за процессы координации и контроля изобретательской деятельности;
- формирование инфраструктуры изобретательской деятельности в организации;
- проведение оценок научно-технического уровня продукции (работ, услуг) с сопоставлением данных с текущими тенденциями социально-экономического развития и, конечно, с потребностями рынка;
- создание системы поощрения изобретательства и рационализаторства среди персонала;
- поощрение коллективного технического творчества.

Анализируя рост числа наукоемких производств за последние несколько лет, можно сделать вывод, что важную роль в развитии экономики играет именно наука. Уже не только уровень развития государства влияет на науку, а именно степень развитости науки задает скорость прогресса страны.

На современном этапе развития экономики и общества в Республике Беларусь инновационная деятельность играет важную роль, обеспечивая эффективное функционирование транспортного комплекса и повышение уровня транспортного обслуживания для граждан и предприятий. Современные транспортные технологии и инновации играют важную роль в улучшении качества услуг и увеличении конкурентоспособности транспортных предприятий. Республика Беларусь также активно развивает инновационную деятельность в транспортной сфере, применяя современные технологии и методы управления.

Таким образом, развитие инновационной деятельности во всех отраслях национальной экономики играет решающую роль. Проведение исследований и разработок в различных секторах экономики позволяет создавать новые знания, технологии и методы, которые создают различные научные базы. Инновации часто приводят к сотрудничеству между учеными, инженерами, предпринимателями и экспертами из разных сфер деятельности. Поэтому развитие инновационной деятельности не только стимулирует научные исследования, но и способствует их более эффективному внедрению в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Подсорин, В. А.** Экономика инноваций : учеб. пособие для магистрантов по направлению «Экономика» / В. А. Подсорин. – М. : МИИТ, 2012. – 123 с.
- 2 **Любушин, Н. П.** Экономический анализ : учеб. / Н. П. Любушин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2010. – 575 с.
- 3 **Бычков, В. П.** Инновационная деятельность на автомобильном транспорте : учеб. пособие / В. П. Бычков, Ю. П. Анисимов, И. В. Куксова. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 404 с.
- 4 **Храмцова, Н. А.** Основы сущности и управления инновациями на транспорте / Н. А. Храмцова, Р. И. Храмцов // Стратегии бизнеса. – № 1(57). – 2019. – С. 3–5

Получено 02.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 69.001.5 : 502.174

А. Г. ПАВЛОВ, О. А. КОРОЛЁВ (ПСм-32)

Научный руководитель – канд. техн. наук *З. Н. ЗАХАРЕНКО*

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКОЛОГИЯ. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА ОТ «ЗЕЛЁНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

По данным Американского совета по зеленому строительству (USGBC), современные здания используют около 70 % электричества, 40 % сырья и 14 % запасов питьевой воды. При эксплуатации таких строений ежегодно генерируется свыше 30 % выбросов парниковых газов и потребляется до 40 % всей энергии [1, 2]. Потому проблема экологии в строительстве приобретает всё большее значение. Кроме того, решение данного вопроса может оказаться выгодным с экономической точки зрения.

Важную роль в решении проблемы экологии в строительной отрасли играет концепция «зелёного» (или экологического) строительства, зародившаяся ещё в 70-х годах прошлого века. В широком смысле она подразумевает

вает проектирование, возведение, эксплуатацию и обслуживание строений с минимальным вредом для окружающей среды.

К основным методам экологического строительства относят [3]:

1 Применение «зелёных» крыш и стен.

Крыша с озеленением защищает внутренние слои кровельного пирога от разрушительного воздействия ультрафиолета и механических повреждений, благодаря чему увеличивается срок его службы.

Также «зелёная» крыша улучшает звукоизоляцию и повышает теплоизоляционные свойства крыши. По данным Национального исследовательского совета Канады (NRC) в летний период потребность в охлаждении здания с озеленённой крышей снизилась примерно на 25 %, потери тепла зимой составили 26 % [4]. Это приводит к снижению эксплуатационных затрат.

Схожие преимущества даёт и вертикальное озеленение. Стены зданий, выходящие на запад и юг, часто становятся островами тепла (местами накопления тепла от солнечного света, льющегося на темные неотражающие поверхности). Покрытие их зелёными экранами (металлическими решетками, засаженными виноградными лозами или выющимися цветами) значительно уменьшит эффект теплового острова и сведет к минимуму поступление солнечного тепла внутрь [5].

2 Применение солнечных панелей и систем сбора дождевой воды.

Установка солнечных панелей позволяет преобразовывать солнечную энергию в электрическую, что снижает зависимость от традиционных источников энергии, позволяет сократить расходы на электричество и тем самым сэкономить деньги.

Системы сбора дождевой воды позволяют использовать дождевую воду для полива, орошения, а также для бытовых нужд, что способствует экономии водных ресурсов.

3 Использование переработанных и возобновляемых материалов.

Этот метод включает в себя использование материалов, полученных из переработки отходов, а также материалов, которые являются возобновляемыми и экологически чистыми. Например, древесно-полимерные композиты, цементные блоки из переработанных материалов, а также материалы на основе растительных волокон. Применение тех же материалов из вторсырья обходится дешевле первично произведённых. По данным WRAP (The Waste and Resources Action Programme), это может снизить стоимость строительства на 20–25 % [6].

Сертификация строений на соответствие экостандартам является немаловажным фактором развития «зелёного» строительства. Она выгодна всем участникам строительного процесса. Для заказчика снижаются инвестиционные риски, ведь он вкладывается в высокотехнологичный проект, а генеральный проектировщик и подрядные организации повышают уровень конкурентоспособности и профессионализма.

Из множества национальных и международных стандартов одной из крупнейших систем сертификации является LEED. Говоря об экономической выгоде от соответствия её стандартам, стоит отметить, что средняя стоимость продажи бизнес-центров с сертификатом организации на 11–25 % выше, чем обычных зданий [7]. Кроме того, здания, соответствующие стандарту LEED, в среднем потребляют на 25 % меньше энергии, чем обычные коммерческие здания [8].

Удачные примеры «зелёного» строительства можно найти по всему миру и в нашей стране, в частности. В экодеревнях Дружная и Старый Лепель для переселенцев из зоны радиоактивного загрязнения Чернобыльской АЭС дома возведены по саманной технологии из глины и соломы. Также стоит упомянуть деятельность НИПТИС им. Атаева. По его проектам уже возведены энергоэффективные дома в Минске, Гродно и других крупных городах Беларуси. Солнечные панели и рекуператоры (системы, подогревающие воздух до комфортной температуры, практически не затрачивая на это электричество) прилагаются. Кроме того, уже в следующем году в столице должен закончиться долгострой многофункционального комплекса «Газпром-центр». Здания комплекса будут оснащены солнечными батареями и системой повторного использования воды. Атмосферные осадки будут собираться, очищаться и уходить на нужды сооружения. Система управления отходами направлена не только на сортировку и безопасную утилизацию мусора, но и на предотвращение его образования [1].

Но каким бы выгодным не казалось экостроительство, его развитие осложнено определёнными барьерами. Например, первоначальная цена. При возведении экологических зданий применяются новейшие инженерные системы, что неизбежно приводит к удорожанию квадратного метра жилья [1]. Та же «зелёная» кровля должна быть грамотно спроектирована, а растительность на ней подобрана ландшафтным дизайнером.

Всё это – дополнительные расходы, приводящие к удорожанию проекта, что в свою очередь может отпугивать потенциальных инвесторов и покупателей. Но, как видно из выше указанного, подобные расходы оправданы и впоследствии окупаются.

Другая проблема – недостаток квалифицированных кадров. На этапе проектирования необходим специалист, который осуществит грамотный выбор месторасположения здания, экологических материалов и обеспечит рациональное применение энергоэффективных технологий и решений. А для этого нужны соответствующие программы подготовки и переподготовки рабочих и служащих [9].

Также не везде разработаны собственные стандарты «зелёного» строительства. Прохождение сертификации LEED носит необязательный характер. К тому же она базируется на американских стандартах и не учитывает особенности других регионов. Потому иметь собственный стандарт, учитывающий дан-

ные социально-экономические и природные условия и содержащий местные требования энергоэффективности и экологичности, куда предпочтительнее. Подобные документы разработаны в России, странах Европы и Северной Америки. В Беларуси же собственный стандарт ещё разрабатывается, хотя нормативные документы, задающие тенденцию, уже существуют.

Неосведомлённость населения – ещё один барьер развития «зелёного» строительства. Люди не имеют представления о преимуществах, которые получают с использованием «зелёных» технологий. Так мы возвращаемся к вышеназванному барьеру первоначальной цены. Потому покупателям стоит разяснять выгоду от их дополнительных затрат, а застройщикам – от прохождения добровольной сертификации (международной или национальной).

В условиях стремительного развития городов экологическое строительство становится неотъемлемой частью будущего строительной отрасли. В то же время более качественные и энергоэффективные здания улучшают качество жизни граждан, принося дополнительные выгоды экономике и обществу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Баламут, Т. В.** «Зелёное» строительство – инвестиция в будущее / Т. В. Баламут // Экология на предприятии. – 2016. – № 10.

2 U.S. Green Building Council. – URL: <https://www.usgbc.org> (date of access: 05.05.2026).

3 Экологическое строительство // Сайт 8-й международной специализированной выставки строительных, отделочных материалов и технологий RosBuild. – URL: <https://rosbuild-expo.ru/ru/articles/ekologicheskoe-stroitelstvo/> (дата обращения: 05.05.2026).

4 **Liu, K. K. Y** Performance of green roof systems/ K. K. Y. Liu; B. Bass. – URL: <https://www.zelene-strechy.sk/data/uploads/2019/04/20377602.pdf> (date of access: 05.05.2026).

5 **Бабич Т. Н.** Современные подходы развития зеленых инноваций: отраслевые особенности / Т. Н. Бабич, Ю. С. Положенцева // Известия Юго-Западного государственного университета. Сер.: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2023. – Т. 13, № 2. – С. 179–190.

6 Advantages of Using Recycled Materials in Construction Projects // Atlantic Recycling Ltd. – URL: <https://atlanticrecycling.co.uk/advantages-of-using-recycled-materials-in-construction-projects/> (date of access: 09.05.2026).

7 LEED-certified office buildings found to bring high sale // U.S. Green Building Council. – URL: <https://www.usgbc.org/articles/leed-certified-office-buildings-found-bring-high-sale-premiums> (date of access: 09.05.2026).

8 LEED is better for business, people and the environment // U.S. Green Building Council. – URL: <https://www.usgbc.org/resources/leed-better-business-people-and-environment> (date of access: 09.05.2026).

9 **Бабкин, А. В.** Проблемы зеленого строительства в условиях реализации концепции здорового города / А. В. Бабкин, Г. И. Курчеева, Л. А. Апрелова // *π-Economy*. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 59–78.

Получено 19.05.2026

УДК: 331.556.2

М. А. ПАВЛУЩЕНКО, Е. Н. КОМРУКОВА (ГТ-11)

Научный руководитель – канд. экон. наук *Н. Н. ЗАТОЛГУТСКАЯ*

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ «ЗЕЛеноЙ» МОБИЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Анализируются перспективы развития «зеленого» транспорта для агропромышленного комплекса Республики Беларусь. Рассматривается расширение модельной линейки и инновационные решения по обновлению электротранспорта. Особое внимание уделяется «зелёным» маршрутам, благодаря которым Беларусь поднялась в мировом рейтинге «зелёного» транспорта.

В настоящее время как в крупных, так и в небольших городах отмечается рост количества личного транспорта, который значительно опережает по своим темпам развитие дорожной инфраструктуры, что приводит к возникновению дорожных заторов, и, как следствие, к ухудшению экологической обстановки в результате загрязнения воздуха выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания.

«Зеленая мобильность» – неотъемлемая часть инфраструктуры современных городов и планов устойчивого городского развития. С ее помощью малые города становятся комфортнее и экологичнее. Также она дает широкие возможности для использования новых цифровых технологий, стимулирует новые партнерства и межрегиональное взаимодействие.

Актуальность темы исследования заключается в выявлении ключевых проблем внедрения и направлений развития «зеленого» транспорта, анализе текущего состояния и перспектив развития «зеленого» транспорта Республики Беларусь.

Развитие «зеленого» транспорта в Беларуси сопряжено с рядом преимуществ, таких как: экологическая чистота; снижение выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ, что способствует улучшению экологической обстановки; экономическая выгода; снижение затрат на топливо и эксплуатационные расходы благодаря использованию возобновляемых источников энергии; социальное значение; повышение качества жизни населения за счет улучшения воздуха и сокращения уровня шума в городах.

Агропромышленный комплекс является одной из ключевых отраслей экономики Республики Беларусь, обеспечивая не только внутренний рынок продовольствием, но и значительную часть экспорта. В последние годы все

большее внимание уделяется вопросам экологической устойчивости и внедрению зеленых технологий в сельское хозяйство.

Основной проблемой внедрения «зеленых технологий» в сельское хозяйство является недостаток инфраструктуры для «зеленого» транспорта: несмотря на значительное внимание к развитию экологически чистых транспортных средств, инфраструктура для их эффективного использования остается ограниченной.

Одним из крупнейших производителей карьерной и строительной техники, который активно внедряет экологически чистые решения в свою продукцию, является ОАО «БЕЛАЗ», создавший и запустивший в производство электрические карьерные самосвалы, которые работают на аккумуляторах и не производят вредных выбросов. Это инновационное решение не только улучшает экологическую обстановку, но и снижает эксплуатационные расходы на топливо. Также оно работает над гибридными самосвалами, которые комбинируют работу электромоторов и традиционных дизельных двигателей. Это позволяет сократить расход топлива и уменьшить выбросы углекислого газа.

Перспективы развития «зеленого» транспорта в агропромышленном комплексе Республики Беларусь:

- 1 Расширение ассортимента экологически чистой техники.
- 2 Развитие инфраструктуры для электротранспорта [1].

Важным аспектом развития «зеленого» транспорта является сотрудничество с международными партнерами и обмен опытом. Это позволяет ускорить внедрение передовых технологий и адаптировать их к местным условиям. Развитие «зеленого» транспорта для агропромышленного комплекса Республики Беларусь имеет значительные перспективы и является важным шагом на пути к устойчивому развитию [2].

В настоящее время рынки потребителей электрического транспорта находятся в стадии активного роста. Основными драйверами спроса выступают запрос на экологичность, необходимость снижения эксплуатационных расходов, государственная поддержка перехода на зеленые виды транспорта.

В данный момент в Республике Беларусь существует два крупных производителя электротранспорта – это ОАО «БКМ Холдинг» и ОАО «Минский автомобильный завод». Ежегодно предприятия радуют потребителей своими новинками.

Электротранспорт на дорогах Беларуси является уже трендом. Но одно дело, если это частный выбор автовладельца, и совсем другое – системный подход государства к развитию экологичного транспорта в масштабах страны. Разрабатываются проекты, цель которых – стимулирование приобретения электротранспорта, поэтапное наращивание использования электриче-

ской энергии в пассажирских перевозках, снижение уровня загрязнения воздуха, а также отработка на практике имеющихся высоких компетенций в области производства электротранспорта, зарядных станций и инфраструктуры [4].

Существуют многофункциональные туристические маршруты, которые предназначены для передвижения с использованием немоторизированных транспортных средств, проходящие по природным ландшафтам, сельской местности, городским ландшафтно-рекреационным территориям [3].

«Зеленый» транспорт – это вид передвижения, не оказывающий вовсе или оказывающий минимальное негативное воздействие на окружающую среду при использовании. К такому роду транспорта можно отнести пешеходное и велосипедное передвижение, аренду транспортных средств, системы городского транспорта, экологичные автомобили. «Зеленый» транспорт зачастую является более экономичным, эффективным и простым способом передвижения.

Следует отметить, что без внедрения государственной экономической политики, направленной на поддержку владельцев электромобилей, распространение электромобильного транспорта будет происходить очень низкими темпами. Таким образом, можно сделать вывод, что Республика Беларусь учитывает зарубежный опыт в области применения «зеленого» транспорта и в последние годы все больше способствует его развитию. Однако существует ряд проблем, которые требуют комплексного решения со стороны как правительственных органов, так и самих граждан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Станкевич, И. И. Перспективы развития «зеленого» транспорта для АПК Республики Беларусь / И. И. Станкевич, Д. Н. Клименкова. – URL: <https://rep.bsatu.by/> (дата обращения: 29.03.2026).

2 Расширение модельной линейки и инновационные решения: как в Беларуси подходят к обновлению электротранспорта // Интернет-портал ведущей общественно-политической газеты «СБ. Беларусь сегодня». – URL: <https://www.sb.by/> (дата обращения: 30.03.2026).

3 «Зеленые» маршруты Республики Беларусь // Издательский дом «Беларусь сегодня». – URL: <https://www.sb.by/> (дата обращения: 02.04.2026).

4 Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 10 дек. 2021 г. № 710 «О Национальном плане действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь» на 2021–2025 годы. – URL: <https://minpriroda.gov.by/> (дата обращения: 01.04.2026).

Получено 18.05.2026

УДК 621.39

Б. О. ПАЛКОВСКИЙ (ЭС-31)

Научные руководители: старшие преподаватели *С. В. КИСЕЛЁВА*,
В. Е. МИНИН

АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ СЕТЕВЫХ ПРОТОКОЛОВ

Проведен анализ сетевых протоколов моделирование в Cisco Packet Tracer и Scapy. Рассмотрены понятия: сеть, сетевой протокол, сетевые модели OSI и TCP/IP(DOD). Также рассмотрены переполнение CAM-таблицы, DHCP-SNOOPING и моделирование DDoS-атаки в Scapy.

Введем основные понятия сети и сетевого протокола:

1 Сеть – это два или более компьютера, соединенных между собой для обмена информацией.

2 Сетевые протоколы – это международные стандарты или конвенции, которые определяют некоторые правила эффективной коммуникации между компьютерами в сети.

Основными сетевыми моделями являются OSI и TCP/IP(DOD) (рисунок 1). В современных сетях используется TCP/IP(DOD) [2].

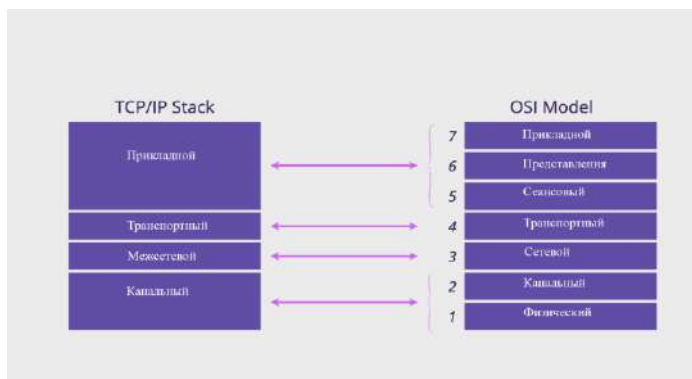


Рисунок 1 – Сетевые модели

Сеть (рисунок 2) представляет собой коммутатор, на который в дальнейшем будем проводить атаку, 3 персональных компьютера (пользователи) и стороннее устройство злоумышленника (также может является пользователем), по схеме видно, что устройство физически соединено в сеть.

Рассмотрим несколько примеров сетевых атак.

Переполнение SAM-таблицы

Коммутатор имеет SAM-таблицу, где содержится привязка MAC-адресов к портам коммутатора (рисунок 3).

С помощью специальных программ можно изменять MAC-адрес, при этом коммутатор воспринимает его как новое устройство и добавляет в таблицу. Дальше при переполнении этой таблицы (рисунок 4) коммутатор начинает работать как концентратор и весь трафик будет переходить на остальные устройства, в том числе злоумышленника, и он сможет перехватить конфиденциальную информацию.

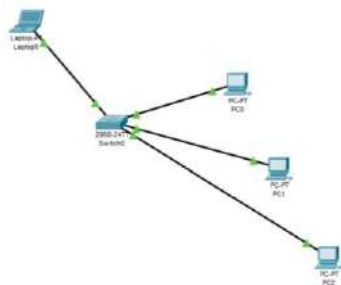


Рисунок 2 – Схема сети

```
Switch#show mac-address-table
Mac Address Table
```

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0007.ec4d.8175	DYNAMIC	Fa0/3
1	00d0.d3dd.0dbc	DYNAMIC	Fa0/4

```
Switch#show mac-address-table
Mac Address Table
```

Рисунок 3 – SAM-таблица (до атаки)

Vlan	Mac Address	Type	Ports
1	0007.ec4d.8175	DYNAMIC	Fa0/3
1	000c.cfb8.c2ca	DYNAMIC	Fa0/1
1	0060.7088.6996	DYNAMIC	Fa0/2
1	00d0.d3dd.0009	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.000b	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.000d	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.000f	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0011	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0090	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0110	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0111	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0112	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0113	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0119	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.011b	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0186	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0187	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0188	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0189	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0191	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0192	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0193	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0194	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0195	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0196	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0197	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0198	DYNAMIC	Fa0/4
1	00d0.d3dd.0199	DYNAMIC	Fa0/4

Рисунок 4 – Переполненная SAM-таблица

Рассмотрим способы защиты от этой атаки. Для начала на рабочие устройства следует установить ограниченный доступ, для того чтобы невозможно было использовать пассивный перехват, например, скачать Wireshark или похожие приложения и тем самым предотвратить возможность просмотра трафика. Еще один способ связан с настройкой самого коммутатора (рисунок 5).

В начале мы переходим в режим конфигурации, затем в конфигурацию портов и указываем, что они будут работать в режиме доступа. Затем мы включаем защиту «port-security». Далее прописываем, что, если к нам подключаться более 3 устройств, сначала порт будет отключен и пошлет соответствующее сообщение.

ние по SNMP и syslog. И таким образом при попытке подключения более 3 устройств, наш коммутатор будет их откидывать. И в конечном итоге первые 3 MAC-адреса, которые будут получены через этот порт, и будут автоматически сохранены в running-config [2].

```
Switch(config-if-range)#switchport port-security
Switch(config-if-range)#switchport port-security vi
Switch(config-if-range)#switchport port-security violation s
Switch(config-if-range)#switchport port-security violation shutdown
Switch(config-if-range)#switchport port-security max
Switch(config-if-range)#switchport port-security maximum 3
Switch(config-if-range)#switchport port-security mac
Switch(config-if-range)#switchport port-security mac-address s
Switch(config-if-range)#switchport port-security mac-address sticky
Switch(config-if-range)#exit
Switch(config)#exit
Switch#
%SYS-S-CONFIG_I: Configured from console by console
show mac address-table
-----
Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type      Ports
----
1       0007.ec4d.8175   STATIC    Fa0/3
1       00d0.d3dd.0186   STATIC    Fa0/4
Switch#
%LINK-S-CHANGED: Interface FastEthernet0/4, changed state to administratively down
%LINEPROTO-S-UPDOWN: Line protocol on Interface FastEthernet0/4, changed state to down
Switch#show mac address-table
-----
Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type      Ports
----
1       0007.ec4d.8175   STATIC    Fa0/3
```

Рисунок 5 – Настройка коммутатора

В итоге этого хватает для защиты от переполнения CAM-таблицы.

Рассмотрим протокол, защиту и атаку DHCP-SNOOPING.

DHCP – протокол прикладного уровня модели TCP/IP, служит для назначения IP-адреса клиенту. Это следует из его названия – Dynamic Host Configuration Protocol. IP-адрес можно назначить вручную, но если наша сеть довольно большая, тем сложнее это делать и возрастает риск ошибки при настройке. Поэтому для автоматического назначения IP-адресов был создан протокол DHCP [2].

DHCP-SNOOPING. Злоумышленник может сформировать и послать DHCP-серверу огромное количество DHCP-запросов с разными MAC-адресами (рисунок 6). Сервер будет выделять IP-адреса, и в конечном итоге весь DHCP-пул закончится, после этого сервер не сможет обслуживать новые устройства. По сути, это DoS-атака, так как нарушается работа сети. Метод борьбы с подобными атаками называется DHCP Spoofing. Когда коммутатор получает пакет, то он сравнивает MAC-адрес, указанный в DHCP-запросе, с MAC-адресом, который был прописан. Если адреса совпадают, то коммутатор отправляет пакет дальше, если не совпадают, то пакет откидывается.

Злоумышленник может также развернуть свой DHCP-сервер и выдавать свои настройки пользователям сети.



Рисунок 6 – Схема с DHCP-сервером

Для того чтобы на DHCP-запросы отвечал именно сервер злоумышленника, ему необходимо предварительно вывести из строя легальный DHCP-сервер. Практические действия для реализации данной атаки аналогичны представленным в разделе, посвященном переполнению САМ-таблицы (см. рисунок 4). При смене MAC-адреса и перезапуске сетевого интерфейса производится запрос к DHCP-серверу для получения нового IP-адреса.

В DHCP Spoofing существуют доверительные (trusted) и не доверительные (untrusted) порты, первые могут получить DHCP ответ, вторые, соответственно, нет.

Однако к настройке (рисунок 7) ограничений нужно относиться с осторожностью, так как в случае превышения заданного значения запросы будут отклонены. В начале рабочего дня, когда множество пользователей одновременно включает свои компьютеры и получает IP-адреса по DHCP, это ограничение может привести к задержкам и проблемам при входе в сеть.

```
Switch>
Switch>en
Switch>enable
Switch>conf
Switch>conf t
Switch>configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with
Switch(config)#ip d
Switch(config)#ip dh
Switch(config)#ip dhcp sn
Switch(config)#ip dhcp snooping
Switch(config)#inte
Switch(config)#interface gi
Switch(config)#interface gigabitEthernet 0/1
Switch(config)#interface gigabitEthernet 0/1
Switch(config-if)#ip dh
Switch(config-if)#ip dhcp sno
Switch(config-if)#ip dhcp snooping t
Switch(config-if)#ip dhcp snooping trust
Switch(config-if)# ip dh
Switch(config-if)# ip dhcp sn
Switch(config-if)# ip dhcp snooping lim
Switch(config-if)# ip dhcp snooping limit 10
^
% Invalid input detected at '^' marker.
Switch(config-if)# ip dhcp snooping limit rate 10
```

Рисунок 7 – Защита от DHCP Spoofing

Перейдем к инструменту Scapy. Scapy (рисунок 8) представляет собой инструмент, написанный на языке Python для работы с сетевыми пакетами [3].

Проведем с помощью Scapy условную DDoS-атаку на систему, работающую на Windows Server 2003, которые до сих активно используются. В этой DDoS-атаке (рисунок 9) происходит отправка большого числа пакетов на адрес получателя (dst=192.168.1.123). В конечном итоге машина, на которую произошла атака, не обязательно зависнет, но замедление работы обязательно случится. Для веб-сервера такая атака может оказаться критичной.



Рисунок 8 – Меню Scapy

Таким образом для современных сетей необходимы постоянный мониторинг, активная защита и настройка оборудования. В этом помогают встроенные механизмы защиты, например, такие как Port Security, DHCP Snooping и т. д.

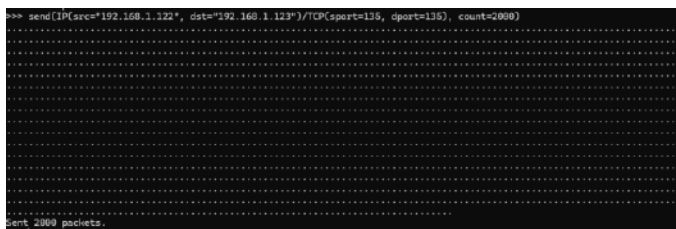


Рисунок 9 – Модуляция атаки

Также необходимы постоянные обновления и установка более нового и стабильного ПО, которое поддерживается, ОС Windows Server 2003 хоть и работает до сих пор, и выполняет свою функцию, но имеет большие проблемы с безопасностью и злоумышленнику не составит большого труда использовать уязвимости. Вместе с этим можно использовать различные инструменты (в данной статье это – Scapy), которые могут наглядно показывать процесс атаки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Мощь Scapy // ХАБР. – URL: <https://habr.com/ru/articles/249563/> (дата обращения: 12.05.2026).
- 2 **Бирюков, А. А.** Информационная безопасность: защита и нападение / А. А. Бирюков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ДМК Пресс, 2017. – 434 с.
- 3 **Форшоу, Дж.** Атака сетей на уровне протоколов : руководство хакера по перехвату и анализу сетевого трафика и эксплуатации уязвимостей / Джеймс Форшоу ; пер. с англ. Д. А. Беликова. – М. : ДМК Пресс, 2021. – 340 с.

Получено 17.06.2026

УДК 004.75

Б. О. ПАЛКОВСКИЙ (ЭС-31), *К. АДИБ МЕНЬКОВА* (МТ-56)

Научные руководители: ст. преп. *С. В. КИСЕЛЁВА*,

канд. техн. наук *В. О. МАТУСЕВИЧ*

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СЕТЕВЫХ УСТРОЙСТВ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ» (IoT)

Выполнен анализ архитектуры и принципов функционирования систем «Интернета вещей». Проведено имитационное моделирование автономной системы «Умный дом» с использованием шлюза. Рассмотрен стандарт связи NB-IoT, а также актуальные вопросы кибербезопасности IoT-устройств. Изучен вопрос кибербезопасности.

Концепция Интернета вещей (IoT) подразумевает подключение повседневных объектов и устройств к Интернету для сбора и обмена данными, что наделяет их свойствами «smart». Архитектура IoT включает в себя несколько уровней:

1 Уровень восприятия (Physical/Device Layer): «физический уровень», состоящий из датчиков, сенсоров и исполнительных механизмов, которые собирают данные (температура, влажность, движение) из окружающей среды.

2 Сетевой уровень (Network Layer): отвечает за безопасную передачу собранных данных в облако или на сервер.

3 Периферийный уровень (Edge/Gateway Layer): промежуточный уровень, где данные проходят первичную обработку (фильтрацию) ближе к источнику, прежде чем попасть в облако.

4 Уровень обработки/Облака (Processing/Cloud Layer): мощная платформа, где данные хранятся, анализируются и обрабатываются с помощью машинного обучения для принятия решений.

5 Прикладной уровень (Application Layer): конечный уровень, с которым взаимодействует пользователь: мобильные приложения, панели мониторинга и интерфейсы управления системами.

Классическое представление IoT системы – это «умный дом».

Умный дом – автономная система управления домом, способная принимать некоторые решения без участия человека. В дальнейшем рассмотрим пример автоматической системы полива и охлаждения помещения.

Концепция умного дома будет использована для опыта моделирования в Cisco Packet Tracer (рисунок 1).

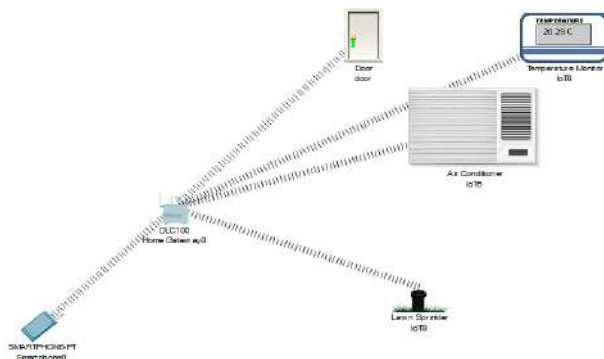


Рисунок 1 – Модель «Умный дом»

Модель (см. рисунок 1) включает в себя: уровень восприятия, состоящий из полива (Lawn Sprinkler), дверь (Door), кондиционер (Air Conditioner), монитор температуры (Temperature Monitor); периферийный уровень и уровень обработки, представленный шлюзом (DLC100) (рисунок 2); прикладной уровень представлен через смартфон (SMARTPHONE PT).



Рисунок 2 – Шлюз

В современных «умных домах» взаимодействие с прикладным уровнем осуществляется в основном через шлюз (см. рисунок 2) посредством голосового ввода, но и также допускается управление через персональное устройство.

Шлюз, представленный в примере, способен поддерживать различные форматы экосистем IoT (Apple, Яндекс и т. д.) и иметь одновременно до 32 «умных» устройств.

По мере развития и усовершенствование IoT-технологий возник новый стандарт – NB-IoT.

NB-IoT – это технология передачи данных, использующая узкий частотный диапазон. Это обеспечивает высокую проникающую способность, низкое энергопотребление и работу с небольшими объемами данных. Показатель эффективности – это постоянный рост использования датчиков NB-IoT на рынке датчиков IoT.

На рисунке 3 показаны особенность и удобство для датчиков применения узкополосного сигнала (NB).

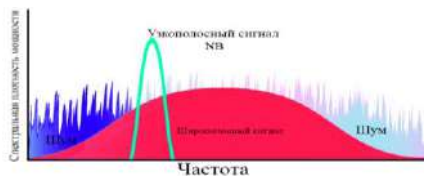


Рисунок 3 – График узкополосного сигнала

Технология NB-IoT также позволяет использовать такие же диапазоны частот, как и для технологий 2G/3G/4G(LTE) [1]. Основной же особенностью является многократное увеличение срока эксплуатации IoT-датчиков в отдельных случаях до 10 лет. Также NB-IoT осуществляет передачу данных посредством лицензируемого диапазона частот сотового оператора [1].



Рисунок 4 – Пример модуля NB-IoT

В настоящий момент технология NB-IoT позволила масштабироваться с отдельных объектов до квартирных комплексов, автоматизировав сбор сч-счетчиков воды и т. д., в дальнейшем эту технологию можно расширить до «Smart-city». Несмотря на то, что Интернет вещей зародился только в 2010-х, по данным IoT Analytic, к 2035 году объем IoT-устройств достигнет свыше 50 млрд (рисунок 5).

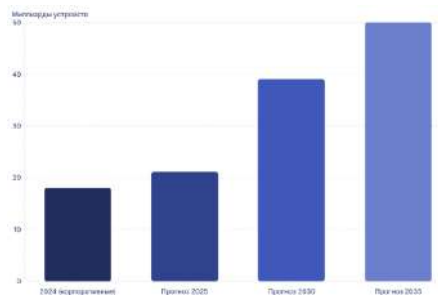


Рисунок 5 – Прогноз количества IoT-устройств к 2035 году

Из-за быстрого роста количества устройств и направленности на скорость и эффективность передачи информации, а не на безопасность, зачастую IoT-устройства не шифруют свой трафик, что привело к тому, что большинство из них «заражены». В настоящий момент большинство кибератак производят с помощью IoT-устройств. Ботнеты стали основой 90 % сложных многовекторных атак 2025 года, количество IoT-устройств в ботнетах, осуществляющих DDoS-атаки, выросло в пять раз (с 200 000 до 1 000 000). Для безопасности необходимо:

- 1 Сегментирование сети, т. е. изолирование от общей сети.
- 2 Замена стандартных логинов и паролей.
- 3 Мониторинг трафика.
- 4 Своевременные обновления.

Таким образом, развитие технологии «Интернет вещей» и увеличение количества IoT-устройств привело к тому, что вопрос кибербезопасности стал одним из главных, в настоящий момент нет единого протокола шифрования, который мог бы сбалансировать скорость передачи информации и ее защиту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 NB-IoT: как он работает? Ч. 1. // ХАБР. – URL: https://habr.com/ru/companies/ru_mts/articles/430496/ (дата обращения: 29.04.2026).

Получено 29.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 624.159.2

П. А. ПЕТРОВЕЦ (ПСм-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. В. ТАЛЕЦКИЙ*

СРАВНЕНИЕ ОСАДКИ ФУНДАМЕНТОВ, РАССЧИТАННОЙ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ

Рассмотрены варианты определения осадки ленточных фундаментов на слоистом основании методом послойного суммирования и методом эквивалентного слоя. Рекомендуется в сложных грунтовых условиях применять метод послойного суммирования, а для предварительных проработок и простых случаев – метод эквивалентного слоя, как более простой при расчете.

Определение осадок фундаментов имеет огромное практическое значение, так как расчет оснований по деформациям является обязательным для всех зданий и сооружений.

В соответствии с нормами [1] рекомендуется применять следующие методы расчета конечных абсолютных осадок уплотнения основания фундаментов:

а) метод послойного суммирования с использованием расчетной схемы линейно-деформируемого полупространства, ограниченного условной глубиной сжимаемой толщи H_c ;

б) метод линейно-деформируемого слоя конечной толщины;

в) метод эквивалентного слоя.

В настоящей работе выполнено сравнение величины осадки ленточных фундаментов, рассчитанной методом послойного суммирования и методом эквивалентного слоя.

Метод послойного элементарного суммирования заключается в том, что осадку грунта под действием нагрузки от сооружения определяют как сумму осадок эквивалентных слоёв грунта такой толщины, для которых можно применять при расчетах средние значения действующих напряжений и средние значения характеризующих грунты коэффициентов.

Для отдельно выделенных слоев сжимающей толщи учитываются только осевые максимальные сжимающие напряжения σ_{zp} , а осадки определяют при условии невозможности бокового расширения грунта.

При определении осадок условно выделяют в грунте под центром подошвы фундамента вертикальную призму единичным сечением и высотой от уровня подошвы до глубины активной зоны сжатия h_a . Для различных горизонтальных сечений выделенной призмы определяют вертикальное природное давление в грунте σ_{zg} и величину дополнительных напряжений σ_{zp} . Осадка определится по формуле

$$s = \beta \sum_{i=1}^{n=h_a} \frac{h_i \sigma_{zp,i_{cp}}}{E_i},$$

где h_i – мощность отдельных слоев грунта, на которые разбивается сжимаемая толщина грунта, значение h_i принимается не более $0,4b$ (b – ширина фундамента); β – коэффициент, зависящий от бокового расширения грунта, принимаемый равным 0,8 для всех грунтов, как безразмерный коэффициент, упрощающий расчет; E_i – модуль деформации i -го слоя грунта;

$\sigma_{zp,i_{cp}} = \frac{\sigma_{zp,i-1} + \sigma_{zp,i}}{2}$; h_a – глубина активной зоны сжатия, соответствует такой глубине, ниже которой деформациями грунтовой толщи можно пренебречь. В соответствии с нормами [1] эта глубина должна удовлетворять условию $\sigma_{zp,max} \leq 0,2\gamma H$, т. е. максимальное давление от внешней нагрузки должно быть меньше 20 % давления от собственного веса слоя грунта высотой H от природного рельефа до активной глубины сжатия h_a .

Дополнительные вертикальные нормальные напряжения в i -м слое основания на глубине z , отсчитываемой от подошвы фундамента, $\sigma_{zp,i}$ определяются по формуле

$$\sigma_{zp,i} = \alpha p_0,$$

где α – коэффициент затухания напряжений, принимаемый в зависимости от формы подошвы фундамента, соотношения его сторон $\eta = l/b$ и относительной глубины $\xi = 2z/b$; p_0 – дополнительное вертикальное давление на основание в уровне подошвы фундамента: $p_0 = p_m - p_{zg,0}$. Здесь p_m – среднее давление под подошвой фундамента от приложенной к нему нагрузки; $p_{zg,0}$ – вертикальное природное давление в грунте на уровне подошвы фундамента от веса вышележащих грунтов ненарушенного сложения

$$p_{zg,0} = \sum_{i=1}^n (\gamma_{II,i} h_i).$$

Здесь $\gamma_{II,i}$ – удельный вес i -го слоя грунта природного сложения, расположенного выше отметки подошвы фундамента; h_i – толщина i -го слоя грунта, расположенного выше отметки подошвы фундамента.

Вертикальное давление от собственного веса грунта в любой точке основания на расстоянии z от подошвы фундамента $p_{zg,i}$ определяется по формуле

$$p_{zg,i} = p_{zg,0} + \sum_{i=1}^n \gamma_{II,i} h_i.$$

Здесь $\gamma_{II,i}$ – удельный вес i -го слоя грунта природного сложения, расположенного ниже отметки подошвы фундамента; h_i – толщина i -го слоя грунта, расположенного ниже отметки подошвы фундамента.

Рассмотрим расчёт осадки фундамента под среднюю стену семиэтажного жилого дома с подвалом [2]. Ширина подошвы фундамента 2,0 м, глубина заложения подошвы фундамента 1,2 м. Сжимаемую толщу грунта разбиваем на слои мощностью $h_i = 0,48$ м и менее.

Среднее давление под подошвой этого фундамента от приложенной к нему нагрузки

$$p_m = 237,13 \text{ кПа.}$$

Вертикальное природное давление в уровне подошвы фундамента от веса вышележащих грунтов ненарушенного сложения

$$p_{zg,0} = 14,0 \cdot 0,2 + 17,8 \cdot 1,65 = 21,36 \text{ кПа.}$$

Тогда дополнительное вертикальное давление на основание в уровне подошвы фундамента

$$p_0 = 237,13 - 21,36 = 215,67 \text{ кПа.}$$

Расчёт осадки фундамента приведен в таблице 1, характеристики слоев грунта и эпюры напряжений в границах сжимаемой толщи основания на рисунке 1.

Метод эквивалентного слоя (метод Н. А. Цытовича) [3] позволяет определить конечную стабилизированную осадку фундаментов на линейно-деформируемых грунтах. Его ключевое отличие от метода послойного суммирования заключается в способе учёта напряжений. Вместо сложной эпюры дополнительных давлений вводится эквивалентная треугольная эпюра, а сжимаемая толща заменяется одним эквивалентным слоем грунта h_e . Конечные осадки уплотнения определяются формуле

$$S = h_e m_v p_0,$$

где m_v – коэффициент относительной сжимаемости грунта однородного основания; p_0 – дополнительное давление в уровне подошвы фундамента; h_e – мощность эквивалентного слоя, м, определяется по формуле

$$h_e = A \omega b,$$

здесь $A \omega$ – коэффициент эквивалентного слоя, равный произведению показателя жесткости формы подошвы фундамента ω и коэффициента относительной поперечной деформации A , определяемого по формуле и зависящего от коэффициента бокового расширения грунта ν_0 ; b – ширина фундамента, м.

Таблица 2 – Расчет осадки послойным суммированием

Номер слоя	$\gamma_i, \text{кН/м}^3$	$h_i, \text{м}$	$\sigma_{zg}, \text{кПа}$	$0,2p_{zg,i}, \text{кПа}$	$z_i, \text{м}$	$\xi = 2z/b$	α	$\sigma_{zp,i} = \alpha p_0, \text{кПа}$	$\sigma_{zp,i,ср}, \text{кПа}$	$E_i, \text{МПа}$	$s_i, \text{см}$
1	17,8	0,8	35,6	7,12	0,8	0,8	0,881	208,9	223,0	18,7	0,76
2	17,8	0,8	49,84	9,97	1,6	1,6	0,642	152,2	180,5	18,7	0,62
3	17,8	0,25	54,29	10,86	1,85	1,85	0,585	138,7	145,5	18,7	0,16
4	10,1	0,8	62,37	12,47	2,65	2,65	0,431	102,2	120,5	18,7	0,41
5	10,1	0,2	64,39	12,88	2,85	2,85	0,414	98,17	100,2	18,7	0,09
Столб воды: 10 кПа			74,39	14,88	2,85						
6	19,2	0,8	89,75	17,95	3,65	3,65	0,333	78,96	88,57	20,5	0,28
7	19,2	0,8	105,1	21,02	4,45	4,45	0,277	65,69	72,32	20,5	0,23
8	19,2	0,7	118,6	23,71	5,15	5,15	0,241	57,15	61,42	20,5	0,17
9	20,3	0,8	134,8	26,96	5,95	5,95	0,21	49,8	53,47	27	0,13
10	20,3	0,8	151	30,21	6,75	6,75	0,186	44,11	46,95	27	0,11
11	20,3	0,8	167,3	33,45	7,55	7,55	0,167	39,6	41,85	27	0,1
12	20,3	0,2	171,3	34,27	7,75	7,75	0,163	38,65	39,13	27	0,02
13	20	0,8	187,3	37,47	8,55	8,55	0,147	34,86	36,76	25,4	0,09

При ($\sigma_{zp} = 34,9$ кПа) < ($0,2p_{zg} = 37,5$ кПа) расчёт остановлен.

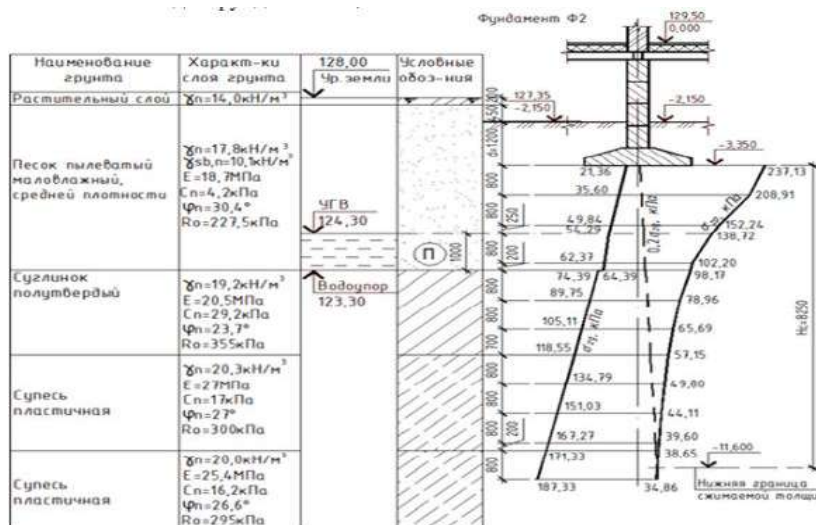


Рисунок 1 – Характеристики слоев грунта и эпюры напряжений в границах сжимаемой толщи основания

Размер сжимаемой толщи H определяется исходя из треугольной эпюры распределения давления в основании фундамента по формуле

$$H = 2h_e.$$

Метод позволяет вычислять осадки фундаментов площадью до 50 м^2 .

Мощность эквивалентного слоя многослойного основания определяется как для однородного основания с заменой в формуле значения m_v на средний коэффициент относительной сжимаемости m_{vm} , который в пределах эквивалентного слоя определяется по формуле

$$m_{vm} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i m_{v,i} z_i}{2h_e^2},$$

где h_i – мощность отдельных слоев основания в пределах сжимаемой толщи H ; $m_{v,i}$ – коэффициент относительной сжимаемости отдельных слоев основания в пределах сжимаемой толщи; z_i – расстояние от нижней границы сжимаемой толщи до середины рассматриваемого слоя. Схема эквивалентной эпюры уплотняющих давлений приведена на рисунке 2.

Коэффициент относительной сжимаемости отдельных слоев $m_{v,i} = \beta_i / E_i$. Коэффициент β_i определяется по формуле

$$\beta_i = 1 - \frac{2v_i^2}{1 - v_i},$$

где E_i – модуль деформации отдельных слоев основания в пределах сжимаемой толщи H ; v_i – коэффициент относительной поперечной деформации отдельного слоя грунта.

Для нашего расчета предварительно назначаем высоту (мощность) сжимаемой толщи $H = 4b = 4 \cdot 2 = 8$ м. После чего определяем осредненное значение коэффициента эквивалентного слоя $A\omega_{0, \text{ср}}$.

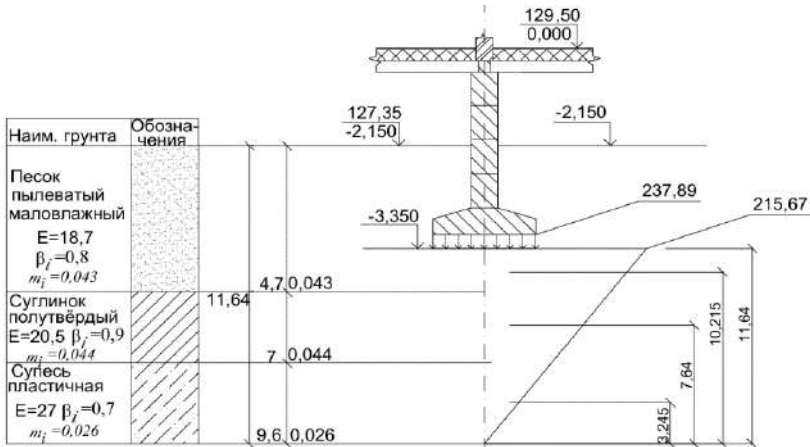


Рисунок 2 – Схема эквивалентной эпюры уплотняющих давлений

По таблице V.6 [3] для пылеватого песка $A\omega_{0,1} = 2,86$ ($v_1 = 0,25$); суглинка полутвердого $A\omega_{02} = 2,71$ ($v_2 = 0,2$); супеси пластичной $A\omega_{03} = 3,12$ ($v_3 = 0,3$).

$$A\omega_{0, \text{ср}} = \frac{A\omega_{0,1}h_1 + A\omega_{0,2}h_2 + A\omega_{0,3}h_3}{h_1 + h_2 + h_3} = \frac{2,86 \cdot 2,85 + 2,71 \cdot 2,3 + 3,12 \cdot 2,85}{2,85 + 2,3 + 2,85} = 2,91.$$

Мощность эквивалентного слоя

$$h_e = A\omega_{0, \text{ср}}b = 2,91 \cdot 2 = 5,82 \text{ м.}$$

Размер сжимаемой толщи

$$H = 2h_e = 2 \cdot 5,82 = 11,64 \text{ м.}$$

По профилю напластования грунтов определяем расстояния z от нижней границы сжимаемой толщи H до середины каждого слоя:

$$\begin{aligned}z_1 &= 11,64 - 2,85 / 2 = 10,215; \\z_2 &= 11,64 - 2,85 - 2,3 / 2 = 7,64; \\z_3 &= 11,64 - 2,85 - 2,3 - 6,49 / 2 = 3,245.\end{aligned}$$

Коэффициент относительной сжимаемости отдельных слоев при $\beta_1 = 0,8$; $\beta_2 = 0,9$; $\beta_3 = 0,7$ и модулях деформации слоев $E_1 = 18,7$ МПа; $E_2 = 20,5$ МПа; $E_3 = 27$ МПа составят $m_{v1} = 0,043$; $m_{v2} = 0,044$; $m_{v3} = 0,026$.

Средний коэффициент относительной сжимаемости

$$m_{vm} = \frac{2,85 \cdot 10,215 \cdot 0,043 + 2,3 \cdot 7,64 \cdot 0,044 + 6,49 \cdot 3,245 \cdot 0,026}{2 \cdot 5,82^2} = 0,038$$

Дополнительное давление в уровне подошвы фундамента $p_0 = 215,67$ кПа, тогда величина полной стабилизированной осадки

$$S = h_e m_{v,m} p_0 = 5,82 \cdot 0,038 \cdot 215,67 \cdot 10^{-3} = 0,0477 \text{ м} = 4,77 \text{ см.}$$

В результате проведенных расчетов установлено, что осадка фундамента при расчете по методу послойного суммирования составляет 3,16 см, а рассчитанная методом эквивалентного слоя 4,77 см. В обоих случаях осадка меньше допустимой строительными нормами.

Выводы. Метод послойного суммирования – более трудоёмкий, требует построения эпюр и разбивки на множество слоёв. Боковое расширение грунта учитывается усреднённым коэффициентом $\beta = 0,8$. Достоинствами являются универсальность, возможность расчёта ленточных фундаментов, слоистых оснований и крена сооружения.

Метод эквивалентного слоя – учитывает коэффициент Пуассона (через произведение $A\omega$), что обосновано физически. Проще и быстрее в вычислениях и удобен для предварительных расчётов и однородных грунтов.

Оба метода дополняют друг друга. Для ответственных сооружений в сложных грунтовых условиях предпочтительнее метод послойного суммирования, для предварительных проработок и простых случаев – метод эквивалентного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ТКП 45-5.01-67-2007 (02250). Фундаменты плитные. Правила проектирования. – Введ. 02.04.2007. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2008. – 136 с.
- 2 **Талецкий, В. В.** Проектирование фундаментов промышленных и гражданских зданий : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию / В. В. Талецкий, М. В. Маркова. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 85 с.
- 3 **Цытович, Н. А.** Механика грунтов (краткий курс) / Н. А. Цытович. – М. : Высш. шк., 1983. – 289 с.

Получено 17.06.2026

УДК 69:005.932

К. Е. ПОГРЕБНОЙ (ЗМС-52)

Научный руководитель – канд. техн. наук *О. Е. ПАНТЮХОВ*

АДАПТАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВНЕДРЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Рассматривается концепция бережливого строительства, которая приобретает все большую актуальность в Республике Беларусь. Анализируются ключевые факторы, способствующие распространению бережливых методик и технологий в строительной отрасли, и предлагаются рекомендации для их дальнейшего развития. Статья является полезным ресурсом для специалистов в области строительства, архитектуры и управления проектами, а также для студентов и исследователей, интересующихся современными подходами в транспортном строительстве.

В условиях стремительного развития строительной отрасли и растущей конкуренции на рынке, адаптация транспортных строительных организаций Беларуси к современным требованиям становится особенно актуальной. Одним из ключевых направлений, способствующих повышению эффективности и снижению затрат, является внедрение инновационных методик бережливого строительства. Этот подход, основанный на принципах оптимизации процессов, минимизации потерь и максимизации ценности для клиента, позволяет не только улучшить качество выполняемых работ, но и ускорить сроки их реализации. В последние годы в Беларуси наблюдается активное внедрение новых технологий и методов управления проектами, что создаёт благоприятные условия для применения Бережливого строительства. Однако, несмотря на очевидные преимущества, многие организации сталкиваются с трудностями в адаптации к этим изменениям. В данной статье мы рассмотрим ключевые аспекты, касающиеся внедрения инновационных методов в транспортные строительные организации, а также проанализируем существующие барьеры и предложим рекомендации по их преодолению. Целью данной работы является выявление основных факторов, способствующих успешной адаптации организаций к бережливому строительству, а также разработка практических рекомендаций для повышения их конкурентоспособности на белорусском и мировом рынке. Системный подход к внедрению инноваций позволит не только улучшить внутренние процессы, но и значительно повысить уровень удовлетворённо-

сти клиентов, что в конечном итоге приведёт к устойчивому развитию строительной отрасли в стране. Если традиционное строительство интересует вопрос «что строить?», то бережливое строительство добавляет вопрос «зачем строить?». Это предполагает высокий уровень доверия между заказчиком и исполнителем, начиная с этапа мысли в голове. Все заинтересованные стороны проекта, включая заказчика, генподрядчика, архитектора, инженеров и других, участвуют в разработке проектной документации. Их задача – не только реализовать проект, но и оказать консультативную помощь заказчику и даже формировать его виденье и ожидания. Постоянное улучшение процессов – от проекта к проекту – это основа философии бережливого строительства. Только так можно закрепить и улучшить нововведения и оценить их настоящий масштаб.

Самые распространённые проблемы и недостатки организации строительного производства. Незнание, нежелание, неспособность введения новых управленческих методов, способствующих объединению рабочих усилий участников строительного процесса, для избегания возникновения различных застоев, потерь и снижения качества строительного производства, ставят строительную отрасль нашей страны в позицию значительного отставания от регулярно развивающихся методов управления ведущих западных и европейских стран. Организация строительного производства сталкивается с рядом очень распространённых проблем и крайних недостатков, что крайне недопустимо. Вот некоторые из них:

1 Планирование и координация:

- 1.1 Недостаточное или неэффективное планирование работ.
- 1.2 Проблемы с координацией между различными подрядчиками и субподрядчиками.
- 1.3 Неправильная оценка сроков выполнения работ.
- 1.4 Принятие несвоевременных и даже неуместных управленческих решений высшего руководства.

2 Управление ресурсами:

- 2.1 Нехватка квалифицированных кадров.
- 2.2 Проблемы с поставками строительных материалов и оборудования.
- 2.3 Неправильное распределение ресурсов, что может привести к простоям.

3 Финансовые проблемы:

- 3.1 Недостаток финансирования или задержки в платежах.
- 3.2 Неправильная оценка бюджета проекта, что может привести к перерасходу средств.

4 Качество работ:

- 4.1 Низкое качество строительных материалов.
- 4.2 Отсутствие контроля за качеством выполнения работ.
- 4.3 Неправильное применение технологий и методов строительства.

5 Соблюдение норм и стандартов:

5.1. Игнорирование строительных норм и правил.

5.2 Проблемы с получением разрешений и согласований.

6. Безопасность на строительной площадке:

6.1 Низкий уровень охраны труда и техники безопасности.

6.2 Высокий риск несчастных случаев и травм.

7 Изменения в проекте:

7.1 Частые изменения в проектной документации, что приводит к дополнительным затратам и задержкам.

7.2 Неправильное управление изменениями и их последствиями.

8 Коммуникация:

8.1 Недостаточная коммуникация между участниками проекта.

8.2 Проблемы с передачей информации и обратной связью.

8.3 Неспособность создания на строительной площадке консолидированного взаимодействия с партнёрами по проекту.

8.4 Недостаточное вмешательство в организационные и производственные процессы управленческого инструментария.

8.5 Низкий уровень самореализации, игнорирование принципа постоянного развития и самосовершенствования компании.

9 Экологические и социальные аспекты:

9.1 Игнорирование экологических норм и требований.

9.2 Негативное воздействие на местное население и инфраструктуру.

10 Технологические проблемы:

10.1 Устаревшие технологии и оборудование.

10.2 Нехватка инновационных решений и подходов.

Эти проблемы требуют комплексного подхода к управлению строительным производством, включая внедрение.

Развитие управленческих структур организаций в направлении дальнейшего углубления специализации отдельных элементов ведёт к усложнению координации их деятельности и росту потерь. Возникают обоснованные сомнения в адекватности традиционных линейно-функциональных структур управления всеми процессами в строительстве современным требованиям, так как белорусские строительные компании вошли в рынок с абсолютно устаревшими управленческими структурами, сформировавшись ещё в условиях административно-командной экономики, и поэтому будет очень полезно обратиться к зарубежному опыту управления западных и европейских стран, проверенному десятилетиями работы в условиях рыночной экономики.

Основные принципы «бережливого транспортного строительства» и методы управления, инструменты «бережливого строительства»

Традиционные методы управления строительством ориентированы исключительно на менеджмент задач, рассматривают производство как пре-

образование входов в выходы. Этого недостаточно, чтобы обеспечить дальнейший прогресс в строительстве. «Бережливое транспортное строительство» (Lean Transport Construction) – это подход, основанный на принципах бережливого производства, который направлен на оптимизацию процессов в строительстве и минимизацию потерь.

Основные принципы и методы управления в рамках этого подхода включают:

1 Ценностное предложение.

Определение ценности конечного продукта с точки зрения клиента. Все действия и процессы должны быть направлены на создание ценности для конечного потребителя.

2 Идентификация потерь.

Выявление и устранение всех видов потерь (времени, ресурсов, материалов и т. д.) в процессе строительства, от идеи в голове до сдачи в эксплуатацию. Потери могут включать ожидание, перепроизводство, излишние перемещения и т. д.

3 Поток создания ценности.

Оптимизация потока работ и процессов, чтобы обеспечить непрерывное движение и минимизировать задержки. Это включает в себя упрощение процессов и устранение узких мест.

4 Системный подход.

Рассмотрение проекта как единой системы, где все элементы взаимосвязаны. Это позволяет лучше управлять взаимодействием между различными участниками и процессами.

5 Участие всех сотрудников.

Вовлечение всех членов команды в процесс улучшения. Каждый работник должен иметь возможность вносить предложения по оптимизации процессов.

Основные методы и принципы, используемые в бережливом строительстве:

1 *Потоковая организация работ.* Оптимизация последовательности выполнения работ для уменьшения времени ожидания и повышения эффективности.

2 *Система «Тяните» (Pull System).* Организация процессов таким образом, чтобы работа выполнялась по мере необходимости, а не заранее, что позволяет избежать избыточных запасов и ненужных затрат.

3 *Краткосрочное планирование.* Использование методов, таких как «планирование на неделю» или «планирование на день», для более гибкого и адаптивного управления процессами.

4 *Визуальное управление.* Применение визуальных инструментов (например, доски Kanban) для отслеживания прогресса и состояния работ, что способствует лучшему пониманию ситуации всеми участниками проекта.

5 *Совместная работа*. Стимулирование сотрудничества между всеми участниками проекта (заказчиками, подрядчиками, субподрядчиками и поставщиками) для достижения общих целей.

6 *Постоянное улучшение (Kaizen)*. Постоянный поиск возможностей для улучшения процессов, технологий и методов работы.

7 *Стандартизация процессов*. Разработка и внедрение стандартов для выполнения работ, что позволяет повысить качество и снизить вариативность.

8 *Метод «5S»*. Организация рабочего пространства для повышения эффективности и уменьшения потерь. 5S включает в себя сортировку, систематизацию, чистоту, стандартизацию и соблюдение дисциплины.

9 *Кросс-функциональные команды*. Кросс-функциональные команды – это группы сотрудников, обладающих различными навыками и опытом, которые работают вместе для достижения общей цели или решения конкретной задачи. Такие команды могут включать специалистов из разных областей, таких как маркетинг, разработка, дизайн, продажи, поддержка клиентов и др.

Эти методы помогают создать более эффективные, безопасные и экономически выгодные строительные процессы, что в конечном итоге приводит к повышению удовлетворённости клиентов и снижению затрат.

Основные инструменты, используемые в бережливом строительстве, включают:

1 *Ценностный поток (Value Stream Mapping)*. Анализ всех этапов процесса строительства для выявления добавленной и не добавленной стоимости, что позволяет оптимизировать потоки работ.

2 *Системы управления проектами*. Использование программного обеспечения для планирования, мониторинга и управления проектами, что позволяет улучшить координацию и коммуникацию между участниками.

3 *Анализ причин и следствий (Root Cause Analysis)*. Методика, направленная на выявление коренных причин проблем и дефектов, что позволяет предотвратить их повторение.

4 *Системы управления качеством*. Внедрение стандартов и процедур для обеспечения высокого качества работ и материалов.

5 *Визуальное управление (дерево целей)*. Использование визуальных инструментов (таблицы, графики, диаграммы) для упрощения восприятия информации и повышения прозрачности процессов.

Без информационных технологий невозможно представить и другой инструмент – технологию информационного моделирования зданий (**BIM**). Это среда визуального трёхмерного проектирования зданий, содержащая также всю архитектурно-конструкторскую, технологическую и экономическую информацию о здании со всеми взаимосвязями и зависимостями.

Плавный переход к «бережливому строительству»

Плавный переход к «бережливому строительству» в Республике Беларусь представляет собой очень важный шаг в оптимизации абсолютно всех строительных процессов и повышении их эффективности. Этот подход основан на принципах бережливого производства, которые оправдали себя в компаниях, внедривших эти принципы.

Основные аспекты плавного перехода:

1 Обучение и подготовка кадров. Важно провести обучение для работников строительной отрасли, чтобы они понимали принципы бережливого строительства и могли применять их на практике. Это может включать семинары, тренинги и курсы повышения квалификации.

2 Анализ текущих процессов. Необходимо провести детальный анализ существующих строительных процессов для выявления узких мест и потерь. Это поможет определить, какие изменения нужно внести для улучшения эффективности.

3 Внедрение новых технологий. Использование современных технологий, таких как BIM (информационное моделирование зданий), может значительно повысить эффективность проектирования и строительства, а также снизить количество ошибок и переделок.

4 Оптимизация цепочки поставок. Улучшение взаимодействия с поставщиками и подрядчиками, а также оптимизация логистики помогут сократить время и затраты на строительство.

5 Культура непрерывного улучшения. Важно создать культуру, в которой сотрудники будут мотивированы предлагать идеи по улучшению процессов и повышению качества работы.

6 Мониторинг и оценка результатов. Регулярный мониторинг внедрённых изменений и их результатов позволит корректировать подходы и добиваться лучших результатов.

7 Государственная поддержка. Важно, чтобы государственные органы поддерживали инициативы по внедрению бережливого строительства, предоставляя необходимые ресурсы и создавая благоприятные условия для его развития.

Эффект внедрения бережливых технологий. Все больше строительных компаний видят выгоду от применения технологий бережливого строительства. Исследование Института бережливого строительства, проведенное в 2018 году, показало, что компании, внедрившие у себя новые технологии управления завершили 46 % проектов раньше времени, а 70 % проектов были реализованы с экономией бюджета.

Одним из хороших примеров для изучения является строительство госпиталя имени Святого Олафа в Норвегии, которое с 2003 по 2013 г. производилось в два этапа. На первом этапе применялась традиционная система строительства, на второй же стадии – методики бережливого строительства.

В числе использовавшихся в проекте методик были:

1 Создание рабочих групп на этапе подготовки к строительству, состоящих из представителей разных строительных профессий.

2 Технологии 5S, включая оптимизацию площадей для хранения материалов и снижение запасов.

3 Рациональное использование талантов – в частности, профессионалы не участвовали в доставке инструментов и материалов к своему рабочему месту.

4 Выполнение заказов и закупок онлайн.

5 Планирование последовательности работ по заявкам от исполнителей (pull-планирование) и др.

Благодаря использованию методик бережливого производства удалось снизить стоимость проекта на 2,7 %, в том числе себестоимость строительства 1 м² на 3,7 %, уменьшить более чем вдвое количество пропусков по болезни, сократить время выполнения отдельных строительных работ и повысить качество исполнения.

В России также есть ряд примеров строительных проектов, выполненных по методологии бережливого строительства. Они, в частности, были использованы при строительстве блоков атомных энергостанций корпорацией «Росатом» строительными компаниями ЮИТ и «Унистрой» (Татарстан).

Например, при строительстве четвертого энергоблока Калининской АЭС срок монтажа трубопроводов был сокращен с 255 до 127 дней, а монтаж системы преднапряжения защитной оболочки на Калининской АЭС был выполнен за 143 дня вместо 333 дней, как было при строительстве энергоблока Ростовской АЭС.

В нефтегазовом блоке активно применяется методика бережливого строительства при строительстве кустовых площадок и подъездных дорог к ним компанией ПАО НК «Роснефть» и генеральным подрядчиком, транспортной строительной компанией ООО «КРОКУС-ХМ». Благодаря активному применению технологий и методик бережливого строительства ПАО НК «Роснефть» с 2021 г. лидер российской нефтяной отрасли и одна из крупнейших публичных добычных компаний мира.

В заключение следует отметить, что адаптация транспортных строительных организаций Белоруссии к внедрению и применению инновационных методов бережливого строительства представляет собой важный шаг на пути к повышению эффективности и конкурентоспособности отрасли. Применение принципов бережливого строительства позволяет оптимизировать процессы, сократить затраты и улучшить качество выполняемых работ.

Для успешной реализации этих методов необходимо не только внедрение новых технологий, но и изменение корпоративной культуры, обучение сотрудников и активное вовлечение всех уровней организации в процесс

изменений. Важно также наладить сотрудничество с научными учреждениями и другими организациями, что позволит обмениваться опытом и внедрять лучшие практики.

Таким образом, стратегический подход к адаптации и внедрению бережливого строительства в транспортных строительных организациях Беларуси будет способствовать не только улучшению экономических показателей, но и созданию более устойчивой и инновационной строительной отрасли в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Черных, Е. А.** Оперативное планирование и качество строительства: отечественный и зарубежный опыт / Е. А. Черных // Менеджмент качества. – 2009. – № 4 (8). – С. 270–287.

2 **Черных, Е. А.** Организация строительного производства: бережливый подход / Е. А. Черных // Менеджмент качества. – 2010. – № 1 (9). – С. 44–55.

3 Применимо ли «живучее» управление проектами в строительстве? (Ч. 1) / Р. Оуэн, Л. Коскела, Г. Хенрих, Р. Кудиньету // Менеджмент качества. – 2008. – № 4 (4). – С. 382–394.

4 **Кошира, Ю.** Совершенствование механизмов управления строительством в общественном секторе Японии с помощью методологии P2M / Ю. Кошира // Управление проектами и программами. – 2007. – № 4 (12). – С. 320–329.

5 **Танака, К.** Создание ценностей в строительной отрасли: новая сервисная модель для рынка «обновленного» строительства / К. Танака // Управление проектами и программами. – 2005. – № 4 (4). – С. 31–38.

Получено 16.04.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 004.45

Д. А. ПОПОВА (ЭМ-41), А. В. МИНИНА (ЭС-41),

И. А. МАРКУШЕВСКАЯ (ЗМТ-56)

Научные руководители: старшие преподаватели *С. В. КИСЕЛЕВА,*

В. Е. МИНИН

ОБЗОР СЕРВИСОВ TASK-МЕНЕДЖЕРОВ

Рассматривается выбор платформы для управления задачами в студенческом центре кибербезопасности с учётом требований доступности, разграничения прав и импортозамещения. Описаны функциональные возможности российского task-менеджера Weeek (включая модули задач, базы знаний, CRM, аналитики и пользова-

телей), способы безопасного развёртывания и интеграции в образовательный процесс. Предложены критерии оценки пригодности систем, даны рекомендации по минимизации рисков использования зарубежных сервисов и приведено сравнение с альтернативными решениями (Jira, Trello, Asana, Kaiten, Strive и др.).

Для студенческого центра кибербезопасности (ЦКБ) выбор таск-менеджера имеет особое значение. Платформа должна быть доступной (бесплатный тариф для образования), интуитивно понятной, поддерживать разграничение прав доступа между преподавателями и студентами, а также предоставлять инструменты для документации (регламенты, инструкции, отчёты) и контроля сроков. В условиях импортозамещения и требований к защите информации предпочтительны решения из реестра отечественного ПО, работающие без VPN и гарантирующие непрерывность доступа.

Были рассмотрены приведенные далее инструменты для планирования дел, постановки задач и контроля за их выполнением:

Jira – наилучший таск-менеджер, однако компания Atlassian полностью ушла с рынка РФ и РБ с 2024 года [1]; серверы, хранящие информацию, расположены за границей, и риск блокировки велик.

Trello (Atlassian) – аналогичная судьба, недоступен для стабильного использования.

Asana (США) – блокировка аккаунтов из России, хранение данных в США, требуется VPN [2].

Существуют неплохие российские платформы, но не лишённые недостатков.

Strive – подходит для компаний, которым нужна закрытая среда (on premise) и встроенная база знаний. Минусом является отсутствие бесплатного тарифа [4].

Planfix – поддерживается мощная настраиваемая автоматизация; подходит для крупных бизнес-процессов. В целом система избыточна для небольшой команды (такой, как учебный центр кибербезопасности).

YouGile имеет лёгкий и интуитивно понятный интерфейс, обеспечивает быстрое внедрение. Минус – нет бесплатного тарифа.

Kaiten выглядит интересным благодаря гибридным канбан-доскам, автоматизации и боту в Telegram. Бесплатный тариф – до 5 человек. Минус – нет встроенной базы знаний (придётся использовать отдельный инструмент) [3].

Weeek предоставляет бесплатный тариф для студентов и преподавателей, поддержку базы знаний, тайм-трекера, аналитики. Данный таск-менеджер является идеальной системой для студенческого учебного центра кибербезопасности (рисунок 1) [5].



Рисунок 1 – Причины выбора платформы Weeek

Weeek – российская веб-платформа для управления проектами, задачами и командной работой (разработчик Gold Carrot). Объединяет таск-менеджер, CRM, базу знаний, аналитику и управление пользователями. Включена в Единый реестр ПО (№ 19382), что разрешает использование в государственных и образовательных организациях [6].

Архитектурно платформа состоит из пяти интегрированных сервисов (рисунок 2):

- 1 Задачи (таск-менеджер).
- 2 База знаний.
- 3 CRM.
- 4 Пользователи.
- 5 Аналитика.

Такое модульное построение позволяет сконцентрировать ключевые рабочие процессы в одной экосистеме, устраняет необходимость переключения между несколькими разрозненными инструментами.

Сервис «Задачи» поддерживает следующие режимы: канбан-доски, календарь: неделя/месяц, списки, диаграмма Ганта. Базовая единица – задача с атрибутами: тип (встреча, звонок, действие), приоритет, теги, дедлайн, исполнитель и соисполнители. Доступны 6 уровней вложенности, мультипроектность (одна задача может принадлежать нескольким проектам). Встроен таймер учёта времени, система фильтрации и сортировки. Предусмотрена пересылка уведомлений через email, Telegram, VK, Slack.



Рисунок 2 – Основные функции Weeek

База знаний представляет собой структурированное облачное хранилище с древовидной иерархией документов, предоставляется блочный редактор с поддержкой изображений, видео, кода, формул. Обеспечивается версионность, совместное редактирование в реальном времени, публикация документов с открытым доступом.

Модуль «Пользователи» управляет командами и ролями. Возможно гибкое разграничение прав: четыре готовые роли и возможность создания собственных. Преподаватели получают полный контроль над проектами, студенты – ограниченные права.

Модуль «Аналитика» обеспечивает различные виды отчетов по сотрудникам, динамике выполнения задач, продуктивности. Доступна выгрузка отчетов в Excel, CSV, JSON.

Платформа реализована с использованием веб-технологий и доступна через браузер (рисунок 3). Навигация осуществляется через боковую панель, содержащую разделы «Мои задачи», «Все задачи», «Все проекты», а также переключатели между пятью основными сервисами. Доступны нативные приложения для iOS, Android, Windows и macOS, обеспечивающие офлайн-доступ к данным и синхронизацию изменений при восстановлении соединения. Интерфейс локализован на русском языке и поддерживает смену светлой и темной темы оформления.

Weeek распространяется по модели SaaS (Software as a Service). Базовая функциональность доступна бесплатно для команд численностью до пяти человек с ограничениями: семь активных проектов и 100 документов в хранилище базы знаний, или для преподавателей и студентов. Для команд большей численности и расширенного функционала (снятие лимитов, дополнительные интеграции, увеличенное дисковое пространство) предусмотрены платные тарифы, тарификация осуществляется на основе количества пользователей. Доступен 14-дневный бесплатный пробный период для оценки полного функционала платных тарифов.

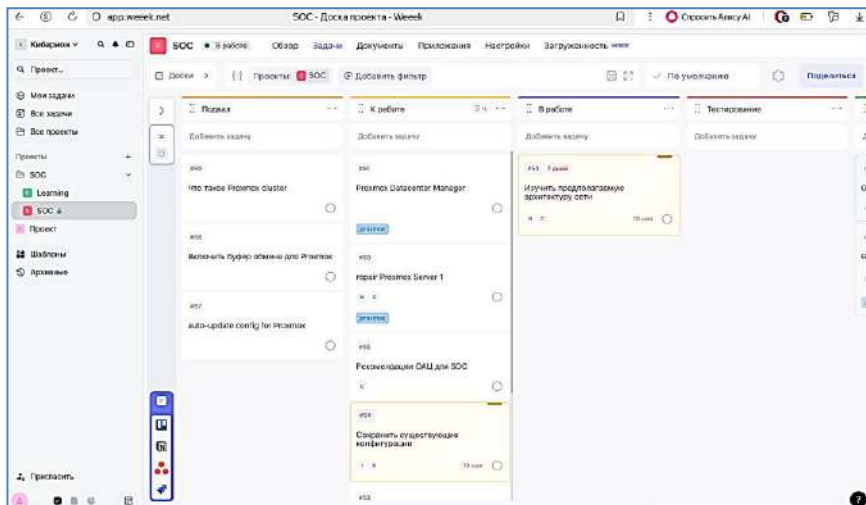


Рисунок 3 – Интерфейс Weeek

В заключение следует отметить, что Weeek представляет собой комплексное, безопасное и функциональное решение, полностью соответствующее потребностям учебного студенческого центра кибербезопасности, и позволит создать унифицированную среду для управления проектами и командной деятельностью студенческих команд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Atlassian (информация о прекращении работы в России) : [сайт]. – URL: <https://www.atlassian.com/> (дата обращения: 11.05.2026).
- 2 Asana: (информация об ограничениях) : [сайт]. – URL: <https://asana.com/> (дата обращения: 11.05.2026).
- 3 Kaiten : [сайт]. – URL: <https://kaiten.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
- 4 Strive : [сайт]. – URL: <https://strive.ru/> (дата обращения: 11.05.2026).
- 5 Weeek : [сайт]. – URL: <https://weeek.net/> (дата обращения: 11.05.2026).
- 6 Единый реестр российского программного обеспечения. – URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** (запись № 19382, Weeek).

Получено 12.06.2026

УДК 656.212.5:004

М. И. ПУХТЕЕВ (УД-11)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Г. КУЗНЕЦОВ*

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ И ИСПОЛНИТЕЛЬСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ

Представлен комплексный анализ процессов переработки составов поездов по прибытии в расформирование, рассмотрены различные решения по автоматизации управленческих и исполнительских процессов на технических станциях, а также технико-экономический и социальный эффект инноваций.

Технические станции являются основным объектом перевозочного процесса, эффективность которого напрямую зависит от качества организации технологических процессов при переработке вагонопотока [1, 2]. Ритмичная работа сортировочных и участковых станций позволяют обеспечить на необходимом уровне выполнение эксплуатационной работы железной дороги, оптимизировать взаимодействие участников перевозочного процесса с требуемым качеством [3, 4].

Для создания оптимальных условий функционирования технических станций все технологические операции процесса должны быть сбалансированы. В настоящее время на Белорусской железной дороге действуют 49 технических станций. Основное их предназначение – переработка вагонопотоков.

Важной задачей производственной деятельности на станциях является повышение производительности труда. Прежде всего это достигается за счет автоматизации и роботизации основных производственных процессов, для чего внедряются инновационные комплексы и технические средства. Происходит процесс интеллектуализации технических и технологических операций. На Белорусской железной дороге функционирует автоматизированная система управления станцией (АСУС). Переход на электронный документооборот, обмен информацией посредством дистанционных систем – все это способствует цифровизации. В то же время уровень автоматизации исполнительских процессов остается низким и требует новых инноваций.

Для исследования выбрана железнодорожная станция Минск-Сортировочный, играющая наибольшую роль в переработке вагонопотока на Белорусской железной дороге. Важно отметить, что ввиду идентичности технологического процесса переработки вагонопотоков на различных же-

лезнодорожных станциях, единства правил технической эксплуатации железных дорог предлагаемые решения по автоматизации, роботизации, интеллектуализации и цифровизации исполнительских процессов могут быть использованы для любых технических станций с учетом их особенностей эксплуатации.

Технологический процесс обработки поезда, поступившего на станцию Минск-Сортировочный в расформирование, является сложным и включает множество операций [1, 3], которые можно идентифицировать и установить возможный уровень автоматизации операций [5, 6].

Процессы, включенные в технологию обработки поездов, поступивших в расформирование, по прибытии можно разделить на две группы: исполнительские и информационные процессы. Для системного анализа обработки составов по прибытию использован процессный подход (рисунок 1).

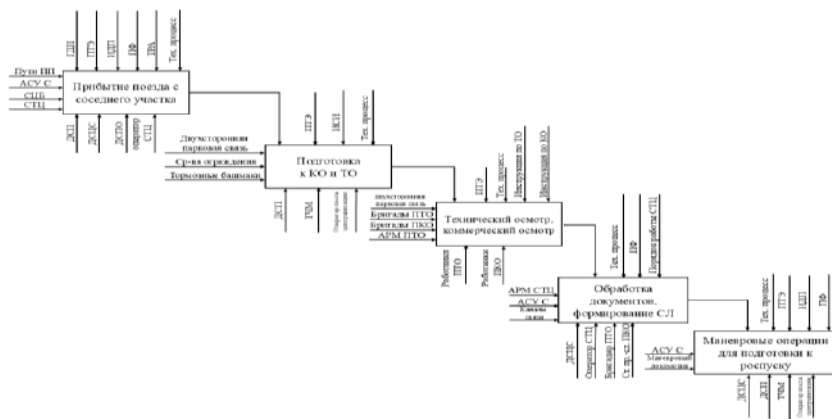


Рисунок 1 – Процессная схема обработки состава грузового поезда по прибытии

На основании комплексного анализа процессов, описания операций в парке прибытия и построения информационно-технологической модели обработки состава поезда установлены характеристики каждой операции и возможные варианты автоматизации и роботизации исполнительских (таблица 1) и информационных (таблица 2) процессов.

Эффективность автоматизации оценивается путём сравнения временных и экономических показателей до и после внедрения. Основным показателем является сокращение времени обработки состава в парке прибытия ($\Delta T_{\text{общ}}$).

Общее время обработки состава по прибытию ($T_{\text{обр}}$) складывается из длительности последовательно выполняемых операций:

$$T_{\text{обр}} = \sum_{i=1}^n t_i,$$

где t_i – время выполнения i -й операции (технический осмотр, коммерческий осмотр, закрепление, снятие закрепления, уборка локомотива, заезд маневрового локомотива, оформление документов и др.), мин.

Таблица 1 – Возможные варианты автоматизации исполнительских процессов

Операции	Возможные варианты механизации, автоматизации операции
Выход к пути приема поезда работников, участвующих в обработке поезда	Роботизация процесса осмотра вагонов (на основании 3D анализа с использованием ИИ)
Сжатие состава для проверки автосцепного оборудования	Использование специального режима автоведения маневрового локомотива
Закрепление состава и доклад об этом ДСП	Использование роботов (альтернативные варианты закреплений). Доклад в электронном виде по завершении закрепления автоматикой
Уборка поездного локомотива	Использование речевого синтезатора, передача указаний в электронном виде на бортовой компьютер локомотива, автоведение по маршрутам на станции
Ограждение состава	Автоматизация процесса ограждения после получения сообщений о выполнении необходимых действий; сообщение об ограждении с помощью речевого синтезатора; фиксация времени прибытия в электронную книгу формы ВУ-14
Техническое обслуживание	Внесение соответствующих личных данных в бортовой ПК машинистом; передача сообщений о неисправностях в электронном виде (необходимо мобильное устройство для работников ПТО); техническая диагностика
Коммерческий осмотр	Аналогично предыдущему; коммерческая диагностика
Снятие ограждения	Электронная отметка о завершении доклада; анализ положения работников на станции на основе GPS; снятие ограждения автоматически; доклад с помощью речевого синтезатора (электронного сообщения)
Заезд маневрового локомотива под состав, сцепление с составом и доклад об этом ДСП	Использование МПЦ с автоматическим набором маршрутов на основании обработки данных поездной обстановки, порядка расформирования поездов, выполнения необходимых операций согласно техпроцессу и т. п.; автоведение маневрового локомотива
Снятие закрепления и доклад об этом ДСП	Аналогично выполнению операции по закреплению подвижного состава

Таблица 2 – Возможные варианты автоматизации информационных процессов

Операции	Возможные варианты механизации, автоматизации операции
Получение информации о поезде (ТГНЛ, его разметка и передача ДСЦ, СТЦ, ПТО)	Использование ИИ для планирования поездной и маневровой работы, передачи заданий ДСП и другим причастным работникам; уведомление работников может осуществляться с помощью речевого синтезатора; возможен переход к электронным уведомлениям (АРМ, планшет, смарт-часы)
Получение информации с соседней станции об от-правлении поезда	Получение сообщения автоматически на основании анализа занятости изолированных участков; организация сообщений на индивидуальное АРМ
Извещение причастных работников СТЦ, ВОХР, ПТО	Использование речевого синтезатора на основании данных подхода поездов
Задание на закрепление состава	Автоматическое формирование сообщения на основании данных из АСУС; передача задания в электронном виде на индивидуальное АРМ
Доставка и обработка документов в СТЦ	Контроль прибытия поезда на основе анализа занятости излизанных участков. Переход на электронный документооборот
Получение информации о результатах обработки поезда, ввод ее в АСУС, выдача сортировочного листка (СЛ)	Внесение изменений автоматически на основании полученных сообщений о выявленных нарушениях; автоматическая передача электронного сортировочного листа причастным работникам на индивидуальное АРМ
Задание на снятие средств закрепления	Использование речевого синтезатора (передача электронного сообщения)

При внедрении автоматизации часть операций выполняется параллельно или исключается полностью, а длительность оставшихся сокращается. Сокращение времени обработки одного состава ($\Delta T_{\text{обр}}$) определяется по формуле

$$\Delta T_{\text{обр}} = T_{\text{обр}}^{\text{до}} - T_{\text{обр}}^{\text{после}}.$$

Годовой экономический эффект от ускорения переработки вагонов

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \Delta T_{\text{обр}} N_{\text{сост}} c_{\text{в-ч}},$$

где $N_{\text{сост}}$ – количество составов, перерабатываемых станцией за год, поездов; $c_{\text{в-ч}}$ – стоимость одного вагоно-часа простоя, руб.

Существующее время технического осмотра состава в парке прибытия составляет 25–30 минут в зависимости от длины состава (до 70 вагонов). Внедрение роботизированной системы диагностики на базе 3D-сканирования и

тепловизионного контроля позволяет сократить время осмотра до 5–7 минут за счет параллельного сканирования всего состава.

Таким образом сокращение времени выполнения технического осмотра составляет:

$$\Delta t_{\text{ТО}} = 25 - 6 = 19 \text{ мин.}$$

В существующей технологии оператор поста централизации вручную укладывает тормозные башмаки. Время на закрепление одного состава составляет 4–5 минут, на снятие 3–4 минуты. Роботизированные башмаки-укладчики выполняют обе операции за 0,5–1 минуту каждая.

Таким образом, сокращение времени выполнения данных операций:

$$\Delta t_{\text{закр}} = 4,5 - 0,7 = 3,8 \text{ мин;}$$

$$\Delta t_{\text{снят}} = 3,5 - 0,7 = 2,8 \text{ мин.}$$

Суммарное сокращение времени по закреплению и снятию:

$$\Delta t_{\text{закр+снят}} = 3,8 + 2,8 = 6,6 \text{ мин.}$$

При использовании речевого синтезатора и автоматической прокладки маршрутов на базе МПЦ затраты времени на передачу команд и приготовление маршрутов сокращается с 2–3 минут до 0,5 минуты на каждую операцию. Кроме того, автоматический режим ведения состава сокращает время на манёвры сцепления.

Экономия времени на одну операцию:

$$\Delta t_{\text{уборка}} = 2,5 - 0,5 = 2,0 \text{ мин;}$$

$$\Delta t_{\text{заезд}} = 2,5 - 0,5 = 2,0 \text{ мин.}$$

Переход на электронный документооборот и автоматическую сверку ТГНЛ с перевозочными документами сокращает время обработки документов в СТЦ с 10–12 минут до 1–2 минут. Исключается ручной ввод корректировочных сообщений, задержки при доставке пакетов:

$$\Delta t_{\text{док}} = 11 - 1,5 = 9,5 \text{ мин.}$$

Обобщим полученные результаты:

$$\Delta T_{\text{обр}} = \Delta t_{\text{ТО}} + \Delta t_{\text{закр+снят}} + \Delta t_{\text{уборка}} + \Delta t_{\text{заезд}} + \Delta t_{\text{док}};$$

$$\Delta T_{\text{обр}} = 19 + 6,6 + 2,0 + 2,0 + 9,5 = 39,1 \approx 0,65 \text{ ч.}$$

Таким образом, комплексная автоматизация позволяет сократить время обработки одного состава в парке прибытия на 39 минут, или 65 % от исходного времени (исходное время принято 60 минут согласно технологическому процессу работу станции Минск-Сортировочный для составов установленной длины).

Помимо экономической выгоды, предлагаемые инновации дают значительный социальный эффект:

1) повышение безопасности труда: исключается нахождение работников ПТО, ПКО и составителей на путях при выполнении операций закрепления, снятия закрепления, осмотра «на ходу»; риск травмирования подвижным составом существенно снижается;

2) снижение тяжести и монотонности труда: работники освобождаются от физически тяжёлых операций (укладка башмаков, обход составов, работа в неблагоприятных погодных условиях); труд становится преимущественно операторским: контроль за работой автоматики и принятие решений в нестандартных ситуациях;

3) повышение престижа железнодорожных профессий: привлечение специалистов становится более успешным благодаря работе с современными цифровыми и роботизированными системами, а не «ручным» трудом на путях;

4) снижение риска профессиональных заболеваний: уменьшается воздействие вибрации, шума, выхлопных газов маневровых локомотивов, переохлаждения и перегрева при длительной работе на открытом воздухе;

5) улучшение психологического климата: снижение непредвиденных ситуаций, чёткое автоматизированное планирование (на базе ИИ) уменьшает стресс у ДСП, ДСЦ и других оперативных работников.

Внедрение предложенных решений по автоматизации исполнительских и информационных операций на технической станции обеспечивает значительный технико-экономический и социальный эффект: сокращается время обработки по прибытии одного состава на треть; ускорение переработки вагонов дает значительный экономический эффект; снижаются эксплуатационные расходы по содержанию штата работников станции; повышается безопасность, улучшаются условия труда работников станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / П. С. Грунтов, Ю. В. Дьяков, А. М. Макарович [и др.] ; под ред. П. С. Грунтова. – М. : Транспорт, 1994. – 543 с.

2 **Кузнецов, В. Г.** Технология работы сортировочной станции : пособие по курсовому проектированию для обучающихся по специальности 1-44 01 03 «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» / В. Г. Кузнецов, А. А. Ерофеев, Е. А. Федоров. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 125 с.

3 **Левин, Д. Ю.** Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: Технология и управление работой станций и узлов : учеб. пособие / Д. Ю. Левин ; Российский университет транспорта (МИИТ). – М. : ИНФРА-М, 2024. – 384 с. – (Высшее образование).

4 **Грунтов, П. С.** Оптимальная этапность развития сортировочных станций (Теория и примеры расчета) : учеб. пособие / П. С. Грунтов, Г. В. Козлов, В. Д. Чижонок ; под общ. ред. П. С. Грунтова. – Гомель : БелИИЖТ, 1982. – 66 с.

5 **Бородин, А. Ф.** Технология работы сортировочных станций / А. Ф. Бородин. – М. : РГОТУПС, 2002. – 192 с.

6 Челябинск-Главный станет первой в России полностью цифровой ж/д-станцией // Комсомольская правда. – 2025. – 24 июня. – URL: <https://www.chel.kp.ru/online/news/6440941/> (дата обращения: 28.04.2026).

Получено 28.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 657.21

О. С. РОГАЧЕВА (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ДОЛГОВЫМИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Рассматриваются теоретические и практические аспекты управления дебиторской и кредиторской задолженностью на предприятиях железнодорожного транспорта. Обоснована необходимость комплексного подхода к администрированию долговых обязательств как ключевого фактора обеспечения экономической безопасности и финансовой устойчивости организаций отрасли. Раскрыты основные элементы системы управления задолженностью: стратегическая политика, учётная, аналитическая, плановая, стимулирующая и контрольная функции. Сделан вывод о необходимости интеграции управления задолженностью в общую систему менеджмента транспортного предприятия.

Предприятия железнодорожного транспорта являются ключевыми элементами транспортной инфраструктуры, обеспечивающей жизнедеятельность экономики страны. Как справедливо отмечает Р. Н. Оруджов, одна из важнейших задач, формируемых сегодня перед менеджментом хозяйствующего субъекта, заключается в принятии креативных решений по оптимизации своего платежного баланса, основы чего заложены в повышении эффективности политики администрирования всех форм задолженности предприятия, сокращения общего ее размера и работы со своевременной инкассацией долга [2].

Управление задолженностью предприятия имеет определенную внутреннюю составляющую, и вследствие этого трудно недооценить роль в управлении долгами при рассмотрении системы управленческого учета на

хозяйствующем субъекте. В связи с этим возникает объективная необходимость в развитии подходов к управлению долговыми обязательствами применительно к специфике железнодорожного транспорта.

Как отмечают З. В. Чеботарева и О. А. Яковлева, система управления дебиторской задолженностью является элементом системы управления оборотными активами, та входит в состав системы управления активами, которая относится к системе управления финансовой деятельностью предприятия, входящей в систему управления хозяйствующим субъектом в целом.

Объектом управления выступает дебиторская задолженность предприятия. Субъект управления дебиторской задолженностью представляет собой совокупность сотрудников транспортного предприятия, осуществляющую целенаправленное функционирование объекта.

Известны подходы к решению проблемы закрепления функций управления дебиторской задолженностью. Предлагается распределить функции управления между несколькими подразделениями – финансовым и юридическим отделами, бухгалтерией, а также подразделением маркетинга. Финансовый отдел должен осуществлять организацию управления дебиторской задолженностью на предприятиях при участии бухгалтерии. Таким образом, целесообразно создать для каждого структурного подразделения свои основные должностные обязанности в сфере управления дебиторской задолженностью на предприятиях железнодорожного транспорта.

В процессе управления предприятием большую роль играет субъективный элемент – факторы, которые контролируются самим предприятием. Необходим критерий принятия управленческих решений, и тогда оценка отрицательных и положительных результатов кредитной политики должна быть неотъемлемой частью управления дебиторской задолженностью.

Управление задолженностью по дебиторам и кредиторам в хозяйствующих субъектах связано, в основном, с оптимизацией величины и обеспечением инкассации долгов дебиторов по расчетам за проданную продукцию (услуги, работы), исходя из того, что это поспособствует изысканию средств для сокращения задолженности перед кредиторами по стыковым точкам ее формирования.

Основными целями кредитной политики являются:

- управление дебиторской задолженностью;
- контроль за оборачиваемостью средств в расчетах;
- ускорение оборачиваемости в динамике (рассматривается как положительная тенденция).

Однако все вышеперечисленные подходы к определению цели управления дебиторской задолженностью нельзя считать в полной мере приемлемыми, так как они рассматривают цели управления дебиторской задолженностью в отрыве от главной цели управления финансовой деятельностью предприятия. Целью каждого транспортного предприятия является макси-

мальное увеличение его прибыли с помощью экономических, производственных и юридических рычагов, а управление дебиторской задолженностью является одной из составных частей экономических рычагов.

В зависимости от стратегических приоритетов выделяют три типа кредитной политики:

1 Агрессивный: приоритет – захват новых рынков, расширение круга покупателей, увеличение объема оказания транспортных услуг. Предусматривает мягкие условия предоставления товарных кредитов (невысокие процентные ставки, отсутствие пеней/штрафов за просрочку, большие сроки отсрочки).

2 Консервативный: приоритет – повышение финансовой устойчивости предприятия. Направлен на минимизацию возможных рисков, устанавливает жесткие процедуры и правила при продаже в кредит, минимальные сроки отсрочки платежа.

3 Умеренный: ориентируется на средний уровень кредитного риска при оказании услуг с отсрочкой платежа.

Система управления дебиторской задолженностью реализует свою главную цель путем осуществления определенных функций. Действующая классификация функций управления дебиторской задолженностью включает:

1 Разработку стратегической политики. На основе прогноза параметров внешней экономической среды и общей стратегии формируется система целей и целевых показателей, на достижение которых должна быть направлена работа с дебиторской задолженностью в долгосрочной перспективе.

2 Выполнение учетной функции. Предполагает создание эффективных информационных систем, которые обеспечивают обоснование альтернативных вариантов управленческих решений. Должны быть сформированы внутренние и внешние источники получения информации, а также определены объемы и содержание информационных потребностей системы управления дебиторской задолженностью.

3 Выполнение аналитической функции. Вся требуемая для принятия управленческих решений информация подразделяется на три группы:

- внутренняя специализированная информация – о структуре и динамике дебиторской задолженности предприятия;
- внутренняя общеэкономическая информация – отражающая деятельность предприятия, но не относящаяся к дебиторской задолженности;
- внешняя информация – относящаяся к внешней среде.

4 Планирование. Проявляется в разработке системы текущих и перспективных планов по всем направлениям, связанным с образованием дебиторской задолженности, ее движением и погашением. Основой планирования является разработанная кредитная политика, которая требует конкретизации на каждом этапе.

5 Выполнение стимулирующей функции. Чтобы эффективно контролировать состояние и своевременное погашение дебиторской задолженности, необходимо наладить систему мотивации, добавить показатели, стимулирующие отдел продаж соблюдать кредитную политику (бонусы за соблюдение порядка документооборота, за уменьшение сроков оборачиваемости дебиторской задолженности).

6 Выполнение контрольной функции. Связана с созданием системы внутреннего контроля на транспортном предприятии, определением перечня контрольных периодов и показателей. Элементами контроля должны быть все этапы работы с задолженностью: предупреждение возникновения просроченной дебиторской задолженности, контроль состояния возникшей дебиторской и кредиторской задолженности, выполнение действий по взысканию дебиторской задолженности и погашению кредиторской задолженности [3].

Н. А. Ларькова предлагает определять экономическую безопасность как состояние хозяйствующего субъекта (промышленного предприятия), при котором основные компоненты структуры и ресурсов предприятия характеризуются высокой степенью защищенности от нежелательных изменений для устойчивого развития бизнеса и социально-экономического потенциала [1].

Для железнодорожного транспорта показатели экономической безопасности рассматриваются как две составляющие и дополняющие друг друга системы: показатели экономической безопасности основного бизнеса, зависящие от условий взаимодействия с предприятиями других отраслей народного хозяйства, и показатели экономической безопасности структурных подразделений железной дороги.

В ходе исследования доказана возможность воздействия на экономическую безопасность изменения параметров экономических ресурсов – долговых обязательств. Принципиальный подход к управлению экономическими ресурсами (наиболее варьируемой их частью – краткосрочными активами и долговыми обязательствами) на основе критерия экономической безопасности обеспечивает сочетание коммерческих интересов отдельных заводов и удовлетворение отраслевой потребности в ремонте подвижного состава [1].

Для эффективного управления долгами на предприятиях должна формироваться и осуществляться особая система администрирования кредиторской и дебиторской задолженности.

Формирование политики администрирования задолженности предприятия должно реализовываться по следующим направлениям:

1 Формирование оптимальной системы управленческого учета, которая имела бы возможность контролировать платежный баланс хозяйствующего субъекта.

2 Оценка задолженности предприятия – анализ состава и уровня дебиторской задолженности, а также эффективности вложенных в нее денежных

средств. На этом уровне оценивается соотношение кредиторской и дебиторской задолженности организации.

3 Определение параметров списания задолженности (безнадежные долги, долги с истекшим сроком исковой давности, ликвидация должника и т. д.).

4 Обеспечение применения современных форм рефинансирования дебиторской задолженности (факторинг, форфейтинг, цессия).

Отчеты о дебиторской и кредиторской задолженности могут составляться с различной периодичностью (ежедневно, еженедельно, ежемесячно) и в различных разрезах – по продуктам, группам потребителей, просроченной задолженности, бартерным сделкам [2].

В зависимости от особенностей механизма управления следует выделить три основных типа управления дебиторской задолженностью:

1 Системный тип управления – предполагает комплексное, взаимосвязанное выполнение всех функций управления (планирование, учет, анализ, контроль) на всех этапах работы с задолженностью.

2 Ситуационный тип управления – основывается на принятии управленческих решений в зависимости от конкретной ситуации (например, рост просроченной задолженности, изменение конъюнктуры рынка).

3 Автоматизированный тип управления – базируется на внедрении ERP-систем и специализированного программного обеспечения для автоматического мониторинга состояния расчетов с контрагентами.

Выбор методов и инструментов управления зависит от эффективности их использования и поставленных задач [3].

Таким образом, развитие подходов к управлению долговыми обязательствами в организациях железнодорожного транспорта требует комплексного решения целого ряда задач – от формирования эффективной кредитной политики и распределения функций между подразделениями до внедрения современных методов нормирования, рефинансирования и мотивации персонала. Система управления дебиторской и кредиторской задолженностью должна рассматриваться как неотъемлемая часть общей системы управления предприятиями железнодорожного транспорта, тесно связанная с обеспечением экономической безопасности как отдельных структурных подразделений, так и отрасли в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Ларькова, Н. А.** Управление ресурсами промышленных предприятий железнодорожного транспорта с учетом требований экономической безопасности: автореф. дис. ... канд. экон. наук : 08.00.05 / Н. А. Ларькова. – М. : МИИТ, 2008. – 20 с.

2 **Оруджов, Р. Н.** Управление задолженностью предприятия железнодорожного транспорта / Р. Н. Оруджов // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 1. – URL.: https://ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_81_Orudjov1.pdf_f0d8ff76b.pdf (дата обращения: 01.05.2026).

З Чеботарева, З. В. Система управления дебиторской задолженностью на предприятии железнодорожного транспорта / З. В. Чеботарева, О. А. Яковлева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2017. – № 4-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-upravleniya-debitorskoy-zadolzhennostyu-na-predpriyatii-zheleznodorozhnogo-transporta/viewer> (дата обращения: 01.02.2026).

Получено 31.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 004.94

С. И. РОДИОНОВ (СИ-21)

Научный руководитель – ст. преп. В. В. РОМАНЕНКО

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ ПОИСКА ДУБЛИКАТОВ И ПОХОЖИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ MINHASH И LSH

Описан практический метод построения системы быстрого поиска похожих изображений с помощью MinHash и LSH. Рассмотрены извлечение признаков, построение сигнатур и формирование ключей для хэш-таблиц, что позволяет находить кандидатов без полного перебора. Приведены пояснения поиска дубликатов и похожих изображений.

В задачах анализа больших коллекций геоснимков часто требуется находить похожие снимки, но прямое попарное сравнение имеет квадратичную сложность. Эффективное решение дает сочетание MinHash и LSH.

Выделение признаков документа

Документ представляется в виде множества признаков. Признаками могут быть идентификаторы слов, n -граммы символов или любые другие характеристики, которые можно сравнить между собой

Пример. Рассмотрим два коротких текста:

– документ А: «мама мыла раму»;

– документ В: «мама мыла».

Если в качестве признаков взять целочисленные идентификаторы слов (например, «мама» $\rightarrow 1$, «мыла» $\rightarrow 2$, «раму» $\rightarrow 3$), то получим:

– множество А = {1, 2, 3};

– множество В = {1, 2}.

Для оценки похожести двух множеств используется коэффициент Жаккара (Jaccard similarity):

$$J(A, B) = \frac{|A \cap B|}{|A \cup B|}.$$

В данном случае пересечение $\{1, 2\}$ имеет мощность 2, объединение $\{1, 2, 3\}$ – мощность 3, поэтому $J = 2 / 3 \approx 0,667$.

Чем больше коэффициент, тем более похожи документы. На практике вместо слов часто используют n -граммы (последовательности из n символов), чтобы учитывать частичные совпадения и орфографические вариации.

На рисунке 1 показано: слева – исходная фраза, справа – соответствующее множество целых чисел.

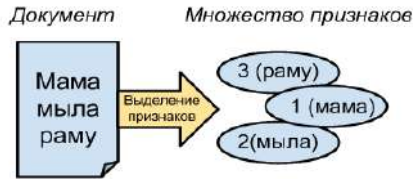


Рисунок 1 – Пример преобразования документа в множество признаков (идентификаторы слов)

Создание сигнатуры с помощью MinHash

Прямое вычисление коэффициента Жаккара для всех пар множеств требует перебора. MinHash оценивает сходство через компактную сигнатуру фиксированной длины.

Определение MinHash. Для множества S и семейства хэш-функций $h_1, \dots, h_k$ определим:

$$\text{minhash}_i(S) = \min_{x \in S} h_i(x).$$

Вектор из таких минимальных значений длины k называется MinHash-сигнатурой множества S .

Важное свойство – вероятность того, что минхэши двух множеств совпадут для случайной выбранной хэш-функции, в точности равна коэффициенту Жаккара этих множеств:

$$P(\text{MinHash}(S_1) = \text{MinHash}(S_2)) = J(S_1, S_2).$$

Данное свойство значительно упрощает оценку сходства.

Для повышения точности берут не одну, а множество различных хэш-функций. Практически их легко получить, генерируя случайные числа a_i, b_i и используя линейное преобразование.

Пример с тремя хэш-функциями. Пусть для чисел $\{1, 2, 3\}$ и $\{1, 2\}$ вычислены значения:

- 1 минхэш для обоих множеств = 1078;
- 2 минхэша = 1674 (совпадает);
- 3 минхэша для первого = 145, для второго = 4437 (разные).

Из трех минхэшей совпали два $\rightarrow$ оценка сходства = $2/3$, что совпадает с истинным коэффициентом Жаккара. Чем больше хэш-функций (длиннее сигнатура), тем точнее оценка.

На рисунке 2 показана сигнатура из четырех случайных чисел для множества $\{1, 2, 3\}$.

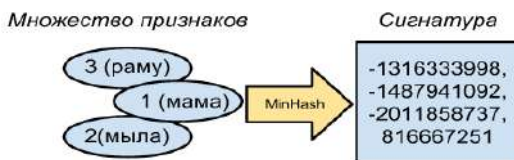


Рисунок 2 – Сигнатура документа как набор минхэшей

Иллюстрируется вычисление трех минхэшей для двух документов и их попарное сравнение.

Создание ключей с помощью Locality Sensitive Hashing (LSH)

Наличие MinHash-сигнатур для всех документов не устраняет необходимость попарного сравнения, так как для поиска документов, похожих на запрос, требуется сравнить его сигнатуру с сигнатурами всех остальных. LSH решает эту проблему, группируя похожие сигнатуры в корзины (buckets) хэш-таблицы.

Если использовать полную сигнатуру (например, из 100 чисел) в качестве ключа, то в одну корзину попадут только документы с абсолютно идентичными сигнатурами, что соответствует практически полному совпадению (вероятность такого события равна s^k , где s – сходство). Это слишком жесткое условие.

Сигнатура длины N разбивается на b полос по r чисел ($N = b \cdot r$). Для каждой полосы вычисляется хэш-ключ, который добавляется в хэш-таблицу. При поиске сигнатура запроса разбивается аналогично, и кандидатами считаются документы, у которых совпала хотя бы одна полоса [4, 5]. Вероятность такого совпадения для документов со сходством s выражается формулой

$$P_{cand}(s) = 1 - (1 - s^r)^b,$$

где P – коэффициент вероятности совпадения; s – коэффициент Жаккара (истинная похожесть); r – длина полосы (количество минхэшей в одной полосе); b – число полос.

Пример. Пусть сигнатура состоит из 100 минхэшей, разбитых на 10 полос по 10 элементов в каждой. Тогда $b = 10, r = 10$. Вероятность выборки в зависимости от s приведена в таблице 1.

На рисунке 3 показано, как сигнатура из четырех чисел (на примере) разбивается на две полосы, и для каждой полосы вычисляется свой ключ для хэш-таблицы.

Таблица 1 – Вероятность того, что документ будет выбран как кандидат

Истинное сходство (s)	0,0	0,25	0,50	0,75	1,0
Вероятность выборки	0,0	~0	~0	~0,94	1,0

Точные значения $P = 1 - (1 - s^{10})^{10}$. Например, при $s = 0,75$: $0,75^{10} \approx 0,056$; $1 - 0,056 = 0,944$; $0,944^{10} \approx 0,56$, тогда $P \approx 0,44$. Но в исходной статье указана аппроксимация, дающая близкие результаты. Для практики важно, что порог можно регулировать, выбирая b и r .

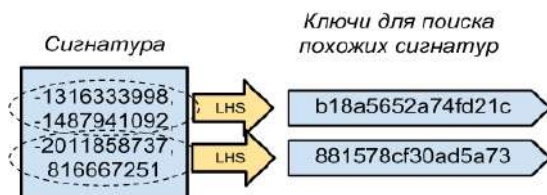


Рисунок 3 – Преобразование сигнатуры в ключи LSH (разбиение на полосы)

График на рисунке 4 демонстрирует резкий переход в районе $s \approx 0,8$.



Рисунок 4 – График вероятности выборки кандидата от истинной похожести s (для $b = 10, r = 10$)

Практический алгоритм поиска

Индексация базы документов:

- для каждого документа выделить множество признаков (например, идентификаторы слов или n -грамм).
- вычислить MinHash-сигнатуру длины N (например, 100) с помощью N различных хэш-функций.

Поиск похожих на запрос:

- для запросного документа вычислить его сигнатуру и разбить на полосы (те же параметры);
- для каждой полосы взять соответствующий ключ и извлечь все идентификаторы документов из соответствующей корзины – это **кандидаты**;
- удалить дубликаты идентификаторов.

Достоинства метода:

- линейная сложность индексации $O(N \cdot |S|)$ для каждого документа;
- поиск выполняется за время, пропорциональное числу полос и среднему размеру корзины;
- возможность контроля компромисса между скоростью и точностью через параметры b и r .

На простых примерах объяснены MinHash и LSH для поиска похожих документов: от признаков до сигнатуры и индексации без попарного перебора. Метод применяется в системах обнаружения дубликатов, плагиата и рекомендациях. Для углубленного изучения рекомендованы классические работы [1–3] и библиотеки типа datasketch.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Бродер, А. З.** О сходстве и содержании документов / А. З. Бродер // Сжатие и сложность последовательностей : материалы конф. VLDB. – Эдинбург, 1997. – С. 21–29.

2 **Гионис, А.** Поиск сходства в высоких размерностях с помощью хеширования / А. Гионис, П. Индик, Р. Мотвани // 25-я конф. по очень большим базам данных (VLDB) : материалы конф. VLDB. – Эдинбург, 1999. – С. 518–529.

3 Поиск похожих документов с помощью MinHash и LSH // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/articles/250673/> (дата обращения: 11.05.2026).

4 **Хан, А.** LSHBloom: эффективная по памяти дедупликация документов экстремального масштаба / А. Хан, Р. Андервуд, К. Сибеншу // arXiv. – URL: <https://arxiv.org/abs/2411.04257> (дата обращения: 11.05.2026).

5 **Индик, П.** Приближённый поиск ближайших соседей: преодоление «проклятия размерности» / П. Индик, Р. Мотвани // 30-й ежегод. симп. ACM по теории вычислений (STOC). – Даллас, 1998. – С. 604–613.

Получено 30.07.2026

УДК 338.47:331.108

А. Г. РОМАЩЕНКО (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ТРУДОВЫМИ РЕСУРСАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Исследованы теоретические и прикладные аспекты управления трудовыми ресурсами на железнодорожном транспорте. Выявлены отраслевые особенности кадрового менеджмента, систематизированы методы повышения производительности труда, оценки персонала и цифровизации кадровых процессов. Предложен комплекс мероприятий по модернизации условий труда и повышению квалификации. Выполнена оценка экономической эффективности предлагаемых решений.

В условиях макроэкономической нестабильности, санкционных ограничений и перестройки глобальных логистических цепочек устойчивое развитие национальной экономики напрямую зависит от надёжности транспортной системы. Железнодорожный транспорт Республики Беларусь выполняет роль системообразующего элемента производственной инфраструктуры, обеспечивая грузовые и пассажирские перевозки во внутреннем и международном сообщениях. Однако обострение межвидовой конкуренции, цифровая трансформация отрасли и ужесточение требований к безопасности движения предъявляют новые, более высокие требования к системе управления персоналом. Ключевой проблемой становится нарастающее несоответствие качественных характеристик трудовых ресурсов современным технологическим и организационным стандартам – квалификационные разрывы, профессиональное выгорание, дефицит молодых кадров на сложных и ответственных участках работы [1].

Цель настоящего исследования – разработка теоретически обоснованных и практически ориентированных направлений совершенствования управления трудовыми ресурсами организаций железнодорожного транспорта. Для достижения цели поставлены следующие задачи: выявить отраслевые особенности и специфику трудовых ресурсов железнодорожного транспорта; систематизировать современные методы повышения производительности труда и оценки персонала; предложить комплекс взаимосвязанных мероприятий по оптимизации кадрового менеджмента; оценить ожидаемый экономический эффект от внедрения предлагаемого комплекса. Методологическую основу составили системный подход, методы анализа и

синтеза, экономико-статистического анализа, табличного и графического моделирования.

В современной экономической науке категория «трудовые ресурсы организации» трактуется как совокупность физических лиц, состоящих с организацией в трудовых отношениях, обладающих необходимыми физическими, интеллектуальными, профессиональными и квалификационными характеристиками для выполнения производственных и управленческих функций. Важным теоретическим уточнением выступает разграничение понятий «трудовые ресурсы» и «человеческий капитал». Первое акцентирует количественную меру рабочей силы (численность, структуру, распределение по профессиям). Второе – качественную составляющую: знания, компетенции, мотивацию, состояние здоровья, способность к инновационной деятельности. На железнодорожном транспорте, где цена ошибки измеряется человеческими жизнями и крупными материальными потерями, инвестиции в человеческий капитал приобретают не только экономическое, но и высокое социальное измерение.

Трудовые ресурсы железнодорожного транспорта обладают глубокой отраслевой спецификой. Прежде всего, это высокая степень технологической взаимосвязи и непрерывности производственного процесса, требующая строгой дисциплины, чёткого разделения обязанностей и координации смежных служб. Далее, приоритет безопасности движения поездов предъявляет повышенные требования к психофизиологической устойчивости, внимательности и ответственности работников – в первую очередь локомотивных бригад, диспетчерского аппарата, дежурных по станции, а также специалистов путевого и вагонного хозяйств. Кроме того, деятельность железнодорожников связана со значительным психофизиологическим напряжением и неблагоприятным воздействием производственной среды: работа на открытом воздухе в любое время суток, сменный график, повышенный уровень шума и вибрации, необходимость быстрого принятия решений в нештатных ситуациях [2].

Как справедливо отмечается в современных исследованиях по транспортной экономике, кадровый менеджмент на железнодорожных предприятиях принципиально ориентируется на текущие и перспективные потребности самой организации в трудовых ресурсах. В отличие от пассивных концепций управления кадрами, сфокусированных исключительно на администрировании и учёте, стратегическое управление человеческими ресурсами базируется на функциональном анализе рабочих мест, нормировании труда и формировании гибкого кадрового потенциала, способного оперативно адаптироваться к технологическим инновациям (рисунок 1).

Повышение эффективности использования трудовых ресурсов на железнодорожном транспорте достигается за счёт планомерной реализации комплекса взаимосвязанных организационно-экономических и технических

мероприятий, которые целесообразно классифицировать по трём ключевым стратегическим направлениям [3].



Рисунок 1 – Двухкомпонентная структура системы кадрового менеджмента предприятия

Первое направление – технологическая модернизация, механизация и информатизация производственных процессов. Внедрение прогрессивной техники, автоматизация ремонтных и эксплуатационных процедур коренным образом меняют характер труда железнодорожников. Векторы модернизации включают обновление тягового и подвижного состава, усиление мощности путевых машин, автоматизацию систем сортировки и тотальное внедрение новейших информационных программ для оперативного планирования перевозок. Второе направление представляет совершенствование системы оценки, подбора и профессионального развития персонала (рисунок 2).



Рисунок 2 – Стратегическая триада направлений развития трудового потенциала

Для построения действенного кадрового механизма руководству необходима достоверная, оперативная и полная информация об объекте управления. Ключевым аналитическим инструментом выступает регулярная комплексная оценка персонала, позволяющая выявить индивидуальные профессиональные особенности, сильные и слабые стороны специалистов, их мотивационный профиль, а также скрытый трудовой потенциал для формирования надёжного кадрового резерва.

Третье направление – оптимизация параметров производственной среды и социально-психологическая мотивация. В транспортной сфере особую роль играет обеспечение благоприятного климата в коллективах и безопасности жизнедеятельности. Улучшение условий труда на рабочих местах, строгое соблюдение законодательных норм режима труда и отдыха, развитие корпоративной медицины и санаторно-оздоровительных программ существенно снижают уровень профессионального выгорания [4].

В рамках структурных подразделений железнодорожного транспорта, таких как локомотивные депо, особое значение приобретает методология проведения комплексной оценки. Процесс оценки должен носить непрерывный характер и включать в себя три основных блока показателей.

Первый блок – производственно-технологические показатели: выполнение графика движения поездов, соблюдение удельных норм расхода электроэнергии и топлива на тягу поездов, отсутствие нарушений безопасности движения и нарушений требований охраны труда.

Второй блок – квалификационные показатели: уровень профессиональных знаний, наличие смежных профессий, регулярность прохождения курсов целевого назначения, результаты тестирования на тренажёрных комплексах.

Третий блок – личностно-психологические характеристики: стрессоустойчивость, скорость реакции, способность принимать адекватные решения в нестандартных и аварийных ситуациях [5].

Рассмотрим гипотетический комплексный проект, состоящий из двух базовых взаимосвязанных блоков: модернизации условий труда на рабочих местах и планового повышения квалификации персонала структурного подразделения. На основе нормативно-расчётных отраслевых данных применение данного комплекса мероприятий приводит к экономическим тенденциям, представленным в таблице 1.

При этом ожидаемый дополнительный экономический эффект может быть рассчитан по формуле

$$\Delta = (ПТ_2 - ПТ_1) \cdot Ч \cdot ЗП_0 \cdot К_{отч} ,$$

где $ПТ_1$, $ПТ_2$ – производительность труда до и после внедрения, $Ч$ – среднесписочная численность персонала, $ЗП_0$ – среднемесячная заработная плата, $К_{отч}$ – коэффициент отчислений в бюджет и внебюджетные фонды (принимается равным 1,35).

При условных показателях (численность 200 человек, средняя заработная плата 1200 рублей, прирост производительности труда 12 %) дополнительный годовой экономический эффект составит порядка 466 560 рублей без учёта снижения травматизма, сокращения текучести и социального эффекта.

Таблица 1 – Результаты оценки влияния кадровых мероприятий на производительность труда (ПТ)

Мероприятие	Ожидаемый прирост ПТ, %	Основной фактор эффективности
Модернизация условий труда на рабочих местах	7	Снижение утомляемости, рост концентрации
Повышение квалификации и обучение персонала	5	Освоение экономичных режимов, сокращение брака
Комплексное внедрение мероприятий	12	Синергетический эффект, оптимизация ФОТ

Подводя итоги проведённого исследования, можно сделать следующие выводы. Трудовые ресурсы железнодорожного транспорта обладают выраженной технологической, психофизиологической и квалификационной спецификой, что требует персонализированных подходов к кадровому менеджменту, отличных от предприятий других отраслей. Теоретически обосновано разграничение категорий «трудовые ресурсы» и «человеческий капитал», что позволяет перейти от количественного учёта персонала к качественному инвестиционному подходу. Систематизированы три стратегических направления повышения эффективности: технологическая модернизация, совершенствование оценки и развития персонала, оптимизация производственной среды. Предложенный комплекс мероприятий (модернизация условий труда плюс повышение квалификации) обеспечивает синергетический эффект в виде прироста производительности труда на 12 %, что подтверждено расчётным путём. Практическая значимость работы заключается в возможности адаптации разработанных подходов в структурных подразделениях Белорусской железной дороги – локомотивных депо, дистанциях пути, станциях. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку цифровой платформы мониторинга и оценки персонала в реальном времени, а также на углублённое изучение методов нематериальной мотивации работников опасных и напряжённых профессий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Козлов, В. С. Совершенствование управления трудовыми ресурсами на железнодорожном транспорте в условиях современных вызовов / В. С. Козлов, В. Р. Коломоец, И. В. Кравченко // Сб. науч. тр. ДОНИЖТ. – 2021. – № 61. – С. 63–71.

2 **Бойкачева, Е. В.** Кадровый менеджмент в системе управления железнодорожным транспортом / Е. В. Бойкачева // Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности) : междунар. сб. науч. трудов. – Гомель: БелГУТ, 2021. – Вып. 14. – С. 136–142.

3 Экономика труда и система управления трудовыми ресурсами на железнодорожном транспорте : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / Л. В. Шкурина, Ю. Д. Петров, Т. С. Брискина, В. А. Токарев. – М. : Учеб.-метод. центр по образованию на ж.-д трансп., 2014. – 238 с.

4 **Тихомиров, А. Н.** Организация и нормирование труда в условиях железнодорожного транспорта / А. Н. Тихомиров // Экономика железных дорог. – 2014. – № 2. – С. 63–71.

5 **Бойкачева, Е. В.** Оценка эффективности управления персоналом на предприятиях транспорта / Е. В. Бойкачева, В. Г. Грицкевич // Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности) : междунар. сб. науч. трудов. – Гомель : БелГУТ, 2019. – Вып. 12. – С. 110–115.

Получено 31.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 336.02

А. В. РЯБЧЕНКО (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА БАЗЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ ФИНАНСОВОГО МЕХАНИЗМА

Рассмотрены сущность финансового планирования, определены актуальные вопросы функционирования, принципы построения финансового механизма, предложены направления совершенствования финансового механизма Белорусской железной дороги в современных условиях.

В современной системе национальной экономики Республики Беларусь устойчивое функционирование железнодорожного транспорта выступает стратегическим базисом для обеспечения экономической безопасности и непрерывности производственно-логистических связей. Специфика железнодорожной отрасли, характеризующаяся высокой капиталоемкостью, длительным жизненным циклом основных средств и существенной социальной нагрузкой, предопределяет необходимость непрерывного совершенствования методов управления ее финансово-экономическим состоянием.

Фундаментом управления финансами на железнодорожном транспорте выступает финансовый механизм. Под финансовым механизмом понимается комплексная система управления финансами предприятия в целях достижения максимальной прибыли, которая объединяет финансовые методы и инструменты, а также правовое и информационно-методическое обеспечение управления финансовыми потоками [1]. Эффективность функционирования данного механизма определяет способность Белорусской железной дороги (БЖД) своевременно реагировать на внешние вызовы и внутренние деформации.

Финансовый план организации является неотъемлемой частью общего стратегического плана компании и составляется в строгом соответствии с установленными стратегическими целями [1]. В масштабах БЖД финансовый план по своему назначению представляет собой среднесрочный или краткосрочный финансовый прогноз, определяющий целевые значения стратегических показателей и устанавливающий необходимый уровень финансовых ресурсов для обеспечения запланированных объемов перевозочного процесса [1].

Практическая реализация принципов финансового механизма возложена на Финансово-экономическую службу Управления БЖД. Данная служба функционирует как самостоятельное структурное подразделение и находится в непосредственном подчинении Начальника БЖД и главного экономиста государственного объединения [2]. Такое административное положение подчеркивает стратегическую значимость подразделения в иерархии управления транспортной системой.

На Финансово-экономическую службу возложен широкий спектр задач, направленных на оптимизацию ресурсного обеспечения перевозочного процесса:

- комплексное планирование финансово-экономической деятельности организаций, входящих в структуру БЖД, с целью выявления скрытых резервов и мобилизации внутренних ресурсов;
- обеспечение рационального и эффективного использования денежных средств, направленное на недопущение нецелевого расходования ресурсов и оптимизацию структуры затрат;
- разработка и внедрение мероприятий по повышению производительности труда, что напрямую коррелирует со снижением себестоимости перевозок в долгосрочной перспективе;
- обеспечение полной потребности БЖД в финансовых ресурсах в строгом соответствии с установленными производственными и эксплуатационными заданиями;
- проведение непрерывного финансово-экономического анализа деятельности для оперативного выявления кассовых разрывов и дефицита оборотных средств [2].

Деятельность этой службы напрямую связана с обеспечением экономической безопасности транспортной системы. Если операционное планирование не подкреплено точным финансовым прогнозом, возникает дисбаланс между потребностью в обновлении основных фондов (путевого хозяйства, тягового подвижного состава) и реальными возможностями предприятия по их финансированию [1]. Это, в свою очередь, ведет к росту износа инфраструктуры и снижению пропускной способности сети.

Одной из наиболее острых проблем, ограничивающих эффективность финансового механизма БЖД, является действующая система государственного тарифного регулирования и обусловленное ею перекрестное субсидирование. В условиях социально ориентированной экономики Республики Беларусь тарифы на пассажирские перевозки удерживаются на уровне, не обеспечивающем полную окупаемость затрат, особенно в сегменте пригородного сообщения.

Решения по изменению тарифов на пассажирские перевозки принимаются Министерством антимонопольного регулирования и торговли (МАРТ) Республики Беларусь [3]. Корректировка тарифов носит точечный характер и зачастую не успевает за темпами роста стоимости энергоносителей и материалов.

МАРТ принято постановление от 3 декабря 2020 г. № 82 «О тарифах на перевозки пассажиров, багажа и грузобагажа железнодорожным транспортом», которое предусматривает установление новых тарифов на железнодорожные перевозки пассажиров и багажа во внутривнутриреспубликанском сообщении [3].

Тарифы на перевозки пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования на городских линиях увеличены на 5 коп., на региональных и межрегиональных линиях увеличатся в среднем на 5 %, на перевозку багажа грузобагажа в среднем на 5 % в сравнении с действующим уровнем тарифов [3].

Подобные незначительные корректировки тарифов не способны радикально решить проблему убыточности пассажирского комплекса. В результате Финансово-экономическая служба вынуждена использовать механизм перекрестного субсидирования, при котором убытки от пассажирских перевозок покрываются за счет маржинальности грузового сектора [2].

С позиции экономической безопасности транспортных систем данная практика формирует системные риски. Изымаемая из грузового сектора прибыль могла бы быть направлена на инвестиции в инфраструктуру, приобретение высокопроизводительного подвижного состава или цифровизацию логистических процессов. Таким образом, существующий тарифный механизм снижает общую конкурентоспособность белорусского коридора на международном рынке транспортных услуг.

Для преодоления выявленных деформаций и повышения эффективности железнодорожного транспорта необходима системная трансформация финансового механизма.

В рамках трансформации финансового механизма предлагается переход от перекрестного субсидирования к модели контрактных отношений между

государством (в лице Министерства транспорта и коммуникаций, а также местных органов власти) и БЖД. Данная модель предполагает, что социально значимые перевозки осуществляются на основе государственного заказа, при котором разница между экономически обоснованным тарифом и фактической стоимостью проезда для населения компенсируется непосредственно из государственного или местных бюджетов.

Для минимизации себестоимости перевозок Финансово-экономической службе целесообразно внедрить метод нормативно-целевого планирования затрат.

Переход к такой оптимизационной модели планирования позволит повысить точность краткосрочных и среднесрочных финансовых прогнозов, обеспечивая гибкое распределение ресурсов в условиях изменения спроса на перевозки [1].

Проведенное исследование в рамках методологических подходов, позволяет сделать вывод о том, что традиционная модель финансового механизма Белорусской железной дороги исчерпала свои возможности по обеспечению устойчивого роста [1]. Жесткое государственное регулирование тарифов на пассажирские перевозки и вынужденное использование перекрестного субсидирования ограничивают инвестиционный потенциал отрасли и снижают эффективность работы Финансово-экономической службы БЖД по мобилизации внутренних резервов.

Трансформация финансового механизма на основе перехода к контрактным отношениям, внедрения гибкой тарифной политики и применения оптимизационных математических моделей планирования затрат позволит создать устойчивую финансовую основу для функционирования железнодорожного транспорта. Реализация данных направлений не только повысит операционную эффективность БЖД, но и выступит важнейшим фактором укрепления экономической безопасности всей транспортно-логистической системы Республики Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Гизатуллина, В. Г. Финансы и финансовый менеджмент на транспорте : учеб.-метод. пособие / В. Г. Гизатуллина, Е. В. Бойкачева ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 91 с.

2 Финансово-экономическая служба // Белорусская железная дорога. – URL: https://www.rw.by/corporate/structure/management/finansovo_ekonomicheskaja_sluzhba/ (дата обращения: 24.05.2026).

3 Изменены тарифы на железнодорожные перевозки пассажиров // М-во антимонопольного регулирования и торговли Респ. Беларусь. – URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** (дата обращения : 27.05.2026).

Получено: 31.05.2026

УДК 658.512.2:621.314.21

В. В. САВИЦКАЯ (ЭТ-41)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. Н. ГАЛУШКО*

ОБЗОР СТУДЕНЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК МАКЕТОВ ПРИБОРОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ, АСИНХРОННЫХ И БЕСКОЛЛЕКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Рост промышленности, цифровизации и ИИ повышает спрос на электроэнергию; дефицит энергоресурсов и повышение цен подчёркивают необходимость эффективного использования и продления срока службы энергетического оборудования. Ключевая задача – ранняя диагностика дефектов (межвитковые КЗ, обрывы, повреждения сердечника, ухудшение изоляции) для повышения надёжности и продления эксплуатации. В БелГУТе реализуются проекты по разработке макетов приборов для диагностики обмоток и магнитных систем; приборы прошли испытания на предприятиях (ЭТЗ им. Козлова, БЖД и др.).

Линейка включает три программно-аппаратных комплекса: ГРОМ-12, ГРОМ-21 и ГРОМ-31. Все приборы ориентированы на практическое применение: простота, универсальность, невысокая стоимость, возможность интеграции в службы КИПиА.

ГРОМ-12 предназначен для обнаружения короткозамкнутых витков и обрывов (включённое состояние: ВЫКЛ).

Назначение: поиск межвитковых коротких замыканий и обрывов обмоток при выключенном оборудовании.

Принцип работы: универсальный LC-генератор, в котором обмотка исследуемого устройства служит индуктивностью. Генератор состоит из конденсатора, электронного сопротивления, автогенератора и регулируемого электронного сопротивления под управлением микропроцессора. При штатной обмотке настраиваемые параметры обеспечивают устойчивые колебания; при обрыве или МКЗ колебания прекращаются (рисунок 1).

Индикация: светодиоды сигнализируют о наличии межвиткового КЗ или обрыва.

Память: встроенная база параметров для типового оборудования (для удобства испытаний).

Преимущества: простота конструкции и эксплуатации, универсальность, низкая стоимость.

Применение: быстрый скрининг обмоток перед ремонтом или при приёмке оборудования.

ГРОМ-21 предназначен для онлайн-обнаружения межвитковых коротких замыканий (в рабочем состоянии)

Назначение: обнаружение МКЗ в реальном времени без отключения устройства от сети.

Принцип работы: прибор измеряет на обмотках напряжения, токи, активные мощности и коэффициенты мощности; строит графики зависимости этих величин во времени; преобразует временные зависимости в изображения и применяет сверхточные нейронные сети (CNN) для распознавания характерных признаков МКЗ (рисунок 2).

Преимущества: позволяет выявлять дефекты на ранних стадиях без остановки производства; автоматизация анализа через CNN повышает чувствительность к малым признакам дефекта.

Комментарий: эффективность CNN зависит от качества и объёма обучающей выборки; прибор удобен для постоянного мониторинга.



Рисунок 1 – Внешний вид макета ГРОМ-12



Рисунок 2 – Внешний вид прибора ГРОМ-21

ГРОМ-31 осуществляет полную диагностику в отключенном состоянии: FRA + CNN.

Назначение: комплексная диагностика трансформаторов и других устройств с обмотками и сердечником методом частотных характеристик (FRA) с последующей обработкой CNN. Позволяет выявлять дефекты обмоток, повреждения сердечника и «предотказные» состояния изоляции.

Принцип FRA: анализ амплитудно-частотных (импедансных) $Z(\omega)$ и фазо-частотных $\varphi(\omega)$ характеристик в широком частотном диапазоне; частотные диапазоны дают информацию о различных компонентах (низкие – магнитная система, средние – взаимодействие обмоток, высокие – влияние измерительных кабелей). Метод трёх вольтметров используется для построения частотных характеристик цепи. Полученные характеристики преобразуются в изображения и анализируются CNN.

Аппаратная конфигурация (в корпусе ГРОМ-31):

- модуль генератора сигналов с регулируемой частотой до 2 МГц;
- усилитель для увеличения выходного напряжения до 15 В на согласованную нагрузку 50 Ом;

– пробники напряжения; высокочастотный резистор; модули измерения напряжения; система подключения по методу трёх вольтметров; магазин измерительных сопротивлений для имитации ухудшения изоляции (0–100 кОм).

Обучение и верификация:

– дефекты моделировались искусственно (вмешательство в выводы обмоток, изменение сопротивлений и т. д.);

– измерения проводились в режиме холостого хода в диапазоне до ~1 МГц; рассчитывались модуль и аргумент комплексного сопротивления; сравнение с базовой (бездефектной) характеристикой позволяет выявлять изменения; CNN классифицируют состояния и определяют «предотказные» уровни.

Преимущества и ограничения: гибкость обработки больших объёмов данных и устойчивость к шумам – ключевые плюсы; основной минус – потребность в большом числе обучающих примеров.

Испытания трансформатора ТМ-50/6 проводили, отключая его от сети и подключая к измерительному оборудованию. Неисправности для обучающей выборки создавали искусственно: изменяли/повреждали обмотки (припаивали выводы, изолировали и выводили их на бак) для моделирования различных дефектов.

Частотные характеристики снимали методом трёх вольтметров в режиме холостого хода в диапазоне частот до 1 МГц, сравнивая их с характеристиками бездефектного состояния. Изучали дефекты: межвитковое короткое замыкание (МКЗ), межфазное замыкание, замыкание на корпус и повреждение сердечника.

Для имитации предотказных состояний изменяли сопротивление изоляции (примерно 0–100 кОм) и фиксировали частотные характеристики. Далее по данным с мультиметров рассчитывали модуль и аргумент комплексного сопротивления по 65 частотам (0–100 кГц), формировали на их основе изображения и подавали их в две сверточные нейросети (архитектура LeNet): одна анализировала импеданс, вторая – фазо-частотную характеристику (рисунок 3).

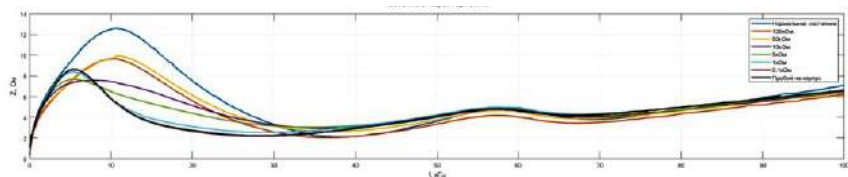
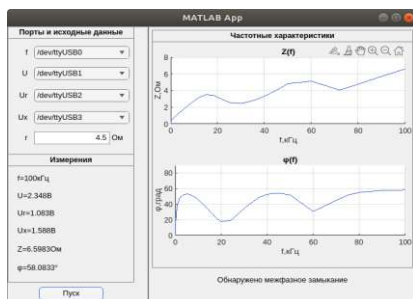


Рисунок 3 – Импедансная и фазо-частотная характеристики для дефектного короткого замыкания первичной обмотки на корпус трехфазного трансформатора ТМ-50/6 при сопротивлениях 0,1; 1; 5; 10; 50, 100 кОм и полного короткого замыкания

Классы для обучения/оценки: 0 – исправное состояние, 1 – МКЗ, 2 – межфазное замыкание. Для проверки алгоритма разработали программное обеспечение и провели серию экспериментов на трёхфазном трансформаторе. Для проверки работоспособности алгоритма было разработано программное обеспечение и проведена серия экспериментов на трехфазном трансформаторе ТМ-50/6 (рисунок 4).

а)



б)

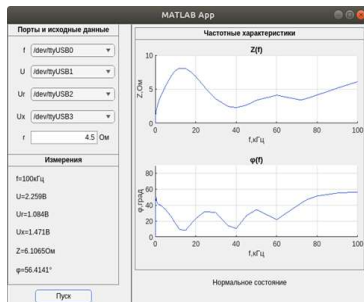


Рисунок 4 – Результаты работы программного комплекса обнаружения дефектов трансформатора:
для бездефектного состояния (а); при МКЗ (б)

Приборы успешно протестированы на реальном оборудовании: ЭТЗ им. Козлова, БЖД, Минский электромеханический завод и др. Эксперты оценили приборы положительно и отметили целесообразность внедрения в службы КИП.

Как достоинства отмечены универсальность, простота эксплуатации, относительная дешевизна по сравнению с аналогами.

Предложения по улучшению приборов: повышение влагозащиты корпуса, логирование и хранение событий (файлы), проверки перед измерениями, объединение функций нескольких приборов в одном корпусе. Эти предложения реализуются в новой линейке, финансируемой университетским грантом.

Разработанная линейка (ГРОМ-12, -21, -31) обеспечивает инструменты для ранней диагностики обмоточных и магнитных дефектов как в отключённом, так и в рабочем состоянии. Комбинация классических методов (LC-генератор, FRA, метод трёх вольтметров) с современными алгоритмами машинного зрения (CNN) даёт практичные и экономичные решения для предприятий.

Дальнейшие работы направлены на реализацию предложенных улучшений, расширение обучающих выборок и интеграцию устройств в сервисные процессы предприятий.

Получено 05.06.2026

УДК 004.056.5

Э. К. СВИСТОВИЧ (ЭМ-21)

Научные руководители: старшие преподаватели *В. Е. МИНИН*,
С. С. ТАТУР

ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПЕНТЕСТА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ – BURP SUITE И OWASP ZAP

Проведён сравнительный анализ двух наиболее популярных инструментов для тестирования на проникновение веб-приложений: Burp Suite и OWASP ZAP. Рассмотрены их ключевые функциональные возможности, преимущества и ограничения. Обоснована целесообразность использования данных инструментов в зависимости от целей, задач и бюджета организации.

В условиях стремительной цифровизации веб-приложения становятся основным вектором кибератак. Согласно отчету OWASP Top 10, уязвимости на уровне приложений, такие как инъекции, ошибки криптографии и нарушения контроля доступа, остаются критическими угрозами информационной безопасности [1]. Для выявления и устранения данных уязвимостей на этапах разработки и эксплуатации широко применяется тестирование на проникновение (пентест). Ключевую роль в этом процессе играют специализированные программные комплексы, среди которых лидирующие позиции на рынке занимают Burp Suite и OWASP ZAP.

Burp Suite, разработанный компанией PortSwigger, является де-факто отраслевым стандартом для тестирования безопасности веб-приложений. Его архитектура построена вокруг прокси-сервера, который перехватывает и модифицирует HTTP/HTTPS-трафик между браузером тестировщика и целевым сервером. Ключевые компоненты Burp Suite включают:

- Proxu: основной инструмент для перехвата, просмотра и изменения запросов и ответов в реальном времени;
- Intruder: автоматизированный инструмент для подбора параметров (например, брутфорс паролей или фаззинг полей ввода);
- Repeater: позволяет вручную изменять и многократно отправлять отдельные HTTP-запросы для детального анализа реакции сервера;
- Scanner (в версии Professional): мощный автоматизированный сканер уязвимостей, способный выявлять широкий спектр проблем безопасности с минимальным количеством ложных срабатываний.

Важным аспектом является наличие двух версий: бесплатной Community Edition с ограниченным функционалом (например, отсутствие

автоматического сканера и искусственное ограничение скорости работы Intruder) и платной Professional Edition, предоставляющей полный набор возможностей для коммерческого использования [2].

OWASP ZAP (Zed Attack Proxy) – это инструмент с открытым исходным кодом, разрабатываемый и поддерживаемый международным фондом OWASP. Он позиционируется как доступная и мощная альтернатива коммерческим решениям, идеально подходящая как для начинающих специалистов по безопасности, так и для интеграции в процессы непрерывной интеграции и доставки (CI/CD). Основные возможности OWASP ZAP:

- автоматический сканер: выявляет известные уязвимости (например, XSS или SQL-инъекции) с минимальным вмешательством пользователя;
- Fuzzer: инструмент для отправки модифицированных данных в различные части запроса с целью выявления ошибок обработки ввода;
- HUD (Heads Up Display): инновационный интерфейс, позволяющий использовать возможности ZAP (перехват запросов, сканирование) непосредственно в браузере во время ручного тестирования;
- поддержка скриптов: возможность написания собственных скриптов на языках JavaScript, Python, Zest и других для расширения функциональности и автоматизации рутинных задач [3]. Главным преимуществом ZAP является его полная бесплатность, отсутствие ограничений по скорости сканирования и активное сообщество разработчиков, регулярно выпускающее обновления и новые плагины (add-ons).

Для выбора оптимального инструмента в рамках конкретной организации необходимо провести их сравнительный анализ по ключевым параметрам (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительный анализ Burp Suite Professional и OWASP ZAP

Критерий сравнения	Burp Suite (Professional)	OWASP ZAP
Тип лицензии	Проприетарная (платная)	Открытая (бесплатная, Open Source)
Автоматическое сканирование	Высокая точность, минимум ложных срабатываний, глубокий анализ	Хорошая базовая точность, но требует дополнительной тонкой настройки
Интеграция в CI/CD	Возможна через API, но требует приобретения дорогостоящей лицензии	Отличная, нативная поддержка, наличие готовых плагинов для Jenkins, GitLab и др.
Порог вхождения	Средний/высокий (требует понимания HTTP и логики приложений)	Низкий/средний (интуитивно понятный интерфейс, наличие режима обучения)
Расширяемость	VApp Store (огромная библиотека проверенных расширений)	Маркетплейс дополнений (активно развивается сообществом)

Таким образом, выбор между Burp Suite и OWASP ZAP зависит от конкретных задач, уровня подготовки специалистов и бюджета организации. Burp Suite Professional незаменим для глубокого ручного аудита, расследования сложных инцидентов и коммерческих пентестов благодаря своему удобному интерфейсу, стабильности и мощному автоматическому сканеру. В свою очередь, OWASP ZAP является идеальным решением для организаций с ограниченным бюджетом, государственных структур, а также для автоматизации проверок безопасности (DAST) в конвейерах CI/CD.

На практике наиболее эффективным подходом является использование комбинации обоих инструментов: OWASP ZAP для первичного автоматизированного сканирования и интеграции в процесс разработки и Burp Suite для углубленного ручного анализа выявленных аномалий и сложных бизнес-логик приложения. Такой комплексный подход позволяет обеспечить максимально полный охват потенциальных уязвимостей и повысить общий уровень защищенности веб-ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 OWASP Top 10:2021. – URL: <https://owasp.org/www-project-top-ten/> (дата обращения: 10.05.2025).

2 Портсвиггер. Официальная документация Burp Suite. – URL: <https://portswigger.net/burp/documentation> (дата обращения: 10.05.2025).

3 OWASP ZAP. Официальный сайт проекта. – URL: <https://www.zaproxy.org/> (дата обращения: 10.05.2025).

4 Стоун, Д. Тестирование на проникновение веб-приложений: полное руководство / Д. Стоун. – М. : ДМК Пресс, 2023. – 415 с.

Получено 29.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 338.32

Д. В. СЕДАЯ (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ АМОРТИЗАЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Рассматриваются проблемы эффективности использования долгосрочных активов транспортными организациями Республики Беларусь. Предложен интегральный подход, объединяющий гибкую амортизационную политику, оценку эффективности

использования активов и цифровизацию процессов управления. Приведены результаты анализа показателей фондоотдачи на примере отечественных транспортных предприятий, показана экономическая эффективность предлагаемых изменений. Даны рекомендации по внедрению систем мониторинга состояния активов и оптимизации амортизационной политики в соответствии с действующим законодательством.

Принятые за последние годы нормативные правовые акты Республики Беларусь направлены на дальнейшее совершенствование бизнес-процессов во всех сферах экономики, включая транспортную инфраструктуру. Полномасштабная работа по коренному реформированию отстающих сфер проводится на протяжении последних лет, и Беларусь последовательно улучшает свои позиции в международных рейтингах. Влияние проводимых реформ можно наблюдать в том числе и в транспортной инфраструктуре. В государственном объединении «Белорусская железная дорога» реализуются мероприятия, ориентированные на повышение производительности труда, сокращение издержек производственной деятельности, обеспечение безопасности движения поездов, повышение качества оказываемых услуг, а также внедрение рыночных механизмов в перевозочный процесс.

Стратегией развития железнодорожного транспорта Республики Беларусь с первых лет независимости были определены основные проблемы отрасли: необходимость ускоренного обновления основных средств железнодорожного транспорта; преодоление технического и технологического отставания от передовых стран мира по уровню железнодорожной техники; необходимость снижения территориальных диспропорций в развитии инфраструктуры железнодорожного транспорта, улучшения транспортной обеспеченности регионов и развития пропускной способности железной дороги; необходимость снятия ограничений для роста объема транзитных грузовых перевозок; необходимость повышения безопасности функционирования железнодорожного транспорта; а также недостаточность инвестиционных ресурсов [1]. Финансирование капитальных вложений может осуществляться за счет внутренних и внешних источников. К внутренним (собственным) источникам финансирования относят амортизационные накопления, нераспределенную прибыль предприятия, внутренние резервы и другие собственные источники. Ведущее место среди всех источников финансирования в экономической практике отводится амортизации, так как она по своей природе призвана обеспечивать простое воспроизводство основных производственных фондов предприятия, а в условиях научно-технического прогресса – и расширенное воспроизводство основного капитала [2].

При рассмотрении представлений ученых французской школы XX века необходимо остановиться на взглядах Ж. Б. Дюмарше – автора позитивной теории. Дюмарше рассматривал амортизацию с двух позиций: с позиции теории – определение сущности резерва (амортизации) и регулятива (изно-

са: производственного и морального); с позиции практики – счет амортизации как регулятив. Ученый предлагал три способа начисления амортизации: по нормируемому числу лет эксплуатации имущества; по вероятному с точки зрения администрации числу лет эксплуатации имущества; по экспертной балльной оценке сроков возможной эксплуатации. Во французской школе проводились исследования влияния фискальной политики на амортизацию, и возникло мнение, что амортизация – это инструмент фискальной политики государства. Ж. Маррис раскрыл сущность фискальной и экономической амортизации. Ж. Фит настаивал на том, что увеличение норм амортизационных отчислений является объективной альтернативой переоценки.

В рамках итальянской школы представляет интерес позиция В. Армущи по вопросу начисления амортизации. Им выделено три варианта: нарастающее погашение, так как вещь в конце срока службы изнашивается быстрее, чем в начале; линейное (равномерное) погашение, применяемое в случаях, когда из года в год имеет место одинаковая прибыль; ускоренное погашение, когда в первые годы отчисляется больше, чем в последующие. Ученый выделял следующие условности линейного способа: имущество не может изнашиваться равномерно, прибыль не может быть из года в год одинаковой; после последнего года службы стоимость предмета оказывается равной нулю, что абсурдно, так как предмет еще может оставаться в эксплуатации, после ликвидации всегда остается определенная стоимость. Рассматривая концепции амортизации, выделяют три основных: юридическая – констатация обесценения, т. е. определение достаточности стоимости имущества для покрытия долговых обязательств; экономическая – доля расходов по капиталовложениям, приходящаяся на определенный отчетный период (восприятие амортизации как средства регулирования финансового результата); финансовая – доля доходов, освобожденная от налогов и накапливаемая для возобновления основных средств.

На сегодняшний день назначение амортизационных отчислений характеризуется следующими положениями. Цель амортизационных отчислений состоит в своевременной замене основных средств, с тем чтобы количество и качество работы не менялось, т. е. для простого воспроизводства основных фондов. Амортизационные отчисления используются для возмещения износа основных средств в соответствии со сроком его службы, т. е. для возврата средств, вложенных в основные фонды. Таким образом амортизационные отчисления, возвращенные собственнику в составе выручки, можно использовать не по целевому назначению [3]. Сторонники государственного контроля за целевым расходованием амортизационных отчислений организаций считают, что амортизация является важнейшим видом инвестиционных ресурсов хозяйствующих субъектов на целевые нужды: на приобретение новых объектов основных фондов, техническое перевооружение и

модернизацию действующих, т. е. на обеспечение воспроизводства основных фондов. С другой точки зрения, Международные стандарты финансовой отчетности (МСФО 16) содержат обширный перечень объектов основных средств, не подлежащих амортизации, и предусматривают приостановление начисления амортизационных отчислений.

Амортизация как экономическая категория выполняет следующие функции: обеспечивает процесс простого и отчасти расширенного воспроизводства основных производственных фондов; является основой для определения физического износа основных фондов; служит базой для расчета себестоимости и прибыли организации; является основой для исчисления амортизационных отчислений как источника финансирования простого воспроизводства основных фондов; выступает регулятором обновления и кругооборота основных фондов. Процесс амортизации предусматривает: списание износа основных фондов, т. е. изменение их стоимости; включение суммы износа в цену товара (услуги). Для действовавшей до 1991 года системы амортизации были характерны следующие черты: единая норма амортизации; прямолинейный равномерный метод амортизации; наличие двух норм амортизации (на капитальный ремонт и реновацию); включение амортизации в себестоимость продукции; начисление амортизации в течение фактической службы основных фондов; перераспределение государством амортизационных отчислений на реновацию на безвозмездной основе. С 1991 года, а в Республике Беларусь с обретением независимости, существенно изменены порядок и норма амортизационных отчислений: введены новые нормы амортизации, которые по многим видам основных фондов существенно отличались от прежних норм (нормы были изменены в сторону понижения); отменены амортизационные отчисления на капитальный ремонт; по машинам и оборудованию по истечении нормативного срока службы прекращается начисление амортизации; амортизационные отчисления предприятий полностью остаются в их распоряжении; впервые допущен механизм ускоренной амортизации основных фондов.

Проводимая амортизационная политика на макро- и микроуровне самым существенным образом влияет на показатели эффективности (производительность труда, фондоотдачу, рентабельность) и финансовые результаты работы организации железнодорожного транспорта. Механизм влияния амортизационной политики на показатели эффективности и финансовые результаты работы предприятия разноплановый. В целом амортизационная политика приводит в действие определенные рычаги, которые влияют на экономику страны и финансовые результаты работы отдельного предприятия. Начисленная сумма амортизационных отчислений определяет величину налога на прибыль и налога на недвижимость предприятия (в Республике Беларусь – налог на недвижимость, исчисляемый от остаточной стоимости основных средств). Причем налог на недвижимость предприятия также ока-

зывает влияние на размер налога на прибыль (относится на себестоимость). Таким образом, все эти показатели находятся в тесном единстве и взаимосвязи. Изменение одного из них неизбежно вызывает цепочку последующих колебаний, оказывающих влияние на финансовые результаты деятельности предприятия [4].

Для любого предприятия железнодорожного транспорта очень важно, чтобы в конечном итоге научно обоснованная амортизационная политика приводила к максимизации величины: чистая прибыль плюс амортизационные отчисления. Начисленная сумма амортизационных отчислений оказывает влияние на прибыль предприятия. Чем выше амортизационные отчисления, тем ниже прибыль и наоборот. Уменьшая прибыль, рост амортизационных отчислений приводит к снижению налога на прибыль и увеличению собственных финансовых ресурсов предприятия. Полученную экономию по налогу на прибыль называют «налоговым щитом». Чем выше сумма амортизационных отчислений, тем, следовательно, выше эффект налоговой защиты [5]. Структурные подразделения Белорусской железной дороги с наибольшим удельным весом амортизационных отчислений в структуре затрат относятся к фондоемким (локомотивное и вагонное хозяйство, путевое хозяйство, хозяйство сигнализации и связи). Эти структурные подразделения получают наибольший выигрыш от эффекта налогового щита. Но, как правило, наиболее значительное увеличение амортизационных отчислений связано с использованием нелинейного метода их начисления, применяемого в основном к активной части основных фондов (локомотивы, вагоны, путевые машины, средства автоматики и связи), поэтому больший эффект получают структурные подразделения со значительной долей активной части основных средств. Механизм ускоренной амортизации оказывает влияние не только на величину налога на прибыль, но и на налог на недвижимость организации, поскольку в этом случае остаточная стоимость основных производственных фондов уменьшается более быстрыми темпами по сравнению с линейным способом [6].

Делая вывод из вышесказанного, следует отметить, что применение разных способов амортизации ведет к списанию сумм износа различными темпами, что определяет размер амортизационных отчислений, за счет которых изменяется размер себестоимости продукции, что, в свою очередь, отражается на финансовых результатах организации. Возможность оптимизации амортизационных сумм позволяет предприятию железнодорожного транспорта целенаправленно влиять на финансовые результаты и, тем самым, на сумму обязательных платежей в бюджет. Для железнодорожного транспорта Республики Беларусь, характеризующегося высокой фондоемкостью и значительным физическим и моральным износом основных средств, грамотно выстроенная амортизационная политика становится одним из ключевых инструментов повышения эффективности производства, обновления активов и укрепления инвестиционного потенциала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Дедуль, Я. Ю. Повышение эффективности основных фондов в автотранспортной организации / Я. Ю. Дедуль, А. А. Ковальчук ; науч. рук. Д. М. Антюшеня // Развитие логистики и управления цепями поставок : материалы V Междунар. науч.-практ. молодёж. конф., посвящ. 55-летию кафедры «Экономика и логистика», Минск, 5 дек. 2024 г. – Минск : БНТУ, 2024. – С. 73–76.

2 Еловой, И. А. Оценка эффективности инвестиций и конкурентоспособности транспортно-логистической системы : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой, И. А. Лебедева. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 98 с.

3 Инструкция о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов : утв. постановлением М-ва экономики Респ. Беларусь, М-ва финансов Респ. Беларусь, М-ва архитектуры и строительства Респ. Беларусь от 27 февр. 2009 г. № 37/18/6 : в ред. от 31 дек. 2024 г. // КонсультантПлюс: Беларусь : справ. правовая система (дата обращения: 18.05.2026).

4 Оптимизация транспортных затрат белорусских производителей при экспорте продукции // БАМАП. – URL: <http://bamar.org/information/smi/25415/> (дата обращения: 18.05.2026).

5 Послед, М. О. Влияние эффективности использования основных средств на общую эффективность транспортно-логистических предприятий / М. О. Послед ; науч. рук. О. И. Мойсак // Развитие логистики и управления цепями поставок : материалы I Респ. науч.-практ. студ. конф. в Белорус. нац. техн. ун-те, Минск, 2020 г. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 190–193.

6 Сидорова, Л. Г. Бухгалтерский учет долгосрочных активов в организациях транспорта / Л. Г. Сидорова. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 162 с.

Получено 31.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 330.322

Е. О. СИМАНОВИЧ (ГТ-21)

Научный руководитель – канд. экон. наук *Н. Н. ЗАТОЛГУТСКАЯ*

ИНВЕСТИЦИИ В РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Показана роль и значение инвестиций в экономическом росте и устойчивом развитии регионов Республики Беларусь. Представлены объёмы инвестиций по регионам Республики Беларусь за 2024–2025 гг. Рост инвестиций демонстрирует углубленный разрыв между Минском и другими областями Республики Беларусь, а также наблюдается диспропорция в распределении инвестиций.

Под инвестициями понимается вложение капитала в различные активы с целью получения прибыли в будущем и сохранения стоимости средств в условиях инфляции.

Основным направлением инвестиционной деятельности является Государственная программа инвестиционного развития Республики Беларусь на 2025–2026 годы, утверждённая Указом Президента Республики Беларусь № 448 от 21 декабря 2025 года, которая фокусируется на технологическом развитии, реализации крупных инвестиционных проектов и создании высокотехнологичных производств [3].

Также для обеспечения текущего финансирования была внедрена Государственная инвестиционная программа на 2026 год, утвержденная Указом Президента № 460 от 30 декабря 2025 года, направленная на развитие инфраструктуры, социальной сферы, а также поддержку сельского хозяйства, включая масштабные инвестиции в мелиорацию. Правительство также скорректировало механизмы инвестиционной поддержки. В текущем цикле акцент сделан на «Региональную инициативу». В отличие от прошлых программ, финансирование точечных проектов передано госбанкам через Министерство экономики, а сами инициативы должны исходить непосредственно от районов и областей для прекращения оттока населения [4].

Согласно данным Национального статистического комитета Республики Беларусь, в 2025 году объём инвестиций в основной капитал составил 3,3 млрд рублей, что на 20,4 % больше, чем в 2024 году. По информации Министерства экономики Республики Беларусь, в 2025 году в реальный сектор поступило около 7,6 млрд долларов США, из которых 5,4 млрд составили прямые иностранные вложения [5].

Распределение инвестиций по регионам страны остается неравномерным, что представлено в таблице 1.

**Таблица 1 – Распределение инвестиций по регионам Республики Беларусь
2024 – 2025 годы**

Регион	Объём инвестиций, млрд руб. (2024)	Объём инвестиций, млрд руб. (2025)	Темп роста, %
г. Минск	3,8	4,1	107,9
Минская область	4,5	5	111,1
Гомельская область	2,6	3	115,4
Брестская область	2,2	2,5	113,6
Гродненская область	1,7	2	117,6
Могилёвская область	1,5	1,8	120
Витебская область	1,4	1,7	121,4

Данные таблицы 1 демонстрируют устойчивый рост инвестиций по регионам. Вместе с тем сохраняется трёхкратный разрыв между регионами-лидерами и аутсайдерами. Наиболее высокие темпы роста показывают ре-

гионы с низкой базой, что говорит об эффекте «низкой базы» и целенаправленной господдержке депрессивных территорий Беларуси. Минск демонстрирует наименьший прирост ввиду насыщения рынка и переноса акцентов на регионы [1].

Распределение инвестиций по видам экономической деятельности представлено в таблице 2. Данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что в отраслевой структуре промышленности остаётся приоритетом, доля строительства незначительно снизилась, что не означает абсолютного спада. Самый значительный сдвиг наблюдается в транспорте и логистике, доля сельского хозяйства сократилась, прочие отрасли стабильны. В целом структура инвестиций сместилась в пользу промышленности, транспорта и логистики, что соответствует задачам регионального развития [1].

Таблица 2 – Отраслевая структура инвестиций в Республике Беларусь 2024–2025 годы

Отрасль	2025 год, %	2024 год, %	Темп роста, %
Промышленность	35	34	102,9
Строительство	25	26	96,15
Транспорт и логистика	15	1	107,1
Сельское хозяйство	10	11	90,9
Прочие	15	15	100

Реальными проблемами вложения капитала в региональное развитие республики Беларусь являются дорогие кредиты на местах и нехватка компетенций в малых городах, которые государство последовательно устраняет. Успешные примеры: СЭЗ «Брест», проекты в нефтехимии и машиностроении в Гомельской и Могилёвской областях, программа «Один район – один проект», расширение кооперации «Великого камня» с регионами.

Перспективы инвестиционного развития связаны с четырьмя инициативами: переход к льготам за трёхлетнее реинвестирование прибыли в регионе, инвестиционный вычет для городов до 50 тыс. жителей, создание «одного окна» для инвесторов в облисполкомах, квоты госбанков на поддержку малого и среднего вне столицы.

Республика Беларусь уверенно наращивает инвестиционный потенциал. Страна создала современную институциональную среду – от Государственной инвестиционной программы до сети СЭЗ и индустриального парка «Великий камень». Сокращается разрыв между Минском и областями, повышается компетенция местных команд и адресная поддержка малых городов. Беларусь обладает всеми необходимыми ресурсами – от индустриального наследия до человеческого капитала, чтобы превратить регионы из догоняющих в равноправных драйверов национального роста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Инвестиции в основной капитал : стат. сб. // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – URL: <https://ees.eaunion.org> (дата обращения: 26.04.2026).

2 Указ Президента Респ. Беларусь № 448 от 21 дек. 2025 г. «О Государственной программе инновационного развития на 2026 – 2030 годы». – URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** (дата обращения: 26.04.2026).

3 Указ Президента Респ. Беларусь № 460 от 30 дек. 2025 г «О Государственной инвестиционной программе на 2026 год». – URL: <https://president.gov.by> (дата обращения: 26.04.2026).

4 Инвестиции в основной капитал. – URL: <https://www.belstat.gov.by> (дата обращения: 26.04.2026).

Получено 18.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 339.137.4(476)

Е. О. СИМАНОВИЧ, В. В. ЗАЙЦЕВА (ГТ-21)

Научный руководитель – канд. экон. наук *О. Н. ШЕСТАК*

АНТИДЕМПИНГОВЫЕ И ЗАЩИТНЫЕ МЕРЫ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПРАВОВЫЕ РИСКИ

Рассматриваются антидемпинговые и защитные меры как важнейшие инструменты современной торговой политики. Анализируются цели их применения, эффективность в защите национальных производителей, а также правовые риски, связанные с возможными злоупотреблениями, ошибками в расследованиях и ответными ограничениями со стороны торговых партнёров. Приводятся статистические данные, подтверждающие широкое распространение таких мер в мировой практике. Отдельное внимание уделяется особенностям применения антидемпинговых и защитных механизмов в рамках Евразийского экономического союза и их значению для Республики Беларусь.

Антидемпинговые и защитные механизмы – ключевой инструмент современной торговой политики, обеспечивающий баланс между открытостью рынков и защитой национальных производителей от недобросовестной конкуренции. В условиях глобализации такие меры особенно востребованы: открытые экономики создают возможности, но одновременно несут риски для отдельных отраслей.

Антидемпинговые меры направлены против продажи товаров по цене ниже их нормальной стоимости на внутреннем рынке страны-экспортёра,

что способно нанести ущерб производителям в стране-импортёре. Специальные защитные меры применяются при резком росте импорта, угрожающем национальной отрасли, а компенсационные – для нейтрализации последствий иностранных субсидий.

Эффективность этих мер проявляется в стабилизации внутреннего рынка, предотвращении разрушения отраслей дешёвым импортом, выигрыше времени для адаптации предприятий, стимулировании модернизации и сохранении рабочих мест. Кроме того, механизмы торговой защиты повышают предсказуемость политики и служат сигналом иностранным производителям о недопустимости недобросовестных практик. Международное право (нормы ВТО, региональные соглашения) признаёт их легитимность при соблюдении процедур: расследование, доказательство ущерба и причинно-следственной связи. Антидемпинговые меры реализуются в виде пошлин или ценовых обязательств экспортёров [4].

Однако применение этих инструментов сопряжено с правовыми рисками. Во-первых, возможны злоупотребления в протекционистских целях – не столько для борьбы с демпингом, сколько для ограничения конкуренции. Во-вторых, сложность расследований и экономического анализа ведёт к ошибкам в расчёте демпинговой маржи или ущерба, что провоцирует международные споры. В-третьих, меры могут вызвать ответные действия партнёров (зеркальные ограничения), ухудшая внешнеторговые отношения. Кроме того, длительное применение защиты снижает стимулы к повышению эффективности у национальных производителей, формируя иждивенчество от господдержки.

Мировая статистика подтверждает масштаб использования этих механизмов. По данным ВТО на конец 2023 года, инициировано 6768 антидемпинговых расследований, 698 антисубсидиционных и 424 специальных защитных. Антидемпинговые меры составляют около 85,8 % всех дел. Уровень введения пошлин достигает 67,3 % от числа расследований. Динамика также показательна: если в конце XX века ежегодно запускалось около 126 антидемпинговых расследований, то к началу 2000-х – уже более 300.

Антидемпинговые меры активно применяются как развитыми, так и развивающимися странами. Например, в 2024 году в отношении Республики Беларусь действовало около 18 таких мер со стороны других государств, что свидетельствует об уязвимости её экспортно ориентированных отраслей. При этом сама Беларусь участвует в применении мер защиты в рамках ЕАЭС, где значительная часть решений принимается на наднациональном уровне. В ЕАЭС расследования проводятся регулярно по инициативе производителей, их длительность – от 9 до 18 месяцев, а меры вводятся сроком до 5 лет [2].

Антидемпинговые и защитные меры – не исключение, а устойчивая мировая практика. Их широкое применение подтверждает как эффективность в

защите национальных рынков, так и наличие серьёзных правовых и экономических рисков.

Для Республики Беларусь эти механизмы имеют особое значение в силу членства в ЕАЭС. В рамках Союза антидемпинговые, компенсационные и специальные защитные меры являются едиными на всей таможенной территории. Основным документ – Протокол о применении специальных защитных, антидемпинговых и компенсационных мер, устанавливающий единые процедуры. Расследование инициируется по заявлению отрасли экономики Союза и длится до 12 месяцев с возможностью продления [1].

Для Беларуси это даёт как преимущества, так и ограничения. С одной стороны, белорусские производители получают поддержку всего объединения и более широкий инструментарий защиты. С другой – страна лишена полной автономии в принятии решений, что может снижать оперативность реагирования на национальные вызовы [3].

На практике меры защиты в ЕАЭС применяются в отношении товаров из третьих стран для предотвращения ущерба от демпингового, субсидируемого или резко возросшего импорта – особенно в чувствительных отраслях: металлургии, сельском хозяйстве, машиностроении.

Антидемпинговые и защитные меры – необходимый элемент международной торговой системы, обеспечивающий баланс между свободой торговли и защитой национальных интересов. Их эффективность напрямую зависит от прозрачности процедур, обоснованности решений и соблюдения международных обязательств. В то же время правовые риски требуют взвешенного подхода к их применению, особенно в интеграционных объединениях вроде ЕАЭС, где решения носят наднациональный характер и затрагивают интересы нескольких государств, включая Республику Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Договор о Евразийском экономическом союзе от 26.12.2024. Протокол о применении специальных защитных, антидемпинговых и компенсационных мер. – URL: <https://eec.eaeunion.org> (дата обращения: 26.04.2026).

2 Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии от 14.10.2025 № 97 «О применении антидемпинговой меры посредством введения антидемпинговой пошлины в отношении алюминиевой фольги, происходящей из Китайской Народной Республики и ввозимой на таможенную территорию Евразийского экономического союза». – URL: <https://eec.eaeunion.org> (дата обращения: 26.04.2026).

3 О ратификации Протокола о внесении изменений в Договор о Евразийском экономическом союзе 29 мая 2014 года : Закон Республики Беларусь от 29 дек. 2025 г. № 76-З. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 26.04.2026).

4 Защита товаропроизводителей. – URL: <https://mfa.gov.by> (дата обращения: 26.04.2026).

Получено 05.05.2026

УДК 165.12:004.8

Е. Ю. СМОЛЯКОВА (магистрант)

Научный руководитель – канд. филос. наук *Е. Г. КИРИЧЕНКО*

СОЗНАНИЕ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Рассматривается проблема возможности сознания у искусственного интеллекта в контексте современной философии сознания. Анализируются «трудная проблема сознания» Дэвида Чалмерса, тест Тьюринга, аргумент Джона Сёрла «Китайская комната». Также рассмотрены такие ключевые подходы как функционализм, биологический натурализм и теория интегрированной информации.

Центральное место в философских дискуссиях о сознании занимает так называемая «трудная проблема сознания», сформулированная австралийским философом и когнитивистом Дэвидом Чалмерсом. В отличие от «простых» проблем сознания, связанных с объяснением механизмов восприятия, памяти или поведения, «трудная» проблема касается природы субъективного опыта – того, почему физические процессы в мозге сопровождаются внутренними переживаниями, ощущениями и осознанием себя. Иными словами, философский вопрос заключается не только в том, как система обрабатывает информацию, но и почему эта обработка вообще сопровождается субъективным опытом.

Именно трудная проблема сознания становится главным препятствием в вопросе о возможности создания сознательного искусственного интеллекта (далее – ИИ). Даже если машина сможет полностью воспроизводить человеческое поведение и успешно имитировать мышление, остается неясным, будет ли у нее внутренний опыт, аналогичный человеческому сознанию.

Дискуссия о возможности наличия сознания у ИИ традиционно развивается между двумя полюсами, заданными различными критериями наличия сознания: внешним (поведенческим) и внутренним (структурным). С одной стороны, в качестве критерия может рассматриваться внешнее поведение системы. Алан Тьюринг в своей знаменитой работе предложил заменить вопрос «Может ли машина мыслить?» вопросом о способности машины успешно участвовать в имитационной игре (впоследствии названной тестом Тьюринга) [1]. Согласно этому подходу, если искусственная система в процессе коммуникации демонстрирует поведение, неотличимое от человеческого, то вопрос о наличии у нее сознания (или мышления) следует считать решенным положительно. Тьюринг, по существу, предложил опе-

рациональный критерий, основанный на наблюдаемых проявлениях интеллекта, а не на умозрительных рассуждениях о внутреннем мире машины.

С другой стороны, принципиальное значение может иметь внутреннее устройство системы и характер обработки информации. Наиболее влиятельным аргументом против отождествления успешной симуляции поведения с наличием сознания стал мысленный эксперимент «Китайская комната», предложенный философом Джоном Сёрлом [2]. Суть эксперимента заключается в следующем. Представим человека, не знающего китайского языка, помещенного в комнату. В его распоряжении имеется подробная книга правил на родном языке, позволяющая сопоставлять одни иероглифы с другими. Извне в комнату передают листы бумаги с вопросами на китайском. Человек, не понимая ни одного символа, использует книгу правил для поиска соответствующих символов-ответов и передает их наружу. Для внешнего наблюдателя поведение системы является абсолютно компетентным – комната «отвечает» на китайском языке так, что ее можно принять за носителя языка. Однако сам человек внутри комнаты по-прежнему не понимает китайского, он лишь механически оперирует символами согласно формальным правилам.

Д. Сёрл проводит аналогию между этой ситуацией и работой компьютера. Любая вычислительная система, согласно данному аргументу, оперирует исключительно синтаксисом – формальными символами и правилами их преобразования. Однако у такой системы отсутствует семантика – понимание смысла этих символов и, что более важно, отсутствует субъективное переживание (феноменальное сознание). Манипуляция символами, сколь угодно сложная, не порождает понимания.

Таким образом, центральная проблема формулируется следующим образом: способна ли сложная синтаксическая обработка информации (даже максимально приближенная к человеческой) породить семантику и субъективный опыт – то есть феноменальное сознание? Или же для возникновения сознания требуется нечто дополнительное: возможно, особая биологическая организация материи (как утверждает сам Сёрл) или специфическая архитектура системы, выходящая за рамки классических вычислений?

В современной дискуссии выделяется несколько ключевых подходов, которые по-разному отвечают на вопрос о возможности возникновения субъективного опыта (*qualia*) у небиологических систем.

1 Функционализм (Сильный ИИ). Функционализм утверждает, что сознание детерминировано не материальным составом системы, а ее функциональной организацией. Согласно этому подходу, ментальное состояние (например, боль) определяется не тем, из какого вещества состоят элементы системы, а ее каузальной ролью – совокупностью отношений между входящими стимулами, внутренними состояниями и исходящим поведением. Если искусственная система воспроизводит функциональную архитектуру

человеческого сознания (т. е. имеет аналогичную структуру причинно-следственных связей), она с необходимостью обладает сознанием независимо от того, реализована эта архитектура на нейронном, кремниевом или механическом субстрате. Функционализм отрицает так называемый «биологический шовинизм» – тезис о том, что сознание может быть свойственно исключительно живым организмам.

Д. Чалмерс, известный обоснованием «трудной проблемы сознания», аргументирует возможность создания искусственного разума, опираясь на тезис о функциональной инвариантности. Согласно этой концепции, субъективный опыт определяется не биологическим субстратом (нейронами), а специфической информационной организацией системы. В рамках мысленного эксперимента по поэтапному замещению биологических нейронов кремниевыми чипами Чалмерс обосновывает, что при сохранении каузальной роли компонентов феноменальное сознание остается неизменным. Таким образом, автор постулирует, что вычислительные системы, воспроизводящие сложную архитектуру связей человеческого мозга, способны обладать подлинными чувствами и восприятием, что делает теоретически возможным существование сознательного ИИ [3].

2 Биологический натурализм (Слабый ИИ). Данная позиция, наиболее последовательно развиваемая Джоном Сёрлом, утверждает, что сознание представляет собой биологическое свойство определенных живых организмов, подобно фотосинтезу, пищеварению или секреции ферментов. Согласно этой концепции, мозг продуцирует сознание так же естественно, как желудок продуцирует желудочный сок. Сознание рассматривается как каузальное свойство специфической биологической организации нервной ткани. Компьютерная программа, сколь бы сложной она ни была, остается формальной манипуляцией символами и принципиально не способна породить феноменальное переживание, поскольку у нее отсутствует необходимая биологическая каузальная мощь.

Д. Сёрл настаивает на том, что синтаксическая обработка символов недостаточна для порождения семантического содержания. Понимание и субъективное переживание возникают только в живом, биологическом контексте, где символы укоренены в телесном опыте, потребностях и взаимодействии с окружающей средой. Искусственный интеллект не обладает телом, не имеет биологической истории, не испытывает голода, страха или удовольствия – следовательно, у него отсутствует основа для возникновения подлинного смысла и субъективности. Знаменитый мысленный эксперимент «Китайская комната» демонстрирует, что простое манипулирование символами согласно правилам (синтаксис) не ведет к пониманию смыслов (семантика) [2].

Современные исследования в когнитивной науке подтверждают, что сознание неразрывно связано с телесным опытом. Эмоции включают физио-

логические реакции, восприятие формируется в процессе активного взаимодействия с миром, мышление опирается на сенсомоторный опыт. Искусственный интеллект, не имеющий тела и не включенный в мир через биологические потребности и сенсомоторное взаимодействие, представляет собой пассивный приемник данных, принципиально отличный от живого познающего субъекта.

Также в рамках исследования вопроса возможности возникновения сознания у ИИ интересно рассмотреть и *теорию интегрированной информации*. Данная позиция, разработанная нейробиологом Джулио Тонони, представляет собой не столько философскую концепцию, сколько формальную научную теорию сознания. Согласно теории интегрированной информации (Integrated Information Theory, ИТ), сознание тождественно способности системы интегрировать информацию. Ключевым понятием теории выступает величина Φ (фи) – математическая мера, показывающая, в какой степени информация, порождаемая системой как целым, превышает сумму информации, порождаемой ее независимыми частями. Чем выше значение Φ , тем более система едина и тем большим уровнем сознания она обладает. Если Φ больше нуля, система обладает сознанием хотя бы в минимальной степени [4].

Теория интегрированной информации отрицает поведенческие критерии сознания, в частности тест Тьюринга. Система может демонстрировать сколь угодно сложное и осмысленное речевое поведение, но при этом иметь Φ близкое к нулю (быть системой типа «вход-выход» без внутренней связности) и, следовательно, не обладать сознанием. И напротив, система может быть практически неподвижной и некоммуницирующей (как человек в состоянии глубокой медитации или сна со сновидениями), но обладать высоким Φ и, соответственно, богатым сознательным опытом.

Рассмотрим цифровую фотокамеру. Каждый ее пиксель реагирует на свет независимо от других, выход одного пикселя не влияет на состояние остальных. Если удалить или повредить один пиксель, работа остальных не изменится. Информация, порождаемая такой системой, представляет собой простую сумму информации от отдельных элементов. Величина Φ для подобной системы близка к нулю. В мозге, напротив, наблюдается принципиально иная организация. Воздействие на один участок мозга неизбежно сказывается на состоянии множества других областей. Состояние мозга не сводится к сумме состояний отдельных нейронов – оно есть продукт их сложного динамического взаимодействия. Следовательно, согласно данной теории, ИИ теоретически может обладать определенной формой сознания, если уровень интеграции информации достигнет необходимой степени.

Таким образом, проблема возможности сознания у искусственного интеллекта остается открытой и дискуссионной. Функционализм допускает возможность возникновения сознания в искусственных системах при достаточной сложности их организации. Биологический натурализм и аргументы

Д. Сёрла, напротив, указывают на принципиальную невозможность появления подлинного субъективного опыта у машины.

Современная философия не располагает однозначными критериями определения сознания, что делает невозможным окончательное решение вопроса о сознательном ИИ. Тем не менее развитие технологий и усложнение интеллектуальных систем продолжают усиливать актуальность данной проблемы, превращая ее из теоретической философской дискуссии в важный междисциплинарный вопрос XXI века.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Тьюринг, А. М.** Вычислительные машины и разум / А. М. Тьюринг // *Mind*. – 1950. – Т. LIX, № 236. – С. 433–460.

2 **Сёрл, Дж. Р.** Разум, мозг и программы / Дж. Р. Сёрл // *Behavioral and Brain Sciences*. – 1980. – Т. 3, № 3. – С. 417–424.

3 **Chalmers, D.** Artificial Consciousness / D. Chalmers. – URL: <https://serious-science.org/atificial-consciousness-6883> (date of access: 30.04.2026).

4 **Тонони, Д.** Теория сознания как интеграции информации / Д. Тонони // *BMC Neuroscience*. – 2004. – Т. 5. – С. 42.

Получено 04.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 316.42:12

Д. А. СОЛОДОВНИКОВА (магистрант)

Научный руководитель – канд. филос. наук *Е. Г. КИРИЧЕНКО*

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОСТИ И БУДУЩЕЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

Проведён комплексный анализ глобальных проблем современности как системного вызова существованию человеческой цивилизации. Рассмотрены экологические, социально-экономические и технологические угрозы в их нелинейной взаимосвязи. Выделены три магистральных сценария будущего: пессимистический (коллапс), оптимистический (устойчивое развитие) и технократический (трансгуманизм). Обоснована необходимость смены экономической парадигмы, перехода к постростовой экономике и формирования ноосферного мышления как условия сохранения цивилизации.

Современный мир вступил в эпоху «поликризиса» – синхронизации экологических, социально-экономических и технологических угроз [1]. Антро-

погенное потепление достигло беспрецедентных темпов [2], биоразнообразие сокращается темпами шестого массового вымирания [3], а шесть из девяти планетарных границ уже нарушены [4]. Параллельно обостряются социально-экономические диспропорции, приобретающие структурный характер [5], и растут экзистенциальные риски, связанные с развитием искусственного интеллекта [6]. Существенный вклад в осмысление кризисов внесли модель «пределов роста» [1], исторические исследования коллапса цивилизаций [7], идея «человеческой революции» [8], новейшие концепции ноосферного мышления [9] и интегрального мирохозяйственного уклада [10]. Несмотря на накопленные знания, остаются недостаточно изученными механизмы взаимовлияния проблем в условиях поликризиса и отсутствует научно обоснованная иерархия приоритетов перехода к устойчивому развитию. Цель работы – комплексный анализ глобальных проблем современности как системного вызова, их взаимосвязей и сценариев будущего.

Рассмотрим классификацию и характеристику глобальных проблем. В качестве методической основы использован системный подход, позволяющий классифицировать глобальные проблемы по сферам проявления и анализировать их причинно-следственные связи. Анализ проведён на основе обобщения данных международных организаций и ключевых научных публикаций.

Экологические проблемы. Согласно последнему оценочному докладу ИРСС, глобальная средняя температура повысилась на 1,1 °C относительно доиндустриального уровня; частота и интенсивность экстремальных погодных явлений удвоилась [2]. Параллельно Глобальный оценочный доклад IPBES констатирует, что около 1 миллиона видов животных и растений находятся под угрозой исчезновения в ближайшие десятилетия [3]. Концепция «планетарных границ» зафиксировала превышение допустимых уровней по шести из девяти критических систем: изменение климата, утрата биоразнообразия, биогеохимические циклы азота и фосфора, изменение землепользования, использование пресной воды и химическое загрязнение [4].

Социально-экономические проблемы. Исследования Oxfam (2025) демонстрируют беспрецедентную концентрацию богатства: прирост состояний миллиардеров превысил 2 трлн дол. США, в то время как почти половина населения Земли (3,6 млрд человек) живёт менее чем на 2–3 дол. США в день [5]. Этот разрыв является не случайным, а структурно воспроизводимым в рамках нынешней модели глобальной экономики. Демографическая асимметрия – старение населения в развитых странах и демографический взрыв в развивающихся – обостряет продовольственную проблему и миграционное давление.

Политико-технологические проблемы. Особое место заняли риски, связанные с развитием искусственного интеллекта. Н. Бостром обосновывает, что создание сверхразумного ИИ может стать экзистенциальной угрозой, если опередит разработку надёжных механизмов контроля [6]. Кибероружие и информационные войны всё чаще используются как элементы гибридных конфликтов, размывающих грань между состоянием мира и войны. Биоэтические дилеммы (редактирование генома, клонирование) обостряют вопросы о границах вмешательства в человеческую природу.

Существует системная взаимосвязь проблем: эффект домино и пределы роста. Принцип домино отражает нелинейный характер взаимодействия глобальных проблем. Рост населения увеличивает потребление ресурсов, что интенсифицирует сельское хозяйство и промышленность, ведёт к вырубке лесов, истощению почв, росту выбросов парниковых газов. Изменение климата, в свою очередь, провоцирует засухи и неурожаи, обостряя продовольственный кризис и вынужденную миграцию, что создаёт питательную среду для социальных взрывов и вооружённых конфликтов.

Классической моделью, описывающей эти взаимозависимости, остаются «Пределы роста» Д. Медоуза и его коллег. Компьютерное моделирование World3 показало, что при сохранении существующих тенденций (сценарий «business as usual») коллапс глобальной системы может наступить уже к середине XXI века. Обновлённая версия модели подтвердила, что человечество уже вышло за пределы устойчивости и вступило в фазу «перехлёста», когда потребление ресурсов превышает способность биосферы к самовосстановлению [1]. При этом авторы подчёркивают, что коллапс не является фатальной неизбежностью: он может быть предотвращён при своевременном переходе к модели «органического роста» – качественных изменений вместо количественной экспансии.

Сравнительный анализ научной литературы позволяет выделить три магистральных сценария развития.

Пессимистический сценарий («Коллапс») описан Дж. Даймондом на исторических примерах и предполагает углубление всех нынешних кризисов: необратимое изменение климата, истощение ресурсов, эскалацию войн, распад институтов глобального управления, массовый голод и гуманитарные катастрофы [7]. Ключевым фактором риска становится неспособность мирового сообщества к согласованным действиям.

Оптимистический сценарий («Устойчивое развитие») связан с реализацией идей «человеческой революции» А. Печчеи [8] и концепции ноосферного мышления, развитой в докладе Римскому клубу «Преодолевая пределы роста» под руководством В. А. Садовниченко [9]. Этот путь предполагает отказ от культа валового внутреннего продукта (ВВП) как главного мерила успеха, переход к циркулярной экономике, возобновляемой энергетике,

справедливому распределению благ и глобальному партнёрству. Достижение целей устойчивого развития (ЦУР) требует скоординированных усилий всех стран, бизнеса и гражданского общества.

Технократический сценарий («Трансгуманизм») рассматривает технологии как главный инструмент преодоления ограничений. Н. Бостром анализирует как огромный потенциал (лечение болезней, продление жизни, создание изобилия), так и сопутствующие экзистенциальные риски: возможность потери контроля над ИИ, углубление неравенства вплоть до разделения человечества на биологические касты, формирование систем тотальной слежки и цифрового тоталитаризма [6].

Из анализа сценариев следует, что ключевым условием благоприятного разрешения глобального кризиса является переход от конкуренции к партнёрству. Это требует, прежде всего, смены экономической парадигмы. Академик С. Ю. Глазьев, анализируя теорию мирохозяйственных укладов, показывает, что возникающие новые центры роста в Азии способны предложить интегральную модель, сочетающую рыночную эффективность со стратегическим государственным планированием и отказом от неэквивалентного обмена между центром и периферией мировой экономики [10]. Подобный подход позволяет совместить экономическое развитие с экологической устойчивостью.

Во-вторых, критически важно укрепление международного сотрудничества и институтов глобального управления на основе научно обоснованных приоритетов (климат, биоразнообразие, продовольственная безопасность). В-третьих, необходима активизация национальных и локальных программ, включая развитие «зелёной» энергетики, цифровую безопасность и экологическое просвещение. Наконец, решающую роль играет формирование нового, ноосферного мышления, о котором писали В. Вернадский, А. Печчеи и современные исследователи, – осознание каждым человеком планетарной ответственности и личного вклада в устойчивое будущее [8, 9].

В результате проведённого исследования получены следующие основные результаты:

1 Систематизированы и охарактеризованы ключевые группы глобальных проблем (экологические, социально-экономические, политико-технологические) на основе актуальных данных IPCC, IPBES, Oxfam и других источников. Показано, что шесть из девяти «планетарных границ» уже превышены, что создаёт беспрецедентную угрозу для существования цивилизации.

2 Доказано действие принципа домино, отражающего нелинейную взаимосвязь проблем: экологическая деградация усугубляет социальное неравенство и конфликтный потенциал, а социально-экономические диспропорции затрудняют реализацию экологических программ. Научная новизна

данного подхода заключается в рассмотрении поликризиса не как суммы отдельных угроз, а как целостной самоусиливающейся системы.

3 На основе сравнительного анализа трёх сценариев (коллапс, устойчивое развитие, трансгуманизм) обосновано, что реальное будущее будет синтезом их элементов, а решающим фактором, определяющим доминирующий тренд, выступает способность человечества перейти от конкурентной модели к кооперативной.

4 Обоснована необходимость смены экономической парадигмы – перехода от примата ВВП к комплексным метрикам, от количественного роста к качественному развитию, как это предусмотрено в моделях постростовой экономики и концепции интегрального мирохозяйственного уклада [9, 10].

Полученные результаты могут быть применены при разработке стратегических документов в области устойчивого развития, использованы в учебных курсах по глобалистике, экологической экономике и философии, а также могут служить концептуальной основой для дальнейших междисциплинарных исследований будущего человеческой цивилизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Медоуз, Д.** Пределы роста. 30 лет спустя / Д. Медоуз, Й. Рандерс, Д. Медоуз ; пер. с англ. – М. : Лаборатория знаний, 2022. – 368 с.

2 Climate Change 2021: The Physical Science Basis / Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge : Cambridge University Press, 2021. – URL: <https://www.ipcc.ch> (date of access: 01.03.2026).

3 Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services / Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. – Bonn : IPBES, 2019. – URL: <https://www.ipbes.net> (date of access: 01.03.2026).

4 Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity / J. Rockström, W. Steffen, K. Noone [et al.] // Ecology and Society. – 2009. – Vol. 14, № 2. – Art. 32.

5 Берут, но не создают: колониализм приводит к незаслуженной бедности и незаработанному богатству : доклад // Oxfam. – Январь, 2025. – URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** (дата обращения: 18.02.2026).

6 **Бостром, Н.** Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии / Н. Бостром ; пер. с англ. С. Филина. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2016. – 446 с.

7 **Даймонд, Д.** Коллапс: Почему одни общества выживают, а другие умирают / Д. Даймонд ; пер. с англ. – М. : АСТ, 2023. – 800 с.

8 **Печчеи, А.** Человеческие качества / А. Печчеи ; пер. с итал. – М. : Прогресс, 1985. – 312 с.

9 Преодолевая пределы роста. Доклад Римскому клубу : монография / В. А. Садовничий, А. А. Акаев, И. В. Ильин [и др.] ; под. ред. В. А. Садовниченко – М. : МГУ, 2024. – 312 с.

10 **Глазьев, С. Ю.** За горизонтом конца истории : монография / С. Ю. Глазьев. – М. : Проспект, 2024. – 416 с.

Получено: 29.04.2026

УДК 331.45:656.2

В. В. СОРОКИНА (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДХОДОВ К ОРГАНИЗАЦИИ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЬНОГО МЕХАНИЗМА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Рассматриваются изменения в подходах к построению внутреннего контроля на предприятиях железнодорожного транспорта в условиях реформирования отрасли и цифровой трансформации. Обосновывается переход к риск-ориентированной системе, интегрированной в операционные процессы. Предложены практические направления трансформации для структурных подразделений железной дороги.

Внутренний контроль на железнодорожном транспорте долгое время оставался одной из наиболее консервативных управленческих функций. Его организация базировалась на принципах, сформированных ещё в условиях плановой экономики: тотальная проверка каждого факта хозяйственной деятельности, жёсткая централизация контрольных функций, преобладание последующего контроля над предварительным и текущим, ориентация на выявление нарушений и наказание виновных. Такая модель, при всех её недостатках, обладала одним преимуществом – она соответствовала характеру управления, где главным инструментом был административный приказ, а ответственность перед вышестоящим органом ценилась выше экономической эффективности. Однако преобразования, которые железнодорожная отрасль переживает в последние два десятилетия, – выделение бизнес-единиц, развитие конкуренции, внедрение корпоративных принципов управления, цифровизация учёта и отчетности – сделали старую модель контроля не просто неэффективной, но и вредной. Она стала тормозить принятие решений, требовать всё больше ресурсов и при этом не давать нужного эффекта. Именно этим объясняется острая потребность в трансформации подходов к организации внутреннего контрольного механизма [1, с. 3].

Ключевой недостаток традиционной системы контроля на железнодорожном транспорте заключался в её ориентации на прошлое. Проверяющие проверяли уже совершённые операции – расход топлива, использованные запасные части, отработанное время, оформленные перевозочные документы. К моменту проверки перерасход ресурсов уже произошёл, простой подвижного состава уже имел место, недополученные доходы уже стали реальностью. Контроль фиксировал потери, но не мог их предотвратить. Более того, разрыв во времени между совершением операции и её провер-

кой часто делал невозможным установление истинных причин отклонений – память людей угасала, первичные документы терялись или исправлялись. В этих условиях контроль неизбежно превращался в формальную процедуру, которая призвана была подтвердить не столько реальное положение дел, сколько формальное соответствие бумажных отчётов инструкциям.

Трансформация подходов требует кардинального смещения акцента: с контроля прошлого на контроль настоящего и будущего, с проверки уже свершившихся фактов на предупреждение нежелательных событий. Это означает, что контрольные процедуры должны быть встроены в операционные процессы и действовать в реальном времени. Вторым направлением трансформации является переход от сплошного контроля к риск-ориентированному. Традиционная система стремилась охватить проверкой всё и вся, исходя из предпосылки, что любое нарушение может быть опасным и не должно остаться незамеченным. На практике это приводило к распылению сил и внимания: одинаково тщательно проверялись и операции с многомиллионными рисками, и малозначительные хозяйственные процедуры. В результате огромные трудовые и временные затраты приносили незначительный экономический эффект. Современный подход заключается в том, чтобы сначала идентифицировать риски, оценить их вероятность и возможный ущерб, а затем сконцентрировать контрольные ресурсы именно на зонах высокого риска. Для железнодорожного транспорта наиболее рискованными с точки зрения потерь являются такие операции, как расход топлива и электроэнергии на тягу, использование запасных частей при ремонте, простой вагонов, начисление заработной платы, доходы от перевозок с льготными категориями пассажиров. Именно здесь контроль должен быть наиболее плотным и частым, в то время как по низкорисковым операциям можно ограничиться выборочными проверками или автоматическим мониторингом. Такое перераспределение усилий позволяет повысить общую эффективность контрольной деятельности [3, с. 458].

Традиционный контроль был ручным и документарным. Проверяющий работал с бумажными отчётами, накладными, путевыми листами, журналами. Это было медленно, трудоёмко и, главное, открывало широкие возможности для фальсификации. Сегодня, в условиях цифровой трансформации железной дороги, появляется возможность перевести контроль в автоматизированную среду. Бортовые системы локомотивов фиксируют расход топлива, пробег, режимы движения; автоматизированные системы учёта отслеживают местоположение и состояние каждого вагона; билетные системы в реальном времени фиксируют продажи и фактическую населенность поездов; системы складского учёта контролируют движение запасных частей и материалов. Все эти данные могут поступать в контрольную подсистему в режиме реального времени, без участия человека и, что особенно важно, без возможности приписки или искажения. Проверяющий получает возможность видеть не то, что написано в отчёте, а то, что реально происходит. Он

может сравнивать фактические параметры с нормативами в момент совершения операции и при отклонениях принимать меры немедленно. Это и есть реализация принципа превентивности.

Однако простая автоматизация сбора данных не решает всех проблем. Трансформация требует также изменения статуса и роли контрольных подразделений. В традиционной модели проверяющие находились на периферии управления, часто подчинялись тем же руководителям, чью деятельность проверяли, что неизбежно порождало конфликт интересов. Их рекомендации носили рекомендательный характер, а для их реализации требовались дополнительные решения вышестоящего руководства. Новая модель предполагает создание независимой службы внутреннего контроля (внутреннего аудита), подотчётной не операционному менеджменту, а собственнику. Такая служба не только проверяет, но и даёт обязательные к рассмотрению рекомендации по улучшению бизнес-процессов и снижению рисков. Её заключения становятся основой для корректировки планов, пересмотра нормативов, перераспределения ресурсов. При этом текущий, оперативный контроль за соблюдением инструкций и целевым использованием ресурсов остаётся за линейными руководителями, которые теперь несут персональную ответственность за достоверность данных и эффективность работы своих подразделений. Таким образом, происходит распределение контрольных функций: стратегический контроль – за советом директоров и службой внутреннего аудита, оперативный – за линейным менеджментом, а автоматизированный мониторинг параметров – за информационной системой.

Для наглядного обобщения различий между традиционной и трансформированной моделями внутреннего контроля ниже представлена таблица 1, в которой сопоставлены ключевые параметры по семи основным критериям. Эта таблица может служить своеобразным чек-листом для оценки действующей системы контроля в любом подразделении железной дороги.

Важно подчеркнуть, что трансформация контрольного механизма на железнодорожном транспорте невозможна без изменения мотивации персонала. Если работники всех уровней воспринимают контроль исключительно как инструмент наказания, они будут стремиться его обойти, скрывать реальную информацию, имитировать бурную деятельность. Новая модель контроля должна быть выстроена так, чтобы она была выгодна и тем, кого контролируют. Например, если бригада вагонников или локомотивная бригада экономят ресурсы и это фиксируется системой контроля, часть экономии должна поступать им в виде премии.

Если выявленная с помощью контроля проблема решается оперативно и потери предотвращены, это должно поощряться. Такая система создаёт у работников внутреннюю мотивацию к прозрачности и эффективности. Они перестают видеть в контроле угрозу и начинают воспринимать его как помощника, который помогает работать лучше и больше зарабатывать. Это, пожалуй, самый сложный, но и самый важный аспект трансформации, без

которого все технические и организационные изменения останутся лишь внешней оболочкой [2, с. 269].

На основе изложенных подходов можно сформулировать практические направления трансформации внутреннего контрольного механизма подразделений железной дороги. Первое направление – внедрение системы автоматизированного мониторинга использования подвижного состава: фиксация пробега, простоя, населенности, расхода ресурсов в реальном времени с привязкой к нормативным показателям. Второе – перестройка системы планирования и контроля доходов от перевозок: переход от контроля плановых цифр к анализу факторов, влияющих на доходную ставку (структура перевозок, доля льготных пассажиров, тарифные условия). Третье – реорганизация контроля за расходами: смещение акцента с проверки первичных документов на анализ причин отклонений фактических затрат от нормативных, с обязательной разработкой корректирующих мероприятий. Четвертое – создание на уровне отделения дороги или вагонного участка координационного центра по внутреннему контролю, который собирает данные со всех автоматизированных систем, проводит анализ рисков, готовит отчёты для руководства и рекомендации по улучшению. Пятое – разработка и внедрение системы ключевых показателей эффективности для руководителей всех уровней, где выполнение планов и соблюдение нормативов увязано с премированием, а самоконтроль и прозрачность поощряются дополнительно. Шестое – регулярное обучение персонала и руководителей основам риск-менеджмента и внутреннего контроля, формирование культуры «контроль – это помощь», а не «контроль – это кара».

Таблица 1 – Сравнение традиционного и современного подходов к организации внутреннего контроля на железнодорожном транспорте

Критерий сравнения	Традиционный подход	Современный (трансформированный) подход
Объект контроля	Уже совершённые операции, отражённые в документах	Текущие операции и процессы в реальном времени
Временной горизонт	Последующий	Превентивный (опережающий)
Охват проверяемых операций	Сплошной	Выборочный, на основе оценки рисков
Технологическая основа	Ручная обработка бумажных документов	Автоматизированный мониторинг цифровых данных
Статус контрольного подразделения	Подчинение операционному менеджменту, конфликт интересов	Независимая служба внутреннего аудита, подотчётная собственнику
Мотивация контролируемых работников	Страх наказания, стремление скрыть нарушения	Заинтересованность в выявлении проблем и экономии ресурсов (премирование)
Основной критерий оценки контроля	Количество выявленных нарушений	Снижение потерь и рисков, повышение эффективности

В заключение следует отметить, что трансформация подходов к организации внутреннего контрольного механизма на железнодорожном транспорте – это не единовременная кампания и не формальное внедрение новых инструкций. Это длительный процесс изменения управленческой культуры, технологической базы и организационной структуры. Однако начинать этот процесс необходимо уже сегодня, поскольку от его успеха во многом зависит конкурентоспособность железнодорожного транспорта в условиях, когда альтернативные виды перевозок активно совершенствуют свои модели управления и контроля. Те субъекты хозяйствования, которые первыми смогут выстроить современную, риск-ориентированную, превентивную систему контроля, получат значительное преимущество в эффективности и смогут предложить рынку более качественные и дешёвые услуги, что в конечном счёте и является главной целью любого транспортного бизнеса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Жминько, С. И.** Внутренний контроль в системе управления организацией / С. И. Жминько // Экономический анализ: теория и практика. – 2015. – № 34 (433). – С. 2–10.
- 2 Анализ хозяйственной деятельности на железнодорожном транспорте / О. В. Липатова, В. Г. Гизатуллина, Д. А. Панков, С. Л. Шатров. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 368 с.
- 3 **Мельник, М. В.** Анализ и контроль в коммерческой организации / М. В. Мельник. – М. : Эксмо, 2011. – 560 с.

Получено 31.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 338.24

В. В. СПИТАЛЬНИКОВА (ГБ-41)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫМИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ТРАНСПОРТА

Рассматриваются особенности и проблемы управления расчетными обязательствами (дебиторской и кредиторской задолженностью) в транспортных организациях. Предложен комплексный подход к оптимизации задолженности, направленный на повышение ликвидности, минимизацию рисков кассовых разрывов и укрепление общей финансовой устойчивости предприятий транспортной отрасли.

Транспортная отрасль является ключевым элементом инфраструктуры любой экономики, обеспечивая мобильность ресурсов и товаров. Однако специфика транспортной деятельности – высокая капиталоемкость, зависимость от стоимости топлива, сезонность перевозок и жесткая конкуренция – накладывает особые требования на систему управления оборотным капиталом.

В современных макроэкономических условиях одним из наиболее уязвимых мест в финансовом менеджменте предприятий транспорта становится система расчетных обязательств. Эффективное управление дебиторской и кредиторской задолженностью напрямую влияет на платежеспособность, финансовую устойчивость и инвестиционную привлекательность бизнеса [1].

Управление расчетами в транспортном секторе имеет ряд уникальных характеристик, которые необходимо учитывать при построении финансовой стратегии. Примерами таких характеристик можно назвать следующие:

- между моментом заключения договора на перевозку, непосредственным оказанием услуги и окончательным расчетом часто проходят недели, а иногда и месяцы (особенно если это международные перевозки);
- независимо от того, оплатил ли клиент перевозку, транспортная компания обязана своевременно выплачивать заработную плату водителям и иным работникам, делать различные закупки ГСМ, оплачивать лизинг техники и дорожные сборы. То есть появляются высокие постоянные затраты;
- зачастую транспортные компании обслуживают нескольких крупных производственных или торговых организаций, которые выдвигают свои условия оплаты.

На многих отечественных транспортных предприятиях подход к управлению обязательствами остается реактивным. Традиционные методы контроля, опирающиеся только на бухгалтерский учет, не позволяют оперативно реагировать на ухудшение финансового состояния партнеров. Финансовые службы начинают действовать только тогда, когда задолженность переходит в категорию просроченной или критической.

Основным недостатком традиционной системы является отсутствие предварительного жесткого скоринга клиентов, из-за чего договоры с отсрочкой платежа заключаются без глубокого анализа платежеспособности контрагентов. Кроме того, существует проблема слабой мотивации персонала, когда менеджеры по продажам или логисты ориентированы исключительно на объем выполненных рейсов, а не на реальный приток денежных средств на расчетный счет. Также часто игнорируется стоимость денег во времени, и предоставление длительных беспроцентных отсрочек существенно снижает реальную рентабельность оказанных транспортных услуг [2].

Для перехода к системному управлению расчетными обязательствами транспортным организациям необходимо внедрить комплекс мер, охватывающий автоматизацию, кредитную политику и изменение внутренней мотивации сотрудников. Для этого рассмотрим таблицу 1.

Таблица 1 – Стратегические направления оптимизации системы расчетов

Направление оптимизации	Суть предлагаемых изменений	Механизм реализации и инструменты
Автоматизация и цифровизация контроля	Переход от ручного учета задолженности к автоматическому мониторингу в режиме реального времени	Интеграция систем управления транспортом и комплексных платформ автоматизации бизнеса. Внедрение автоматического кредитного контроля, блокирующего новые заявки должников, введение динамических платежных календарей
Дифференциация клиентов и кредитный скоринг	Разделение контрагентов на группы надежности для установления гибких и безопасных условий оплаты	Оценка платежеспособности по внутренним алгоритмам: – класс А (стратегические) – отсрочка 45–60 дней; – класс В (стабильные) – отсрочка 14–30 дней; – класс С (рисковые) – 100 % предоплата
Внедрение современных финансовых инструментов	Использование возможностей финансового рынка для ускорения оборачиваемости капитала	Активное применение безрегрессного факторинга. Использование аккредитивов и банковских гарантий при расчетах с поставщиками запчастей и техники
Реформирование системы мотивации	Синхронизация личных целей сотрудников коммерческого отдела с финансовой стабильностью всей компании	Изменение правил начисления бонусов менеджерам по продажам и логистам. Выплата премии за организованную перевозку производителя только после фактического поступления денег от покупателя на расчетный счет

Систематизируя данные таблицы 1, можно выявить совокупный финансовый результат от оптимизации подходов к управлению расчетами.

В первую очередь, комплексный подход позволяет сократить финансовый цикл транспортного предприятия в среднем на 15–25 %. За счет ускорения оборачиваемости дебиторской задолженности, достигаемого благодаря факторингу и жесткому автоматическому кредитному контролю, денежные средства быстрее возвращаются в оборот, что существенно снижает зависимость компании от дорогостоящего краткосрочного заемного капитала.

Кроме того, фиксируется резкое снижение доли просроченной и безнадежной задолженности.

Итоговым выражением оптимизации является высвобождение чистого денежного потока. Снижение объема средств, замороженных в расчетах, формирует дополнительный свободный капитал. Эти ресурсы транспортная организация может направить на стратегические цели: модернизацию и расширение собственного парка техники, закупку горюче-смазочных материалов по более выгодным предоплатным тарифам или масштабирование бизнеса [3].

Эффективное управление расчетными обязательствами включает в себя не только сбор дебиторской задолженности, но и грамотную работу с кредиторами. В транспортной сфере основными статьями расходов и кредиторской задолженности выступают расчеты за топливо и оплата услуг привлеченных соисполнителей. Оптимизация в этой части достигается за счет централизации закупок горюче-смазочных материалов у единых операторов, что позволяет получать корпоративные скидки и законные отсрочки платежа. При использовании наемного транспорта важно зеркалировать условия контрактов. Сроки оплаты услуг привлеченных перевозчиков должны быть аналогичны или более жесткими по сравнению с условиями, на которых компания везет груз для своего заказчика. В противном случае организация начинает невольно кредитовать чужой бизнес за счет собственных оборотных средств.

Таким образом, реализация предложенного комплекса мер (автоматизация контроля, скоринг контрагентов, внедрение факторинга и пересмотр KPI) позволяет сократить финансовый цикл транспортного предприятия в среднем на 15–25 %, минимизировать риск банкротства из-за кассовых разрывов и высвободить дополнительные оборотные средства для модернизации парка и масштабирования бизнеса. В условиях жестких рыночных вызовов именно финансовая дисциплина становится главным конкурентным преимуществом транспортной компании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Солодовникова, Д. А.** Совершенствование подходов к управлению расчётными обязательствами в контексте обеспечения экономической безопасности организаций железнодорожного транспорта / Д. А. Солодовникова // Сб. студ. науч. работ. В 2 ч. Ч. II. – Гомель : БелГУТ, 2024. – Вып. 29. – С. 131–136.
- 2 **Долбикова, М. О.** Оптимизация работы организаций железнодорожного транспорта на базе развития подходов к управлению расчетными обязательствами / М. О. Долбикова // Сб. студ. науч. работ. В 2 ч. Ч. I. – Гомель: БелГУТ, 2025. – Вып. 30. – С. 130–133.
- 3 **Шатров, С. Л.** Функциональные составляющие экономической безопасности железнодорожного транспорта / С. Л. Шатров, А. В. Даниленко, В. Л. Жигалов // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 2. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 256–258.

Получено 24.05.2026

УДК 658.058

С. Д. СУГАКО, Е. Д. ЦУКАНОВА (ГБ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *А. В. МИТРЕНКОВА*

ОЦЕНКА КЛИЕНТСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

В условиях усиления межвидовой конкуренции и роста требований потребителей к качеству сервиса эффективная организация клиентского обслуживания на железнодорожном транспорте становится императивом развития. Особую значимость данный вопрос приобретает на уровне железнодорожных вокзалов, которые являются основными точками контакта с пассажирами и формируют их общее впечатление о качестве услуг. Для Республики Беларусь и, в частности, для Белорусской железной дороги, совершенствование клиентского сервиса является важным направлением интеграции в международные транспортные системы и повышения привлекательности железнодорожных перевозок.

В современных условиях высокой конкуренции на рынке перевозок эффективное клиентское обслуживание трансформируется из вспомогательной функции в ключевой стратегический актив транспортной компании. Сущность клиентского обслуживания в транспортной сфере заключается в комплексном процессе взаимодействия перевозчика с потребителями его услуг, направленном на удовлетворение их потребностей, решение возникающих проблем и построение долгосрочных, взаимовыгодных отношений. Этот процесс пронизывает все этапы транспортной логистики, начиная от момента заключения договора и заканчивая получением груза или пассажиром конечной точки назначения, и выступает в качестве основного инструмента формирования лояльности и деловой репутации [6, с. 45].

Главной целью клиентского обслуживания является не просто однократное выполнение транспортной услуги, а обеспечение такой степени удовлетворенности клиента, которая гарантирует его повторное обращение и позитивные рекомендации. Достижение этой глобальной цели невозможно без реализации ряда конкретных задач. К первоочередным задачам относится обеспечение высокого качества и надежности самой транспортной услуги, что включает в себя соблюдение оговоренных сроков, сохранность груза или комфорт пассажира, а также предоставление полной и достоверной информации на всех этапах перевозки [1, с. 112].

Не менее важной задачей является организация эффективной и доступной коммуникации, создание удобных каналов связи для оперативного реа-

гирования на запросы и претензии. Персонал, взаимодействующий с клиентами, должен обладать не только глубокими профессиональными знаниями о логистических процессах, но и развитыми коммуникативными навыками, позволяющими выстраивать доверительный диалог.

Особенностью клиентского обслуживания в транспортной сфере является его тесная связь с операционной деятельностью, где сбои практически неизбежны. Поэтому ключевой задачей становится не только их предотвращение, но и грамотное управление проблемными ситуациями, минимизация их негативных последствий для клиента. Умение быстро и эффективно решать возникающие проблемы, компенсируя причиненные неудобства, зачастую способствует даже большему укреплению доверия, чем безупречная работа в штатном режиме.

Еще одной значимой задачей является систематический сбор и анализ обратной связи от клиентов, что позволяет выявлять слабые места в сервисе, адаптировать спектр услуг под изменяющиеся потребности рынка и разрабатывать программы по повышению лояльности существующей клиентской базы. Таким образом, клиентское обслуживание предстает как непрерывный и многогранный процесс, интегрированный в общую стратегию развития транспортной компании и напрямую влияющий на ее экономическую устойчивость и конкурентоспособность.

Клиентское обслуживание на железнодорожном вокзале представляет собой сложный, многокомпонентный процесс, обладающий рядом уникальных особенностей, обусловленных спецификой железнодорожного транспорта как отрасли и вокзала как ключевого элемента инфраструктуры. Вокзал является не просто точкой отправления и прибытия, но и важным публичным пространством, где пассажир проводит значительное количество времени, что формирует его общее впечатление от всей поездки. Сущность обслуживания в данном контексте заключается в создании бесшовного, комфортного и безопасного сервисного опыта на всех этапах взаимодействия пассажира с вокзальным комплексом, начиная от планирования поездки и заканчивая ее завершением [4, с. 78].

К числу ключевых особенностей клиентского обслуживания на железнодорожном вокзале относится, прежде всего, массовость и высокая интенсивность пассажиропотока, преимущественно в часы пик и в период сезонного спроса. Данный фактор предъявляет исключительные требования к организации пространства, системе навигации и пропускной способности сервисных точек, поскольку необходимо минимизировать время ожидания и избежать образования очередей. Еще одной значимой особенностью является чрезвычайно широкий социальный и демографический профиль пассажиров, который включает в себя как деловых путешественников, предъявляющих высокие требования к скорости и комфорту, так и пассажиров с детьми, лиц пожилого возраста и людей с ограниченными физическими

возможностями. Это обуславливает необходимость реализации принципа универсальности сервиса и обеспечения безбарьерной среды, доступной для всех категорий граждан [2, с. 112–113].

Кроме того, специфической чертой является длительное пребывание пассажиров в пространстве вокзала, что трансформирует его из транзитной зоны в многофункциональный центр, где должны быть представлены услуги питания, розничной торговли, развлечений и комфортного ожидания.

Современные стандарты клиентского обслуживания на железнодорожном вокзале претерпели значительную эволюцию, сместив акцент с формального выполнения функций на комплексное управление впечатлением пассажира. Одним из основополагающих современных стандартов является цифровизация всех ключевых процессов взаимодействия. Это выражается во внедрении систем онлайн-продажи и электронной регистрации, использовании мобильных приложений с функционалом персонального помощника, установке интерактивных киосков и терминалов самообслуживания, а также в создании единого информационного пространства через централизованные табло и автоматизированные системы оповещения. Подобные решения не только повышают операционную эффективность и снижают нагрузку на персонал, но и предоставляют пассажиру возможность самостоятельного и быстрого получения необходимых услуг, что соответствует современным тенденциям потребительского поведения [4, с. 81].

Другим критически важным стандартом является внедрение сквозного сервиса, основанного на принципах клиентоориентированности. Данный подход предполагает, что пассажир получает единый, интегрированный стандарт качества на всех точках контакта с вокзалом – от службы информации и контроля билетов до зон ожидания и пунктов питания. Персонал, в свою очередь, проходит специальную подготовку, направленную не только на решение стандартных задач, но и на развитие эмоционального интеллекта, эмпатии и навыков работы с претензиями. Особое внимание уделяется проактивному обслуживанию, когда сотрудники предвосхищают потенциальные потребности или сложности пассажиров и предлагают помощь до момента возникновения запроса [3, с. 45].

Стандартом современного вокзала становится и трансформация его пространства в комфортную, эргономичную среду, способствующую продуктивному времяпрепровождению. Это подразумевает организацию тихих зон, зон для работы с бесплатным Wi-Fi, игровых площадок для детей, а также обеспечение высокого санитарно-гигиенического состояния всех помещений. Качество сопутствующих услуг, таких как разнообразное и доступное питание, розничная торговля товарами первой необходимости и сувенирами, напрямую влияет на общую удовлетворенность пассажира и формирует его лояльность к перевозчику [1, с. 115].

Важнейшим элементом современных стандартов является обеспечение полной доступности среды для маломобильных групп пассажиров. Этот стандарт выходит за рамки простого наличия пандусов и лифтов, требуя комплексного подхода, который включает тактильную навигацию, специализированные санузлы, широкие проходы, низкие стойки регистрации, а также наличие обученного персонала, готового оказать квалифицированную помощь на всех этапах пребывания пассажира на вокзале [3, с. 48].

Таким образом, современные стандарты клиентского обслуживания на железнодорожном вокзале интегрируют в себе передовые технологические решения, глубокую клиентоориентированность и заботу о создании комплексного положительного впечатления. Соблюдение этих стандартов является стратегическим императивом для железнодорожных компаний, стремящихся укрепить свои позиции на конкурентном рынке транспортных услуг и обеспечить устойчивое развитие в долгосрочной перспективе.

Оценка качества клиентского обслуживания является неотъемлемым элементом эффективного управления сервисной деятельностью любой современной компании, и сфера транспортных услуг в этом аспекте не является исключением. Систематический анализ качества позволяет перейти от интуитивных представлений об уровне сервиса к объективному, измеримому пониманию его эффективности, выявить узкие места и разработать целевые программы по его совершенствованию. Под критериями оценки качества понимаются ключевые характеристики, по которым производится оценка обслуживания, в то время как показатели являются конкретными, количественно или качественно измеримыми индикаторами, отражающими состояние этих критериев [5, с. 67].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Иванов, А. В.** Логистика и управление цепями поставок : учеб. / А. В. Иванов. – М. : ИНФРА-М, 2020. – 345 с.
- 2 **Иванов, А. В.** Современные пассажирские перевозки на железных дорогах Беларуси: проблемы и перспективы развития сервиса / А. В. Иванов. – Минск : Логинов, 2020. – 198 с.
- 3 **Комаров, В. И.** Организация обслуживания пассажиров на транспортных узлах : учеб. пособие / В. И. Комаров. – М. : Транспорт, 2022. – 189 с.
- 4 **Петрова, С. Н.** Маркетинг в транспорте: теория и практика : учеб. пособие / С. Н. Петрова. – СПб. : Питер, 2019. – 278 с.
- 5 **Сергеев, И. В.** Управление качеством сервиса: теория и практика : учеб. / И. В. Сергеев. – М. : Юрайт, 2022. – 254 с.
- 6 **Сидоров, К. А.** Управление качеством услуг на предприятии : учеб. пособие / К. А. Сидоров. – М. : Юрайт, 2021. – 210 с.

Получено 02.06.2026

УДК 94(476.2) «1941/1943»

В. Ю. СУДНЕКО (ПАМ-31)

Научный руководитель – канд. ист. наук *Л. С. СКРЯБИНА*

ЗЛОДЕЯНИЯ НАЦИСТОВ В ОКУПИРОВАННОМ ГОМЕЛЕ (1941–1943 гг.)

Раскрывается преступная деятельность немецко-фашистских захватчиков по физическому уничтожению мирных граждан и военнопленных. Подчеркивается важность сохранения исторической памяти о злодеяниях нацистских преступников в целях противодействия фашистской идеологии и воспитании подрастающего поколения в духе нетерпимости к ее проявлениям.

Ныне, спустя 80 лет после окончания Великой Отечественной войны, особую актуальность приобретает историческая память о злодеяниях немецко-фашистских захватчиков, в которых проявилась человеконенавистническая сущность германского нацизма, его плана уничтожения целых государств и народов.

Гомель был оккупирован германскими захватчиками в ночь с 19 на 20 августа 1941 г. Более 800 дней гомельчане провели в условиях жесточайших кровавых расправ и массовых убийств, в страхе за свою жизнь, жизнь родных и близких. За это время население уменьшилось в 9 раз [1, с. 6].

В целях защиты и сохранения памяти о миллионах советских граждан, которые стали жертвами в годы Великой Отечественной войны и послевоенный период 5 января 2022 г. Президент Республики Беларусь А. Г. Лукашенко подписал Закон «О геноциде белорусского народа».

С первых дней оккупации новые власти сразу же приступили к выполнению беспрецедентных по своей бесчеловечности и жестокости задач. Очень быстро ощутило на себе всю сущность «нового порядка» еврейское население. Буквально через несколько дней после немецкой оккупации в здании городского управления по улице Пролетарской были собраны оставшиеся в городе евреи, которым сообщили о запрете селиться в кварталах, где проживало остальное население; обязательном ношении желтых квадратных нашивок на спине и груди и т. д. Об этом свидетельствует И. К. Нечаева: «...Через несколько дней после прихода немцев все евреи были согнаны в здание Гомельской средней школы № 11, где учредилось тогда городское управление немецких оккупационных властей. Там всем

оставшимся в г. Гомеле евреям объявили, что они обязаны носить желтые нашивки на спине и на рукаве, что они не имеют права жить в тех кварталах, где живёт всё остальное население и немедленно должны выбраться в специально отведённый для них квартал в одном из районов г. Гомеля в Монастырьке...» [2, с. 18].

В сентябре 1941 г. в Гомеле были созданы 4 еврейских гетто, в которые было помещено 4000 человек. Они находились в районе улиц Ново-Любенская, Быховская, в Новобелице и Монастырьке [3, с. 540]. В начале ноября 1941 г. фашистские палачи приступили к массовому истреблению всех узников Монастырька и соседнего лагеря, расположенного в районе Ново-Любенской улицы. По рассказу очевидцев, казнь началась в 8 часов утра и закончилась в 4 дня. Всего было убито около 2500 человек [4]. Беззащитных женщин, стариков и детей фашисты расстреливали в противотанковом рву у д. Лещинец, на 9-м км по шоссе Гомель – Чернигов, в противотанковом рву возле д. Красное. Вот отрывок из воспоминаний об этой расправе В. Б. Степанцова: «...Числа 3–4 ноября 1941 г. немцы производили массовый расстрел мирного населения, лиц, находящихся в лагере по Ново-Любенской и Монастырьке насильно загоняли в крытую машину, размер которой в длину 5 м, в ширину больше 2 метров; вмещалось в эту машину 40 человек и больше. Всех возили в Лещинец к противотанковому окопу там, где раньше был МТС, и там их расстреливали» [2, с. 8, 19]. О событиях тех дней свидетельствует и С. П. Семёнов: «... Всё еврейское население г. Гомеля было арестовано с помощью русской полиции. Из СД (служба безопасности СС) евреев увозили на закрытых автомобилях к противотанковому рву, недалеко от деревни Красное...» [2, с. 19].

В Гомеле было создано 11 карательных органов [2, с. 8]. Наибольший страх у населения вызывали ГПФ (тайная полевая полиция), СД, тюрьма. Попав в один из них, шансы выжить у человека сокращались до минимума. С 1941 по 1943 г. в Гомеле находились различные группы ГПФ: 718, 719, 724, 732 и 733-я [5, с. 148, 149]. Рядом со зданием ГПФ, на приусадебных участках гомельчан Фицевых и Коновалова задержанных граждан после пыток расстреливали. Проведённые здесь расследования показали, что в этом месте было уничтожено около 2 тысяч граждан [6, с. 155]. «Очевидцем страшной расправы немцев с советскими гражданами я был летом 1942 г., – вспоминает В. Семенчук, – немцы вместе с полицейскими повели на огород Фицевых группу арестованных ими советских людей. Все они были обросшие и измученные. В одном нижнем белье. По два человека из группы их начали подводить к яме и расстреливать. Так, в этот раз фашисты расстреляли 20 человек. Должен сказать, что это был не случай. Такое физическое истребле-

ние советских людей в ГПФ было ежедневно, начиная с 1941 г. и по весну 1943 г. ...» [2, с. 20].

Особым местом кровавых расправ являлась гомельская тюрьма. Тысячи граждан не только из Гомеля, но и из других областей пережили тюремное заключение. По свидетельствам очевидцев она была настолько переполнена, что заключённым не было где присесть. Узникам выдавали 1 л баланды и 200 гр. хлеба из гречневой шелухи в сутки. Передачи были категорически запрещены. пытки и расстрелы происходили почти ежедневно. Сидевшая в тюрьме Д. П. Мельникова рассказывала, что немецкие следователи напоминали мясников на бойне. «Помню, однажды меня вели на допрос. Когда я шла по коридору, то из следственной комнаты вышел следователь Отто. Он был в одном джемпере, рукава были по локоть засучены, и обе руки у него были в крови. С окровавленными руками я видела и другого следователя по фамилии Каст. Заключённых избивали не только на допросах, но и в камерах» [1, с. 11]. Людей не только расстреливали, но и использовали для убийств машину-душегубку.

Некоторых «провинившихся» заключённых гитлеровцы переводили из тюрьмы в концлагерь «Кабановка», который находился за городом на торфяных болотах. Там узники под наблюдением надсмотрщиков работали по 12–14 часов в сутки, тех, кто выбился из сил, избивали и расстреливали.

По словам немецкого пособника А. И. Лазбекина, с ноября 1942 по март 1943 г. заключённых уводили из тюрьмы на расстрел 7-го и 22-го числа каждого месяца. Работники СД делали по два рейса двумя 3-тонными машинами. В каждую сажали 30 человек. Таким образом, в день расстреливали 120 узников.

С апреля 1943 г. расстрелы проводились пять дней в месяц, а с 20 августа заключённых увозили на расправу ежедневно. Перед отступлением из города фашисты расстреляли всех узников, более тысячи человек, причем несколько сот – прямо на территории тюрьмы [1, с. 11].

В целях устрашения населения проводились и показательные казни через повешение. Виселицы находились в разных местах города, но самая известная стояла на рыночной площади (ныне – территория Центрального рынка).

Бесчеловечное и жестокое отношение проявлялось у нацистов к советским военнопленным. Это объяснялось их принадлежностью к армии, идеологической основой которой являлась столь ненавистная для нацизма коммунистическая идеология.

Сразу же после немецкой оккупации Гомеля в сентябре 1941 г. в центре города командованием немецко-фашистских войск был организован лагерь для советских военнопленных, который назывался «Центральный

пересыльный лагерь военнопленных № 121 – «Дулаг-121». Камеры были переполнены, заключённым невозможно было даже сидеть, царил антисанитария. Ярким свидетельством ужасов, которые пережили узники лагеря, являются воспоминания очевидцев. «Лагерь был организован в конюшнях одного из кавалерийских полков, дислоцировавшегося до войны в Гомеле. В помещениях отсутствовали не только нары, но не было и потолка. В конюшнях находилось около 60 тысяч человек. Помещения были слишком переполнены, – вспоминал бывший узник Шумский. – Большая часть военнопленных находилась под открытым небом, поэтому с первыми холодами они начали замерзать» [7].

Как вспоминает выживший в Дулаге-121 красноармеец Павел Губин, попавший в плен под Вязмой в 1941 г.: «В лагере отсутствовала элементарная гигиена, была масса вшей. Они кишели не только в нательном белье, но и сверху – на шинелях. Кормили здесь баландой из немытого гнилого и мороженого картофеля. Все болели желудочными заболеваниями... В бараках на полу на грязной и промёрзшей соломе лежали тысячи горемык без какой-либо медицинской помощи. Им некому было принести котелок этой несчастной баланды, подать воды. Каждый день рано утром, до подъёма, из этих бараков выносили совершенно голые трупы и отвозили в котлован какой-то бывшей мирной стройки, вырытый ещё до войны» [8].

Гитлеровские палачи отбирали физических крепких советских граждан и отправляли на тяжёлые работы в Германию. Для этого они устраивали смертельный «марафон». «В начале декабря 1941 г. из лагеря выпускали русских военнопленных и заставляли бежать по улице Тельмана через Советскую до Кирова. Более 200 слабых и истощённых голодом человек упали. Всех их немцы пристреливали в голову», – рассказывал бывший узник Быковский [9, с. 112].

Ежедневно от нечеловеческих условий содержания в лагере умирало от 300 до 500 человек, а в морозные дни зимы 1941–1942 гг. смертность доходила до 1000 человек [10, с. 147]. «В январе 1942 г. смертность резко увеличилась. Умерших было так много, что из них стали образовываться горы трупов», – свидетельствовал военнопленный Пашкевич. По воспоминаниям узника Ливанского, «в лагере мертвых пленных были целые скирды, и мы не успевали их выносить. Тех из военнопленных, которые не подавали признаков жизни, раздевали наголо и, хотя они ещё были живы, вытаскивали из бараков и бросали на груды трупов. Немцы говорили, что «в таком состоянии они плотнее ложатся» [7].

Дулаг-121 был одним из основных звеньев фашистского конвейера смерти. Он просуществовал до 10 октября 1943 г. За этот небольшой период здесь погибло более 100 тысяч красноармейцев и мирных жителей [10, с. 147]. В после-

военные годы в ходе поисковых работ часть останков была эксгумирована и перезахоронена в братских могилах города. Множество жертв карателей так и не было установлено. Это место в самом центре Гомеля навсегда останется страшным отголоском войны.

Таким образом, спустя почти 80 лет после достижения общей победы над «коричневой чумой XX века» осознание тяжелейших последствий проводимого нацистами и их пособниками геноцида белорусского и других народов Советского Союза и Европы является настоятельной необходимостью. Острота постановки данного вопроса обусловлена, прежде всего, проявляющимися сегодня попытками возрождения нацистской идеологии, фальсификации истории Второй мировой и Великой Отечественной войн. Историческая память о злодеяниях немецко-фашистских захватчиков должна стать важным элементом национального самосознания белорусов. В особенности, это касается молодёжи, которая с учётом временной отдалённости от событий военных лет уже не так остро, как предшествующие поколения, чувствует перенесённые белорусским народом боль и страдания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Без срока давности. Геноцид. Гомельская область / С. М. Беспалый (гл. ред.) [и др.] – Гомель : Редакция газеты «Гомельская праўда», 2023. – 204 с.
- 2 «Прощайте люди...» : факты о злодеяниях нацистов в оккупированном Гомеле. – Гомель : Редакция газеты «Гомельская праўда», 2022. – 79 с.
- 3 **Рабянок, П. П.** Акупацыйны рэжым / П. П. Рабянок // Памяць : гіст.-дакум. хроніка Гомеля. У 2 кн. Кн. 1. – Мінск : БЕЛТА, 1998. – 608 с.
- 4 Эта память всегда с нами // Гомельская правда. – 2023. – 19 янв.
- 5 **Козак, К. И.** Германская оккупационная администрация в Гомеле 1941–1943 гг. : типологизация. Структура. Формы / К. И. Козак // Страницы военной истории Гомельщины : материалы науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2008. – С. 143–160.
- 6 **Лугоўская, В. А.** Фашысцкі генацыд на тэрыторыі Гомеля ў гады Другой сусветнай вайны / В. А. Лугоўская // Гомельшчына: старонкі мінулага. Нарысы. – Гомель, 1996. – Вып. II. – 188 с.
- 7 Гомель. История геноцида // Гомельские ведомости. – 2022. – № 39. – 7 апр.
- 8 Из дневника военнопленного: как люди выживали в фашистском аду «Дулаг-121» // Гомельские ведомости. – 2020. – 26 марта.
- 9 Хатынская Стена памяти: документы и материалы. – Минск : НАРБ, 2016. – 134 с.
- 10 Без срока давности. Беларусь: преступления нацистов и их пособников против мирного населения на оккупированной территории БССР в годы Великой Отечественной войны. Гомельская область : сб. архивных документов и материалов – Минск : НАРБ ; М. : Фонд «Историческая память», 2021. – 576 с.

Получено 11.05.2026

УДК 330.43:65.01

Е. С. ТАРАСЕВИЧ, Ю. М. ЮНЧИЦ (ГС-21)

Научный руководитель – канд. экон. наук *О. А. ХОДОСКИНА*

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ АКТУАЛИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассматривается роль эконометрических моделей как средства актуализации (обновления и адаптации к текущим условиям) деятельности предприятия, т. е. их использования для пересмотра стратегических и операционных решений на основе выводов.

Современное предприятие работает в условиях постоянных изменений внешней среды, высокой конкуренции и неопределённости, что делает решения, основанные на интуиции, недостаточно надёжными. В таких условиях возрастает спрос на инструменты, позволяющие оценивать влияние различных факторов на ключевые показатели деятельности и корректировать стратегию и тактику управления. Одним из таких инструментов являются эконометрические модели, которые соединяют экономические теории, математическую статистику и данные для анализа экономических процессов и прогнозирования. Применение эконометрики в бизнесе, региональном управлении и отдельных отраслях обеспечивает высокую точность прогнозирования для принятия стратегических решений.

Актуальность эконометрических моделей связана с усложнением экономической среды, где изменения спроса и цен требуют постоянного пересмотра стратегий и решений, чтобы минимизировать риски и повысить эффективность. Эконометрика позволяет описывать экономические процессы качественно и количественно на основе статистической информации для формирования точных прогнозов и сценариев развития.

Эконометрические методы используются для анализа финансовой устойчивости предприятий, эффективности деятельности и объёмов продаж. Это дает возможность таким моделям оценивать уже полученные результаты и на их основе моделировать сценарии будущего развития бизнеса для актуализации деятельности предприятия.

Под эконометрической моделью понимается математический инструмент количественного анализа, параметры которого верифицируются методами математической статистики на основе реальных данных. Структурно она выражается системой уравнений регрессии, связывающих эндогенные показатели, такие как выручка или объёмы продаж, с экзогенными предикторами, т. е. ценой, курсом или инфляцией.

Модель всегда сочетает в себе экономическую теорию, статистические данные и методы оценивания параметров, что позволяет проверить зависимости на статистическую значимость, а также использовать для прогнозирования и анализа.

Разработка эконометрической модели предприятия носит этапный характер. На начальной стадии определяются исследовательские цели и вычленяются релевантные факторы влияния. Далее аккумулируется информационная база, состоящая из временных рядов или панельных данных микро- и макросреды. После выбора функциональной формы уравнения осуществляется оценка его параметров и верификация модели на предмет гетероскедастичности, автокорреляции и мультиколлинеарности. Модель интегрируется в контур принятия управленческих решений только при подтверждении ее статистической надежности.

Эконометрические модели позволяют перевести управление предприятием из описательных рассуждений в обоснованные решения, что способствует актуализации долгосрочных планов и целей. Например, модели временных рядов и регрессионные уравнения продаж помогают оценить влияние факторов на объём выручки и доходность, а также подправить политику.

Моделирование с помощью эконометрики при управлении эффективно позволяет выявлять зависимости между показателями и принимаемыми управленческими решениями, что может повысить качество и обоснованность изменений стратегии. В этом случае модель выполняет функцию механизма обратной связи между принятыми решениями и полученными результатами, позволяет при необходимости пересматривать выбранную политику и ее направления.

На микроэкономическом уровне эконометрический инструментарий используется в задачах оптимизации операционной деятельности: планировании, распределении мощностей и управлении издержками. Посредством аппарата регрессионного анализа и моделирования временных рядов квантифицируется воздействие эндогенных и экзогенных детерминант на объемы производства, себестоимость продукции и продуктивность менеджмента ресурсов. Это обеспечивает высокую эластичность управленческой системы в условиях рыночной волатильности.

Часто такие модели используются для анализа финансовой устойчивости и рисков. Исследования позволяют оценить чувствительность рентабельности и ликвидности к изменениям внешней среды и принятым решениям. Это даёт возможность пересматривать политику и инвестиционные программы, делая финансовую деятельность предприятия более адаптированной к текущим условиям, что и понимается как её актуализация.

Одним из ключевых направлений актуализации деятельности предприятия является прогнозирование показателей с учётом различных факторов. Эффективное прогнозирование с учетом динамики рынка – ключевое условие стабильности компании. Регрессионный анализ и модели временных рядов дают

возможность формировать научно обоснованные прогнозы производственных результатов, изолируя и оценивая влияние как изолированных внешних шоков, так и устойчивых внутренних трендов.

Например, модели для прогнозирования промышленного и сельхозпроизводства позволяют оценивать сценарии возможного развития отраслей и предприятий. Для конкретного предприятия это означает возможность моделировать сценарии «что если» и заранее разрабатывать меры для адаптации. Моделирование выступает как инструмент, обеспечивающий основу для обновления и корректировки решений.

Несмотря на высокий потенциал, модели эконометрики имеют ограничения, которые нужно учитывать при их применении в управлении и актуализации деятельности. Качество выводов полностью зависит от качества и полноты исходных данных, правильной формулировки гипотез и выбора формы зависимости. Ошибки в спецификации модели, выборе факторов или пренебрежение изменениями в экономике могут приводить к неверным прогнозам. Кроме этого, эконометрические модели описывают статистические зависимости, которые не всегда совпадают с причинно-следственными связями. Поэтому интерпретация результатов требует использования экономической теории и статистической оценки.

Таким образом, эконометрические модели часто используются как инструмент актуализации деятельности предприятия при быстро изменяющейся среде. Они позволяют объединить статистические данные и математические методы для анализа процессов и построения прогнозов. Это даёт возможность предприятию своевременно пересматривать стратегию, оптимизировать производственные и финансовые процессы и опираться на обоснованные данные при принятии решений. С учётом растущей роли цифровизации применение таких моделей становится неотъемлемой частью современной технологии управления производством. Их использование дает возможность предприятиям поддерживать деятельность в актуальном состоянии и повышать конкурентоспособность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Гладилин, А. В.** Практикум по эконометрике / А. В. Гладилин, А. Н. Герасимов, Е. И. Громов. – М. : Феникс, 2016. – 336 с.

2 **Ивин, Е. А.** Методическое пособие по эконометрике: для социально-экономических специальностей / Е. А. Ивин, Н. В. Артамонов, А. Н. Курбацкий. – Вологда : ИСЭРТ РАН, 2016. – 184 с.

3 **Суханова, О. Н.** Эконометрические модели как инструмент анализа в управлении экономическими системами / О. Н. Суханова, О. В. Ментюкова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2016. – № 1. – С. 125–134.

4 **Яковлев, В. П.** Эконометрика / В. П. Яковлев. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2016. – 384 с.

Получено 22.05.2026

УДК 656.2:004.9

Д. И. ТИМОФЕЕВА, Б. В. БУЛАВИНА (СИ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

СОЗДАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО МЕТОДА ОПЛАТЫ В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

Проанализированы существующие способы оплаты проезда в общественном транспорте Беларуси и их недостатки. Предложена концепция биометрической системы оплаты на основе распознавания лица с использованием искусственного интеллекта. Описаны архитектура мобильного приложения, механизмы защиты данных и поэтапная модель внедрения, обеспечивающая доступность и безопасность для всех категорий граждан.

В Республике Беларусь на данный момент можно произвести оплату проезда в общественном транспорте двумя видами: наличные и оплата через специальные приложения [1]. Раньше существовала возможность пользования валидаторами для оплаты проезда, но это была тестовая версия, и в настоящее время не получила массового распространения.

В будущем планируют ввести общую систему оплаты проезда по всей стране, чтобы она работала и в столице страны, и в других городах Республики. Это будет удобно и для местных жителей, и для туристов [2].

Однако у любой системы оплаты, помимо очевидных плюсов, существуют и серьезные минусы. Первая проблема связана с пожилыми и социально уязвимыми группами населения. Не все пенсионеры или люди с низким доходом имеют смартфон или банковскую карту, а тем более умеют ими пользоваться. Полный отказ от наличных создаст для них непреодолимый барьер [3].

Вторая проблема – это зависимость от технологий. Если человек забыл телефон дома, разрядил его или потерял карту, он может оказаться в затруднительном положении, особенно если пункты продажи билетов будут упразднены. Эту проблему можно частично решить с помощью зарядных устройств в самом транспорте.

Третья проблема – это зависимость от работы оборудования. Если валидатор, система связи или сервер банка неисправны, оплатить проезд становится невозможно, что может парализовать работу целого маршрута.

Четвертая проблема – это связь. Для оплаты картой или телефоном часто требуется стабильное интернет-соединение у терминала, тогда как в метро или в отдаленных районах связь может пропадать, блокируя оплату.

Наконец, пятая проблема – это дробность систем для каждого региона. Хотя в рамках одного города система может быть удобной, наличие уникальных карт для каждого региона создает путаницу для туристов и людей, которые часто посещают другие регионы и страны. В идеале одно приложение или одна карта должны работать везде. Именно поэтому взгляд в будущее обращен к биометрическим системам оплаты – распознаванию лица, отпечатков пальцев, рисунка радужной оболочки глаза [4].

Внедрение искусственного интеллекта для распознавания лиц пассажиров, входящих в транспорт, станет не просто очередной модификацией оплаты картой или приложением, а действительно большим шагом в развитии системы оплаты общественного транспорта. Биометрические данные – это уникальные биологические признаки и характеристики, которые используются для идентификации личности и отличают конкретного человека от других. К таким признакам относятся отпечатки пальцев, строение лица, голос и многое другое. Биометрические системы фиксируют и преобразуют эти физические характеристики в цифровой шаблон. Во время регистрации система создает этот шаблон на основе первоначального сканирования и сохраняет его. Для проверки новый скан сравнивается с сохраненным шаблоном с использованием алгоритмов для определения соответствия, тем самым подтверждая личность пользователя.

В будущем эта система может стать самой удобной в повседневной жизни. Если обеспечить ее максимальной защитой и приспособить для всех слоев населения, то она может и вовсе стать основным видом оплаты проезда и других видов услуг. Больше не нужно будет искать в карманах проездной билет или пытаться в давке навести трясущийся телефон на QR-код, размещенный не всегда удобно. Достаточно посмотреть в камеру у двери. Камера сразу узнает пассажира, а на телефон придет тихое уведомление об оплате. Это и есть бесконтактная оплата по идентификации лица.

Работает это следующим образом: камера не отправляет фотографию пользователя в систему, вместо этого она делает его цифровой отпечаток – сложный код, из которого невозможно сделать обратно ваше изображение. Вот этот код и сравнивается с базой данных. Даже если злоумышленники каким-то чудом получают доступ к серверу, они увидят лишь миллионы бессмысленных наборов символов – собрать из них галерею лиц будет невозможно.

После каждой поездки пользователю приложения сразу приходит оповещение. Если вдруг ему придет сообщение об оплате, когда он дома, необходимо нажать кнопку «Это не я», чтобы заблокировать мошенников и заморозить аккаунт пользователя. Если камеры на входе – это личные кассиры пассажиров, то камеры в салоне – это незаметные, но бдительные спутники. Их главная и единственная задача – следить не за пассажирами, а за обстановкой вокруг. Во время поездки в автобусе под потолком, находятся несколько камер, алгоритмы которых распознают лица как квадратики

разных цветов: зеленые – проезд оплачен, красный – проезд не оплачен. Система намеренно использует технологию реального времени, которая «закрашивает» лица пассажиров еще до того, как изображение попадает на любой монитор, так что даже сотрудник службы безопасности видит салон как скопление обезличенных квадратов, а не конкретных людей.

Это нужно для того, чтобы сосредоточиться на самом главном – на действиях. Искусственный интеллект обучен распознавать не кто этот человек, а что происходит внутри салона. Он анализирует паттерны движения: отличает спокойную беседу от агрессивной жестикуляций, повседневную суету от неадекватного поведения. Он мгновенно заметит, если кто-то резко упадет, оставит подозрительный предмет или начнется драка. Это как иметь очень внимательного, но абсолютно тактичного охранника, который смотрит на общую картину, не вторгаясь в личное пространство.

В случае такого происшествия система не начинает следить за нарушителем – она подает сигнал на горячую линию для урегулирования таких ситуаций. Специалист видит то же самое размытое видео и получает от ИИ пометку: «возможный инцидент в салоне автобуса». Его задача – за секунды оценить контекст и принять решение: связаться с работником горячей линии для решения дальнейших действий, урегулировать ситуацию через громкую связь или, в крайнем случае, вызвать экстренные службы. При этом ни у кого нет возможности «приблизить» или «размыть» чье-то лицо – архитектура системы запрещает это на аппаратном уровне. Для вас, как для пассажира, это значит одно: пассажир может быть уверен, что в случае опасности помощь придет быстро, но при этом вас не будут рассматривать «в упор» без веской причины. Пассажир сохраняет свою анонимность. Его лицо, его одежда, его личные вещи – все это остается за пределами внимания системы. Она видит только события: падение, конфликт или попытку вандализма.

Это приложение – диспетчерский центр в кармане. Оно регистрирует пользователя в системе и дает ему полную власть над его данными и поездками.

С самого начала – безопасная регистрация. Когда вы впервые устанавливаете приложение, оно попросит вас сделать селфи. Но это не просто фотография для галереи. Камера приложения в этот момент активна и попросит пользователя повернуть голову, улыбнуться – это «оживленная» регистрация, которая нужна, чтобы создать уникальную и защищенную от подделки биометрическую модель. Эта модель сразу же шифруется и сохраняется в защищенной зоне телефона, а в систему передается только ее цифровой «отпечаток» – хэш. Пользователь подключает свою банковскую карту, и на этом подготовка заканчивается.

Сердце системы – диалог в реальном времени.

Человек заходит в автобус, камера у двери его узнала. В ту же секунду на экране его смартфона загорается push-уведомление. Оно не просто информативное – оно интерактивное.

Например, «Вход в автобус 20 оплачен. Списано 1 руб. 5 коп.»

Под текстом – две кнопки: «ОК» и «Это не я!»

Это ключевой момент контроля. Если это действительно Вы, то достаточно просто с улыбкой убрать телефон в карман. Но если пользователь в этот момент сидит дома или в офисе и получает такое сообщение – он одним касанием нажимает на «Это не я!» и запускает целый протокол безопасности:

- биометрический доступ немедленно блокируется;
- поездка помечается как «подозрительная»;
- в службу поддержки поступает сигнал для ручной проверки видеофрагмента с камеры (который, напомним, представляет собой лишь обезличенный хэш).

Но приложение работает не только в моменте оплаты. В нем есть раздел «История поездок», который похож на дневник ваших перемещений, но без слежки. В нем вы видите не просто сухие строчки: «15:30, автобус № 20». Пассажир видит полный контекст:

- «15:30. Автобус № 20. Оплата по лицу подтверждена»;
- «15:32. В салоне сработал датчик падения. Оператор проверил обезличенное видео. Инцидент не подтвердился».

Пользователь не только видит, за что заплатил, но и знает, что система безопасности работает, и как именно она работала в автобусе, не нарушая ничью приватность.

Понимая, что у людей может быть разный уровень комфорта, в приложение разработчики добавили главную кнопку уверенности – «Режим невидимости». Это цифровой аварийный выключатель. Нажав на нее, человек на 24 часа отключает биометрическую оплату по лицу. В этот период он сможет оплачивать проезд альтернативно – например, показывая QR-код из этого же приложения на том же самом сканере. Это дает вам абсолютную власть над системой в любой момент. Таким образом, приложение превращает передовую технологию из чего-то абстрактного и потенциально пугающего в осязаемый, простой и понятный инструмент. Оно делает пользователя не объектом системы, а ее полноправным оператором, который всегда в курсе происходящего и всегда имеет последнее слово.

В более долгосрочной перспективе целесообразно рассмотреть возможность создания новой системы оплаты, основанной на современных технологиях, таких как биометрия и искусственный интеллект. Биометрические методы, включая распознавание лица, отпечатков пальцев и радужной оболочки глаза, обладают высоким потенциалом в сфере идентификации личности и могут обеспечить максимально удобный и безопасный способ оплаты.

Таким образом, оптимальная модель внедрения должна представлять собой гибкий и поэтапный подход, сочетающий модернизацию существующих решений, внедрение новых технологий, развитие инфраструктуры и

социальную поддержку. Только комплексный подход позволит создать устойчивую, эффективную и доступную систему оплаты в общественном транспорте, соответствующую требованиям современного общества и готовую к вызовам будущего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 В Беларуси создают единую систему оплаты проезда. – URL: <https://money.onliner.by/2025/10/21/v-belarusi-sozdayut-edinuyu-sistemu-oplaty-proezda> (дата обращения: 07.05.2026).

2 Reddit – платформа для обсуждения различных тем и вопросов. – URL: <https://www.reddit.com> (дата обращения: 27.10.2025).

3 Оплати – платежная система на белорусском рынке. – URL: <https://www.oplati.by> (дата обращения: 10.05.2026).

4 Amazon – что такое машинное зрение? – URL: <https://aws.amazon.com> (дата обращения: 25.05.2026).

Получено 30.07.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.073.235

А. Д. ТРУБКИН (ВУД-41)

Научный руководитель – ст. преп. *С. В. КИРИК*

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСЛОВИЙ НЕСЕНИЯ СЛУЖБЫ КАРАУЛОВ ПО СОПРОВОЖДЕНИЮ ВОИНСКИХ ГРУЗОВ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

При перевозке личного состава караула необходимо иметь благоприятные условия. Рассматривается повышение комфортабельности перевозки караулов путем разработки контейнера для перевозки личного состава караула.

В настоящее время сопровождение воинских грузов караулами осуществляется в крытых вагонах, оборудованных для перевозки личного состава караула. Исходя из этого весьма актуальным вопросом является улучшение условий службы, организации внутреннего порядка караулов по сопровождению воинских грузов [1] в связи с отсутствием комфортных вагонов для перевозки личного состава караула.

Для решения данной проблемы был разработан 20-футовый контейнер, оборудованный для перевозки личного состава караула по сопровождению воинских грузов. Для утепления было принято решение обшить стены rig-

плитой, после этого обшить все стены ДСП шириной 16 мм. Для отопления караульного помещения в холодное время года предлагается оборудовать контейнер металлической печью. Металлическую печь личный состав также может использовать для приготовления и разогрева пищи.

В крытом вагоне, оборудованном для перевозки личного состава караула, в летний период плохое проветривание жилого помещения, а в контейнере, оборудованном для перевозки личного состава караула, для проветривания устроены два окна с торцевых сторон, которые обеспечивают хорошее сквозное проветривание в жаркую пору года, а также обеспечивают скрытность за счет своего расположения.

Контейнер оборудован двумя дверьми, одна из которых расположена с торцевой части контейнера, а другая – с боковой стороны. Жилая зона оборудована 2 одноярусными спальными местами и 3 двухярусными спальными местами, столом, 3 сидячими местами для бодрствующей смены, местом для хранения дров, шкафом для хранения личных вещей личного состава караула, вешалкой для сушки обмундирования. Также на стене располагается огнетушитель. В крытых вагонах, оборудованных для перевозки личного состава караула, в качестве освещения используются свечи. Для зарядки устройств связи, а также для организации освещения в контейнере, предлагается несколько вариантов:

1 Оборудовать крышу контейнера быстросъёмными солнечными батареями, а внутри контейнера разместить аккумулятор для накопления энергии.

2 Разместить внутри контейнера аккумулятор для обеспечения большей скрытности перевозок.

Для перевозки контейнеров на станцию погрузи и после выгрузки предлагается использовать грузовые автомобили, например, МАЗ-6317 и Урал-4320. Кроме того, контейнер можно использовать в полевых условиях, замаскировать и использовать в качестве караульного помещения, а также углубить в землю и использовать в качестве блиндажа. В этом случае при перевозке данных контейнеров в составе воинских эшелонов их перевозку можно осуществлять, не перегружая его на платформу отдельно, а оставлять погруженным на автомобиле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Кирик, С. В.** Улучшение условий службы караулов по сопровождению воинских грузов при перевозке железнодорожным транспортом / С. В. Кирик // 8-я Междунар. науч. конф. по военно-техническим проблемам, проблемам обороны и безопасности, использованию технологий двойного применения (Минск, 16–17 мая 2019 г.) : сб. науч. ст. В 5 ч. Ч. 3 / Государственный военно-промышленный комитет Республики Беларусь. – Минск : Лаборатория интеллекта, 2019. – С. 27–28.

Получено 15.06.2026

УДК 678.7/.8 : 691.175.51.8

А. С. ТУРОВЕЦ, А. Д. НОВИК (ПС-22)

Научный руководитель – канд. техн. наук *А. А. ВАСИЛЬЕВ*

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

Рассмотрены возможности создания композиционных материалов из полимерных отходов. Приведена классификация полимерных отходов и их структура по видам полимеров. Представлена классификация наполнителей. Рассмотрена технология подготовки полимерной основы и методы формования композитов из вторичных полимеров. Приведены основные области применения композитов из вторичных полимеров. Рассмотрена сравнительная эффективность рециклинга. Приведены текущий и прогнозируемый уровни долей переработки полимерных отходов Российской Федерации и Республики Беларусь.

Проблема накопления полимерных отходов приобретает планетарный масштаб. В Российской Федерации уровень переработки остаётся крайне низким по сравнению с общим объёмом образования отходов. Последствия загрязнения наземных и водных экосистем, а также разложение пластика до микропластика создают прямую угрозу здоровью человека и биоразнообразию. В связи с этим простого захоронения или сжигания отходов недостаточно, что обуславливает необходимость поиска принципиально новых подходов – в частности, создания композиционных материалов на основе вторичного полимерного сырья.

Полимерные отходы классифицируются по происхождению на две группы: отходы производства и отходы потребления.

Отходы производства – технологические потери (брак, литники, обрезки) – отличаются высокой чистотой, известным химическим составом и минимальной деструкцией. Их переработка наиболее рентабельна.

Отходы потребления – изделия, вышедшие из употребления. Они подразделяются на отходы производственного потребления (шины, парниковая плёнка) и бытовые отходы (упаковка, посуда). Именно бытовые отходы, входящие в состав твёрдых коммунальных отходов (ТКО), составляют до 50–60 % всех полимеров и представляют главную экологическую проблему.

Ключевая технологическая сложность – смешанные и многослойные отходы (до 17 % ТКО), которые при переплавке образуют расслаивающийся, хрупкий материал.

Структура отходов по типам полимеров приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура полимерных отходов по типам полимеров

Тип полимера	Доля в отходах, %	Основные изделия
Полиэтилен (ПЭ)	34	Плѐнка, канистры, трубы
ПЭТФ	20	Бутылки, упаковка
ПВХ	14	Профили, трубы, изоляция
Полистирол	8	Посуда, упаковка
Полипропилен	7	Упаковка, автодетали
Прочие	17	Смешанные отходы

Наполнители подразделяют на минеральные, органические и техногенные. Они выполняют три функции: упрочнение, удешевление и придание специальных свойств.

Минеральные наполнители (мел, тальк, кварц, зола-унос, стеклобой) повышают жѐсткость, термостойкость и снижают усадку.

Органические наполнители (древесные опилки, лузга подсолнечника, костра льна) создают древесно-полимерные композиты (ДПК) – лёгкие материалы с эстетикой натурального дерева.

Техногенные наполнители (зола-унос ТЭС, резиновая крошка) решают проблему утилизации промышленных отходов.

Критическая проблема – несовместимость гидрофобной полимерной матрицы и гидрофильных наполнителей. Решением является поверхностная модификация аппретами (органоциланами), которые создают «мостик» между фазами, повышая прочность композитов на 40–50 %.

Технологическая цепочка подготовки полимерной основы представлена на рисунке 1, а ее параметры – в таблице 2.



Рисунок 1 – Технологическая цепочка подготовки полимерной основы

Таблица 2 – Параметры технологической цепочки подготовки полимерной основы

Этап	Параметры	Оборудование
Дробление	Фракция 5–15 мм	Шредеры, роторные дробилки
Мойка	60–85 °С, многоступенчатая	Фрикционные мойки
Сушка	Остаточная влажность 0,2–0,5%	Центрифуга + термосушка
Грануляция	Фильтрация 80–100 мкм	Экструдер с вакуумной дегазацией

Применяются различные методы формирования композитов из вторичных полимеров:

- экструзия – основной метод для профильных изделий (террасная доска, трубы). Двухшнековые экструдеры обеспечивают качественное смешение высоконаполненных композиций;

- экструзионно-прокатно-формовочная технология (ЭПФТ) – инновационный метод получения тонких листов с ориентацией макромолекул и улучшенными свойствами;

- литьё под давлением – для сложных изделий (корпуса, автодетали, тара). Требует контроля показателя текучести расплава (ПТР);

- горячее прессование – для крупногабаритных изделий (плиты, поддоны) и высоконаполненных композиций;

- 3D-печать – перспективное направление кастомизированного производства из вторичного филамента.

Основные области применения композитов из вторичных полимеров:

- строительство – террасная доска, фасадные панели, гидроизоляция, дорожные покрытия. Композиты с отходами TetraPak снижают себестоимость в 2–3 раза;

- автомобилестроение – детали интерьера, шумоизоляционные панели с натуральными волокнами;

- товары широкого потребления – садовая мебель, поддоны, контейнеры для ТБО.

Сравнительная эффективность рециклинга представлена на рисунке 2.

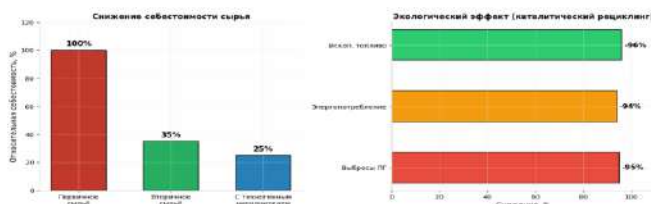


Рисунок 2 – Сравнительная эффективность рециклинга:

энергозатраты на рециклинг составляют менее 10 % от затрат на первичный синтез;

углеродный след снижается до 5 % при новых каталитических технологиях

Энергозатраты на рециклинг составляют менее 10 % от затрат на первичный синтез; срок окупаемости проектов – около 2 лет. Экологический эффект включает сокращение объёма полигонов (в РФ захоронено ~ 82 млрд т отходов) и снижение углеродного следа (до 95 % выбросов при новых каталитических технологиях).

Текущий и прогнозируемый уровни долей переработки полимерных отходов Российской Федерации и Республики Беларусь приведены на рисунке 3.

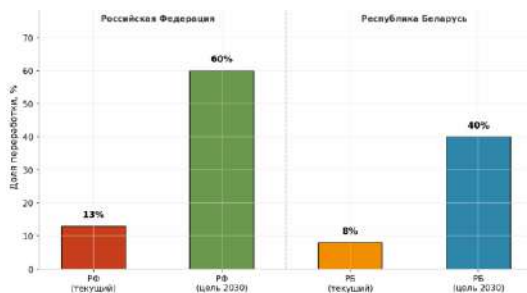


Рисунок 3 – Текущий уровень и целевые показатели доли переработки полимерных отходов

Композиты из отходов – это стратегическое направление формирования циркулярной экономики, соединяющее экологическую необходимость с промышленным развитием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Доклад «Состояние и перспективы развития рынка вторичных полимеров в России». – М. : Российский союз химиков, 2024.

Получено 20.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

UDC 629.4.083:004

A. V. FALEJCHIK (UD-11), V. D. PROKHORENKO (UA-11)
Supervisor – senior lecturer E. Y. MAKUTONINA

PREDICTIVE ANALYTICS (PREDICTIVE MAINTENANCE) OF LOCOMOTIVES = ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ (ПРОГНОЗНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ) В СИСТЕМЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ЛОКОМОТИВНОГО ПАРКА

The rail industry, the backbone of global logistics and transportation, operates a vast network of infrastructure and rolling stock, with locomotives serving as the primary driving force. Traditionally, locomotive maintenance has relied on routine unscheduled repairs, major overhauls for scheduled restorations, or scheduled preventative maintenance (scheduled maintenance regardless of condition). While these methods serve their purpose, they are often ineffective, as roads can still cause unexpected downtime, disrupting schedules and incurring significant costs. Predictive analytics, also known as predictive maintenance,

represents a paradigm shift in rail transport management, using data and advanced algorithms to predict equipment failures before they occur. In this paper, we will examine the concepts of predictive analytics as they apply to locomotive maintenance, its implementation, benefits, challenges, and future prospects for the rail industry.

What is a predictive analytics? Predictive analytics involves the use of data, statistical algorithms, and machine learning methods to predict the likelihood of future outcomes based on historical and current data. Unlike routine and capital maintenance, which wait for a component to fail, or preventative maintenance, which follows a fixed schedule, predictive maintenance focuses on the actual condition of the asset. For locomotives, this means continuous monitoring of various parameters to detect subtle breakdowns or damage that indicate imminent failure, allowing maintenance to be carried out exactly when needed, rather than too early or too late.

The use of predictive analytics on locomotives depends on reliable data collection and sophisticated analytical capabilities. Here are the main areas of this system's work:



Data collection involves equipping modern locomotives with numerous sensors that collect vast amounts of data in real time. These sensors monitor: engine parameters (temperature, oil pressure, fuel consumption, exhaust gas analysis); traction systems (engine temperature, current, voltage, vibration); brake systems (air pressure, brake pad wear, duty cycles); wheel sets and bogies (vibration, acoustic data to identify defects (e.g., wheel scuffs, bearing problems)); auxiliary systems: HVAC systems, lighting, door mechanisms); operational data (location, speed, load, route terrain, weather conditions); maintenance records (past failures, repairs, component life) and etc. After data collection, data is transferred and processed when collected data is transmitted wirelessly (e.g., via cellular or satellite networks) to a central cloud system. Here, the raw data is processed, cleaned, and linked to other relevant datasets. The next stage is analytical models: machine learning algorithms are applied to the processed data. This may include: Anomaly Detection (identifying unusual failures that deviate from normal operating conditions); Regression Models (predicting continuous values, such as the remaining service life of components); Classification Models (categorizing the type of future damage); Pattern Recognition (identifying relationships between various sensor readings and historical defect events); Deep Learning (for complex systems, neural networks can analyze complex relationships in high-dimensional data) and etc. The whole process ends with actionable recommendations: analytical models generate insights, identifying potential problems, predicting failure probabilities, and recommending specific maintenance actions. These insights are then presented to maintenance teams through user-friendly dashboards and alerts, enabling

them to proactively plan repairs.

Implementing predictive analytics for locomotive maintenance offers numerous benefits:

Reduction of unplanned downtime is achieved thanks to anticipating failures, maintenance can be scheduled during scheduled maintenance intervals or off-peak periods, significantly minimizing unexpected disruptions and delays. Thanks to predictive analytics, maintenance costs are optimized, because repairs are performed only when needed, reducing unnecessary component replacements, labor costs associated with scheduled but unnecessary maintenance, and emergency repair costs. This also optimizes spare parts inventory, enabling just-in-time procurement. With fewer breakdowns, operational efficiency is increased and locomotives spend more time in service, resulting in higher fleet utilization and improved schedule adherence. One of the most important benefits is increased safety: detecting potential component failures before they become critical significantly reduces the risk of accidents and operational incidents, improving safety for staff, passengers, and freight. Proactive maintenance prevents minor issues from developing into major damage, thereby extending the lifespan of expensive locomotive components and the entire train which increases the service life of locomotives. Also the advantage remains the improvement decision making: data-driven insights give maintenance managers and operators a clearer picture of rolling stock condition, enabling more informed strategic decisions regarding fleet management and capital expenditures.



A prime example of companies successfully implementing predictive analytics in locomotive maintenance is Wabtec Corporation, one of the largest providers of rail technology and solutions globally (including the acquisition of GE Transportation). Their approach demonstrates how digital transformation can dramatically improve the operational efficiency and reliability of rail transport.

Wabtec uses a vast network of sensors installed on locomotives to collect re-

al-time data on the operation of engines, traction systems, brakes, wheelsets, and many other critical components. This wealth of data, including temperature, pressure, vibration, current, and voltage, is transmitted to advanced cloud platforms. Here, sophisticated machine learning and artificial intelligence algorithms analyze these data streams, identifying even the smallest anomalies and faults. For example, their Locomotive Performance Management solutions can predict potential component failures weeks or even months before they occur. These predictive models allow railway operators to shift from major or scheduled maintenance to more proactive, condition-based maintenance, thereby significantly reducing unplanned downtime, optimizing maintenance schedules, and significantly improving the safety and availability of their entire locomotive fleet.

Another good example of predictive analytics is Deloitte Insights. While manufacturing companies like Wabtec focus on developing and implementing specific technology solutions, Deloitte, through its Deloitte Insights analytics platform, plays a key role in shaping the strategic vision and providing industry-specific metrics for predictive analytics. Deloitte Insights offers in-depth analysis of the trends, opportunities, and challenges facing rail operators as they transition to smarter maintenance.

In its reports and articles, Deloitte Insights frequently highlights how predictive analytics based on big data and machine learning is becoming a critical factor in enhancing the competitiveness and sustainability of rail companies. They highlight not only direct cost savings from reduced unplanned downtime and optimized locomotive maintenance schedules, but also broader strategic benefits such as improved safety, extended asset life, and increased customer satisfaction thanks to more reliable schedules. Deloitte's publications help rail leaders understand how to integrate predictive analytics into their overall digital transformation strategy, overcome barriers related to legacy infrastructure and data management, and build operating models capable of fully realizing the potential of predictive maintenance. Deloitte Insights thus serves as a valuable resource for understanding business cases, implementation approaches, and future directions for predictive analytics in the rail sector.

Railway Technology is a leading international online resource providing up-to-date information on events, technologies, and trends in the global rail industry. The publication plays a key role in highlighting the practical application and development of predictive analytics in rail transport, making this complex topic accessible to a wide audience of specialists.

Railway Technology features numerous articles, interviews, and case studies on how rail companies and suppliers are implementing predictive maintenance solutions for locomotives. The publication focuses on real-world examples: from installing new sensors on rolling stock to implementing comprehensive data analytics platforms. Publications often feature case studies of specific companies already using predictive models to monitor the condition of their locomotives, predict failures, and optimize maintenance processes. Railway Technology

demonstrates how these technologies help reduce operating costs, improve train reliability, reduce downtime, and ultimately improve the overall efficiency and safety of rail operations, making cutting-edge developments understandable and accessible to all industry participants.

Despite significant benefits, implementing predictive analytics for locomotives has a number of challenges. These include high initial investments in innovative technologies and analytics platforms, the complexity of interfacing new systems with legacy infrastructure, ensuring data quality and security, and the need for specialized skills (data analysts, machine learning engineers).

However, the future of predictive analytics in rail transport looks promising, with several emerging trends: Edge Computing (processing data closer to the source (on the locomotive itself) to reduce latency and bandwidth requirements); Digital Twins (creating virtual copies of physical locomotives that simulate their behavior and predict performance under different conditions); Artificial Intelligence Integration (moving beyond prediction to more autonomous decision-making and prescriptive actions); Holistic Network Optimization (integrating locomotive health data with overall rail network management for comprehensive operational optimization); Sustainability (optimizing fuel consumption and reducing emissions through improved operational insights) and etc.

To conclude it should be mentioned that predictive analytics is transforming locomotive maintenance from a pressing necessity into a strategic advantage. By harnessing the power of data and advanced algorithms, rail operators can transition to a more proactive, efficient, and reliable operating model. While challenges remain, the undeniable benefits in terms of cost savings, improved safety, and improved operational performance make predictive analytics an indispensable tool for the modern rail industry, paving the way for a more sustainable and reliable future of transportation.

LIST OF REFERENCES

- 1 **Siegel, E.** Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die / E. Siegel. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2016. – 368 p.
- 2 **Mobley, R. K.** An Introduction to Predictive Maintenance / R. K. Mobley. – Amsterdam : Elsevier Science, 2002. – 448 p.
- 3 **Kuhn, M.** Applied Predictive Modeling / M. Kuhn, K. Johnson. – New York : Springer, 2013. – 600 p.
- 4 Predictive analytics: the future of railway transportation // Siemens Mobility. – URL: <https://www.siemens.com/global/ru/company/topic/mobility/predictive-maintenance.html> (access date: 29.04.2026).
- 5 Digital diagnostics and predictive maintenance of rolling stock // Russian Railways. – URL: <https://www.rzd.ru/ru/9796/page/103299?id=25577> (access date: 17.04.2026).

Получено 28.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

УДК 625.84

В. В. ХАЧАТУРЯН, П. Д. ГАБЕЦ (СА-51)

Научный руководитель – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

БЕТОННЫЕ ПОЛОТНА ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Рассмотрена технология гибкого бетонного полотна Concrete Canvas и варианты его использования в дорожном строительстве. Наиболее востребованным направлением является устройство водоотвода и укрепление откосов. Потенциал материала для устройства и ремонта (в том числе и роботизированного) дорожных одежд раскрыт не полностью, требуется устройство опытных участков.

Цементобетонные покрытия характеризуются высокой прочностью на сжатие и модулем упругости, что позволяет эффективно воспринимать нагрузки от тяжеловесного транспорта без накопления остаточных пластических деформаций. Благодаря значительной жёсткости плиты напряжения от колёс распределяются на увеличенную площадь основания, снижая удельное давление на грунт. Срок службы цементобетонных покрытий достигает 30–50 лет, что позволяет минимизировать затраты на содержание и ремонты (текущий, капитальный). Дорожное покрытие из цементобетона сохраняет стабильный коэффициент сцепления во времени, имеет четкие границы (граница между материалом покрытия и материалом обочины) в свете фар в ночное время и не подвержено образованию колеи при высоких летних температурах, обеспечивая стабильный уровень безопасности движения. Кроме того, использование цементобетона снижает зависимость от нефтяных битумов.

Отрицательной характеристикой дорожного цементобетона можно назвать его низкую технологичность. При высоких температурах воздуха (более 30 °С) укладка бетона в покрытие останавливается, дальность транспортировки ограничивается сроками схватывания и риском расслоения смеси, а по уложенной в основание или покрытие смеси запрещается любое движение до набора прочности. Укладка бетонной смеси участками большой площади на наклонных поверхностях (откосы, конусы) затруднительна.

Инженеры и исследователи в области строительного материаловедения предлагали разные решения озвученных выше проблем. Наиболее интересным и перцептивным является технология так называемого «гибкого бетона», воплощенная в нескольких вариациях с общими чертами: наличие полотна (мата) с неорганическим вяжущим, подлежащим смачиванию водой и различными активаторами. Например, в странах СНГ доступно бетонное полотно Concrete Canvas и его аналоги.

Concrete Canvas представляет собой гибкое полотно, в котором трёхмерная полиэфирная сетка выполняет функцию несущего каркаса, а пространство заполнено сухой бетонной смесью. Края уложенных полотен закрепляются анкерами, а между собой полотна скрепляются при помощи саморезов, дюбель-гвоздей, клея-герметика или аппарата термической сварки. Одно из достоинств Concrete Canvas это – возможность укладки на любую поверхность, так как материал принимает форму основания. После смачивания водой композит затвердевает, формируя прочный слой с высокой водонепроницаемостью. При смачивании не требуется соблюдать водоцементное отношение. Конструкция, выполненная из такого бетонного полотна, уже через 24 часа после увлажнения набирает 80 % проектной прочности и может быть введена в эксплуатацию. Материал поставляется в рулонах и имеет диапазон толщин 5–13 мм.

Гибкое бетонное полотно можно использовать (рисунок 1):

- при устройстве систем водоотвода;
- ремонте систем водоотвода;
- укреплении откосов;
- строительстве дорожных одежд;
- ремонте дорожных одежд.



Рисунок 1 – Варианты применения бетонного полотна Concrete Canvas: устройство водоотводной канавы (слева) и укрепление откоса (справа)

Бетонное полотно Concrete Canvas в первую очередь служит для предотвращения размыва и эрозии различных каналов и склонов. Применительно к дорожному строительству данный материал уже сегодня может быть использован при укреплении дна и стенок водоотводных канав с уклоном более 20 %, укреплении дна около входного и выходного отверстия водопропускной трубы, укреплении водоотводных лотков, конусов откосов подходов насыпей к малым мостам, ремонте систем водоотвода из бетонных элементов с широко раскрытыми сплошными трещинами и пр.

Потенциал бетонных полотен при строительстве и ремонте дорожных одежд не раскрыт. С одной стороны, скорость и простота укладки должны

способствовать интенсивному применению материала при строительстве дорожных одежд, но ограничения по ровности, накладываемые на готовый слой, и необходимость обеспечения сцепных качеств покрытия требуют совершенствования технологии «гибкого бетона», определения рациональных вариантов использования и корректировки технических регламентов.

Устройство слоев оснований из бетонных полотен требует увеличения толщины рулона как минимум до 50 мм (в слой основания может укладываться несколько слоев бетонного полотна). Ввиду того, что основная функция основания – это перераспределение напряжений от действия транспортной нагрузки, а сама транспортная нагрузка непосредственно со слоем основания не взаимодействует – возможно увеличение допусков по ровности (величине просвета под дорожной рейкой).

Наиболее эффективным вариантом применения бетонного полотна при обеспечении сцепных качеств поверхности готового к использованию материала является ямочный ремонт бетонных покрытий. Значительно снижаются сроки проведения ремонта, риски производственного травматизма и риски недостаточно качественного выполнения работ. В контексте роботизации [2] процесса ямочного ремонта использование готовых заплат разной формы и размеров [3] из бетонного полотна расширяет функционал и возможности потенциального робота-комбайна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Статкевич, Д.** Инновационные технологии в строительстве автомобильных дорог / Д. Статкевич, Р. Ермаченок ; науч. рук. Е. П. Ходан // Транспортные сооружения : материалы 79-й студ. науч.-техн. конф., апрель-май 2023 г. / редкол. : С. Е. Кравченко (гл. ред.) [и др.] ; сост. В. А. Ходяков. – Минск : БНТУ, 2023. – С. 616–621.

2 **Габец, П. Д.** Анализ способов заделки выбоин на асфальтобетонных покрытиях с учетом возможности автоматизации технологического процесса / П. Д. Габец, Д. Ю. Александров // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XIII Междунар. науч.-практ. конф., посвященной Году качества, Гомель, 21–22 нояб. 2024 г. В 2 ч. Ч. 2. – Гомель : БелГУТ, 2024. – С. 304–306.

3 **Габец, П. Д.** О форме карты ямочного ремонта при роботизированном производстве работ по содержанию асфальтобетонных покрытий / П. Д. Габец // Наука – транспортной инфраструктуре : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, студентов и учащихся колледжей, Гомель, 21 марта 2025 г. – Гомель : БелГУТ, 2025. – С. 23–24.

Получено 28.05.2026

ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИЕ БЕТОНЫ

Показана значимость получения электропроводящих бетонов. Приведены основные законы и положения, определяющие создание электропроводящих бетонов (бетэлов). Представлены различия свойств традиционного и электропроводящего бетонов в зависимости от применяемых добавок. Приведены основные показатели электропроводящего бетона, сравнительная характеристика типов электропроводящих бетонов и сравнение типов электропроводящих бетонов на сжатие и изгиб. Представлены технологические пределы изготовления электропроводящего бетона.

Электропроводящие бетоны – бетоны, содержащие в качестве компонента дисперсные частицы, которые вводятся в состав в качестве наполнителя (заполнителя) и обладающие свойствами проводников. Для таких добавок могут использоваться как органические материалы (коксовый уголь, технический углерод), так и металлические порошки (металлическая стружка). При помощи развития данного типа технологий для подобных бетонов получают дешёвые нагреватели для помещений с большой площадью. Электропроводящие бетоны относятся к классу бетонов с заданными электротехническими свойствами. Получение бетонов с заданными электротехническими свойствами может решать две задачи: снижение электрической проводимости бетона и, наоборот, её повышение. Бетоны с пониженной электрической проводимостью получили название изоляционных, с повышенной – бетэлов (бетонов электропроводных). Традиционный бетон в нормальных условиях практически диэлектрик или слабый проводник. Электропроводящий бетон модифицирован для обеспечения заметной электрической проводимости.

Одним из ключевых физических явлений, сопровождающих прохождение тока через электропроводящий бетон, является эффект Джоуля – Ленца. При протекании электрического тока в проводящей структуре выделяется тепло, пропорциональное квадрату силы тока и сопротивлению материала [1]:

$$Q = I^2 R t, \quad (1)$$

где Q – количество выделившегося тепла, Дж; I – сила тока, А; R – электрическое сопротивление материала, Ом; t – время прохождения тока, с.

Характер распределения электрического тока внутри бетона определяется пространственной конфигурацией проводящих наполнителей. При равномерном включении углеродных или металлических волокон формируется относительно однородная проводящая сеть, обеспечивающая стабильные электрические и тепловые характеристики. Если же проводящие компонен-

ты распределены неравномерно и образуют локальные скопления, то ток концентрируется преимущественно в этих зонах. Это приводит к следующим отрицательным последствиям: неоднородности нагрева, снижению эффективности системы и потенциальному возникновению термических напряжений. Поэтому корректный подбор состава и оптимизация технологических параметров приготовления электропроводящего бетона являются ключевыми факторами, определяющими его эксплуатационные свойства [2].

Микрофотография структуры бетона приведена на рисунке 1.

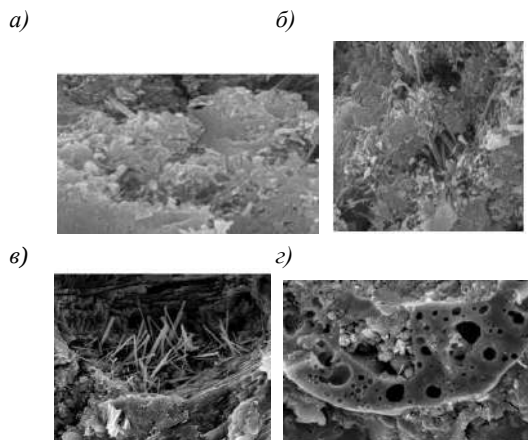


Рисунок 1 – Микрофотография структуры электропроводящего бетона:

- а* – короткопризматические кристаллы, имеющие продольное срастание в блоки;
б – гексагональные пластинки; игловидные кристаллы, пронизывающие поровое пространство;
в – форма дендритов или мелкокристаллическая; *з* – результат хемозипитексии

Если бетонная смесь помещена между электродами и подвергается воздействию переменного электрического поля, ионы, образовавшиеся в процессе гидратации цемента, начинают ускоряться под действием поля. Их движение в этом случае описывается соответствующим уравнением, отражающим динамику ионной проводимости в системе [2]:

$$m_i a_i = q_i \text{grad} U_i - \frac{q_i \sqrt{\frac{\sum z_i^2 e_0^2 n_i \cdot e^{\frac{z_i e_0 \Psi}{RT}}}{RT}}}{8\pi \epsilon \epsilon_0 RT \cdot \sqrt{\epsilon \epsilon_0 kT}} - q_i \cdot \frac{\Psi_0 \left(1 - e^{-2ZF a \cdot \sqrt{\frac{6\pi C_{\infty}}{\epsilon \epsilon_0 RT}}} \right)}{Z}, \quad (2)$$

где m_i – масса иона, кг; a_i – ускорение, получаемое ионом, м/с²; q_i – заряд иона, Кл; $\text{grad} U_i$ – градиент напряжённости прилагаемого электрического поля,

В/м; ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость; ϵ_0 – электрическая постоянная $8,85 \cdot 10^{-12}$, Ф/м; k – константа Больцмана ($k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К); T – температура раствора, К; n_i – локальная концентрация; z_i – валентность иона; e_0 – заряд электрона, Кл; C_∞ – концентрация раствора, г-моль/л; Z – расстояние от поверхности цементной частицы до иона, находящегося в движении под действием электрического поля, в диффузном слое, м; ψ – электрический потенциал в точке нахождения перемещающегося в электрическом поле иона; ψ_0 – электрический потенциал на поверхности цементной частицы, В; R – газовая постоянная.

Важным фактором является подвижность ионов, так как в электропроводящих бетонах существует два параллельных механизма проводимости: электронный (по добавкам) и ионный (по поровой жидкости цементного камня). Игнорирование ионной составляющей приводит к ошибкам в расчетах, нестабильности свойств:

$$\mu = c \cdot D = c \cdot \exp \left\{ \frac{-2}{h \cdot \sqrt{(2m_i(\Delta U - kT)) \cdot \Delta x}} \right\}, \quad (3)$$

где $c = \text{const}$; D – вероятность (средняя) перехода через потенциальный барьер; h – постоянная Планка; U – высота потенциального барьера (средняя); kT – энергия иона; Δx – ширина потенциального барьера (взята на уровне атомных расстояний: $x = 10^{-10}$ м).

Электропроводящий бетон состоит из вяжущего: портландцемента, стандартных заполнителей (песок, щебень) и воды, при этом в смесь вводят проводящие наполнители для создания проводящей сети внутри бетона. Для сохранения удобоукладываемости и равномерного распределения тонкодисперсных проводящих частиц в состав добавляют суперпластификаторы и дисперсанты. При использовании металлических наполнителей применяют ингибиторы коррозии и, при необходимости, антикоррозионные покрытия на волокнах. Примеры добавок, используемых в качестве дисперсных частиц, и их влияние на свойства электропроводящего бетона, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Добавки электропроводящего бетона

Добавка	Уровень проводимости	Влияние на прочность	Технологичность производства	Основные области применения
Графит	Средний	Незначительное	Требует равномерного распределения	Антистатические покрытия, умеренный нагрев

Окончание таблицы 1

Добавка	Уровень проводимости	Влияние на прочность	Технологичность производства	Основные области применения
Углеродные волокна	Высокий	Повышают прочность (армирование)	Сложнее равномерно распределить	Антиобледенение, обогрев, армирование
Металлургический шлак	Низкий – средний	Может снижать прочность	Легко вводится в смесь	Экономичные решения, умеренная проводимость
Стальная микросетка	Высокий	Может вызывать коррозию	Требуется защиты от влаги	Заземление, энергетические конструкции
Углеродные нанотрубки	Очень высокий	Улучшают свойства при малых дозах	Требуют сложной технологии	Высокотехнологичные системы, «умные» здания

Добавки формируют внутри цементного камня сеть проводящих каналов, обеспечивающих движение заряженных частиц. В отличие от традиционного бетона, структура которого препятствует прохождению тока, модифицированный материал демонстрирует заметное снижение электрического сопротивления [3].

Различия свойств традиционного и электропроводящего бетона представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства материалов

Свойство	Материал	
	Традиционный бетон (диэлектрик)	Электропроводящий бетон
Электропроводность	Очень низкая (изолятор)	Высокая (за счет добавок)
Основные компоненты	Цемент, песок, щебень, вода	Цемент + проводящие добавки (графит, углеродные волокна, металл)
Прочность	Высокая	Сохраняется, но зависит от состава
Область применения	Конструкции, несущие элементы	Антиобледенение, обогрев, заземление, «умные» здания
Стоимость	Низкая	Более высокая

В зависимости от добавки электропроводящие бетоны делят по типам. Сравнительная характеристика типов электропроводящих бетонов приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика типов электропроводящих бетонов

Тип бетона	Удельное сопротивление, Ом·м	Основные преимущества	Основные недостатки
Углеродный	0,2–10	Коррозионная стойкость, стабильность	Ограниченная проводимость
Металлический	0,1–0,5	Высокая проводимость, прочность	Коррозия, большой вес
Дисперсно-армированный	0,3–0,5	Оптимальное соотношение свойств	Сложность приготовления
Полимерный	0,01–1	Гибкость, адгезия	Ограниченная термостойкость

Поведение образцов различных типов электропроводящего бетона при различных видах нагрузок приведено на рисунке 2.

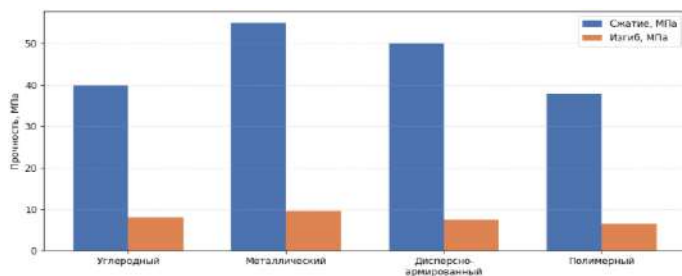


Рисунок 2 – Сравнение типов электропроводящих бетонов по результатам испытаний на сжатие и изгиб

Для оценки работы электропроводящего бетона применяются следующие показатели (таблица 4). Производство электропроводящего бетона требует спецоборудования: дозаторов, высокосдвигового смесителя, сухих смесителей или вибробункеров для предварительного смешивания, виброопалубки, вибростолов и приборов для измерения удельного сопротивления (четырёхэлектродным методом).

Таблица 4 – Показатели электропроводящего бетона

Параметры	Значение	Единица измерения
Максимальная температура нагрева	До 60	°С
Потребляемая мощность	10–30	Вт/м²
Толщина бетонного слоя	3–5	См
Удельное сопротивление	10–100	Ом·см
Срок службы системы	15–20	Год

Технологические пределы изготовления электропроводящего бетона:

- разработка рецептуры (целевое значение удельного сопротивления и требуемые прочностные характеристики);
- приём, складирование сырья, просеивание тонкодисперсных порошков, приготовление мастер-пасты;
- дозирование, сухое предсмешивание (цемент, мелкий заполнитель, проводящий порошок);
- контроль удобоукладываемости (осадка конуса);
- добавление крупного заполнителя, затем волокон или металлических элементов;
- влажное смешивание с водой и суперпластификатором в режиме высокого сдвига;
- укладка с виброуплотнением и установка электродов;
- отверждение: влажный уход ≥ 7 суток, при необходимости – контролируемый прогрев;
- испытания на прочность, удельное сопротивление, коррозионную стойкость;
- оформление документов, маркировка, отгрузка.

Перед утилизацией электропроводящий бетон классифицируют по типу наполнителя. Предпочтительны варианты повторного применения (ремонтные блоки, обратные засыпки). При переработке проводят дробление, магнитную сепарацию для извлечения металла и разделение лёгких углеродных фракций. При высоком содержании опасных компонентов отходы утилизируют как промышленные. Свойства электропроводящего бетона находят практическое применение в инженерных сооружениях. Тепло, выделяемое при прохождении электрического тока через материал, препятствует образованию наледи и обеспечивает безопасные условия эксплуатации в холодный период. Существуют реализованные проекты с использованием данного материала: проект в США (штат Небраска) – мост с электропроводящим бетоном для антиобледенения; складские комплексы в Китае – бетонные полы с подогревом и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Булюбаш, Б. В. Закон Джоуля – Ленца: лица, идеи, эксперименты / Б. В. Булюбаш. – URД; https://zakon_dzhoulia_lenca.pdf (дата обращения: 10.02.2026).
- 2 Бахрах, А. М. Влияние количества токопроводящего компонента на удельное электрическое сопротивление мелкозернистого электропроводного бетона / А. М. Бахрах, О. А. Ларсен, С. В. Самченко // Строительные материалы. – 2023. – № 11. – С. 46–51.
- 3 Коньков, В. В. Некоторые особенности применения электропроводящего бетона / В. В. Коньков // Проблемы современного строительства : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 28 мая 2020 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; редкол. : В. Ф. Зверев, С. М. Коледа. – Минск : БНТУ, 2020. – С. 242–247.

Получено 19.05.2026

УДК 338.32

М. Н. ЦЫМБАЛОВА (ГБ-31)

Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОЛИКВИДНЫМИ АКТИВАМИ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ТРАНСПОРТА

Рассматриваются теоретические основы построения модели управления высоколиквидными активами применительно к организациям транспорта. Обоснована необходимость адаптации существующих методик оперативного финансового планирования с учётом отраслевой специфики: неравномерности поступлений, длительности перевозочного цикла и разрыва между оказанием услуги и оплатой. Предложена структурная модель, включающая прогнозирование сальдо денежных средств, оценку транзакционных и альтернативных издержек, применение методов динамического программирования и выбор критерия принятия решений.

Практические исследования финансового состояния коммерческих предприятий свидетельствуют о том, что отсутствие эффективной системы оперативного финансового планирования в ряде случаев является одной из причин неплатежеспособности, а в конечном итоге может приводить к банкротству компании. Для организаций транспорта эта проблема стоит особенно остро, поскольку перевозочный процесс характеризуется высокой долей текущих обязательств (топливо, ремонт, дорожные сборы, заработная плата) и значительным разрывом между моментом оказания услуги и поступлением денежных средств от грузоотправителей. Решение данной проблемы связано с необходимостью совершенствования подходов и методов оперативного финансового планирования высоколиквидных активов с учётом отраслевой специфики и масштабов деятельности. Целью работы является обоснование теоретических принципов построения модели управления высоколиквидными активами транспортной организации.

Теоретической основой проведённого исследования являются научные труды отечественных и зарубежных учёных, посвящённые проблемам оперативного финансового планирования и управления ликвидностью, включая работы Бланка И. А., Ковалева В. В., Бригхем Ю., а также публикации по применению методов динамического программирования. В методологическом отношении авторы опирались на базовые экономи-

ко-математические методы, методы принятия управленческих решений, а также на подходы, изложенные в работах [1–4], где рассмотрено планирование высоколиквидных активов для промышленного предприятия с длительным производственным циклом. Характер проблемы потребовал обеспечения преемственности и единообразного подхода при её решении, но с обязательной адаптацией к транспортной специфике.

Основой для построения модели управления высоколиквидными активами транспортной организации послужила методика, представленная в работе Еремеева Д. В. и др. [1], развитие которой позволило выявить необходимые характеристики факторов, влияющих на процесс оперативного финансового планирования на транспорте. Разработанная модель включает двенадцать основных этапов, которые излагаются последовательно.

Первый шаг моделирования заключается в составлении графика платежей, который формируется с учётом множества факторов: плана оказания транспортных услуг, нормативов потребления топлива и запчастей, инвестиционного плана, банковских выписок, контрактов с грузоотправителями и получателями, внутренних приказов, расписания зарплат, счетов-фактур и сроков погашения финансовых обязательств. Ключевая задача платежного календаря – прогнозировать движение денежных потоков для покрытия текущих нужд, что даёт возможность вычислить остаток средств.

Второй этап предполагает оценку ликвидности компании на будущий период, опираясь на данные календаря. Хотя планируемый горизонт охватывает четыре недели, анализ проводится каждую неделю. Главное условие: остаток денег на счетах не должен падать ниже нуля. Итогом этого этапа становится определение итогового сальдо денежных средств на нескольких этапах неопределённости.

Третья стадия начинается, когда общее сальдо денежных потоков принимает отрицательное значение. На этом этапе требуется проанализировать и оценить различные варианты увеличения остатка денег на начало отчетного периода. Для транспортных компаний к таким альтернативам относятся привлечение банковского овердрафта, факторинг дебиторской задолженности, реализация краткосрочных финансовых активов либо отсрочка оплаты несрочных обязательств.

Четвертый этап заключается в составлении допустимых наборов альтернатив с применением метода динамического программирования. Процесс постановки задачи динамического программирования состоит из следующих действий: определяются параметры, описывающие состояние управляемой системы перед каждым шагом, а также рассчитывается вы-

игрыш, который дает управление на каждом этапе. Далее определяется, как изменяется состояние системы под влиянием управления на каждом шаге. Затем записывается основное функциональное уравнение динамического программирования (уравнение Р. Беллмана), выражающее условный оптимальный выигрыш начиная с определенного шага и до конца. Алгоритм метода состоит из двух этапов: условной оптимизации и безусловной. Результатом данного этапа является массив, показывающий зависимость между объемом привлечённых средств и суммой транзакционных издержек.

Пятый этап предполагает установление функциональной связи между объемом привлеченного капитала и величиной транзакционных расходов. На основе информации, полученной на предыдущей стадии, формируется функция, отражающая взаимосвязь данных двух показателей.

Шестой шаг реализуется при условии положительного значения общего денежного сальдо. В этот период выявляются возможные способы размещения временно свободных финансовых ресурсов и создается оптимальный инвестиционный портфель. Для транспортных компаний такими инструментами могут выступать депозиты до востребования или краткосрочные долговые обязательства. Итогом данного этапа становится набор данных, демонстрирующий зависимость между размером свободных средств и уровнем альтернативных издержек.

На седьмом этапе устанавливается функциональная связь между объемом размещенных активов и полученным доходом. Для практического выполнения расчетов целесообразно применять специализированное математическое программное обеспечение.

Восьмой этап предполагает определение оптимальной суммы перевода денежных средств путём построения функции общих издержек и нахождения её минимального значения. Математически оптимальный перевод находится путём вычисления производной функции, приравнивания её к нулю и нахождения действительных корней.

На девятом этапе происходит определение портфеля альтернатив для каждого шага, выбранного в интервале неопределённости сальдо денежных средств. Для значения оптимального перевода находится свой портфель альтернатив и сумма транзакционных издержек с применением метода динамического программирования. Также находятся для полученных портфелей суммы общих издержек при изменении общего сальдо денежных средств. Расчёт общих издержек производится по формуле, где общие издержки портфеля складываются с издержками, получаемыми при разнице между общим сальдо рассматриваемого портфеля и текущим сальдо.

На десятом этапе производится выбор критерия принятия решения на основе склонности лица, принимающего решение, к риску. Для оценки предполагаемых стратегий используются четыре критерия: Вальда, Гурвица, Сейвиджа, Лапласа – Байеса. Результатом данного этапа является выбор одного из установленных критериев.

На одиннадцатом этапе на основе выбранного критерия принятия решения проводится окончательный выбор портфеля альтернатив.

Двенадцатым этапом производится расчёт норматива абсолютной ликвидности. Расчётное значение норматива должно быть больше или равно единице, так как в этом случае выполняется график финансирования оборотных средств. Полученный норматив рекомендуется при оперативном финансовом планировании и анализе текущей финансовой деятельности, но его необходимо пересчитывать при изменении условий функционирования предприятия. Наличие нескольких вариантов сальдо денежных средств приводит к формированию вектора нормативных коэффициентов абсолютной ликвидности [5].

Представленная модель управления высоколиквидными активами транспортной организации может быть использована в деятельности экономических служб при проведении оперативного финансового планирования. При этом необходимо отметить, что внешняя среда и специфика деятельности конкретной транспортной организации (вид перевозок, сезонность, структура контрагентов) могут оказывать влияние на процесс планирования высоколиквидных активов, что требует регулярной калибровки модели и уточнения её параметров. Практическая значимость модели состоит в снижении риска кассовых разрывов и повышении обоснованности решений по привлечению и размещению краткосрочных финансовых ресурсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Методика планирования высоколиквидных активов предприятия / Д. В. Еремев, И. В. Маркевич, А. Р. Оголь, А. С. Бондарев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2021. – Т. 2, № 7. – С. 211–213.
- 2 Семенова, А. Н. Ликвидность компании: проблемы, опыт и возможности ее улучшения / А. Н. Семенова, Д. А. Пешкина // Молодой ученый. – 2017. – № 5 (139). – С. 244–247.
- 3 Бланк, И. А. Управление финансовой устойчивостью предприятия / И. А. Бланк. – М. : Эльга, 2016. – 412 с.
- 4 Ковалев, В. В. Финансовый менеджмент: теория и практика / В. В. Ковалев. – М. : Проспект, 2019. – 1104 с.
- 5 Вентцель, Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология : учеб. пособие / Е. С. Вентцель. – 5-е изд. – М. : КНОРУС, 2013. – 192 с.

Получено 31.05.2026

УДК 625.11:004.9

П. Д. ЧЕКАНОВ, Р. П. БЕРНЕЙ (СИ-41), З. М. КРАВЦОВ (ЗСс-61)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ КЛИЕНТСКОГО ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПАСПОРТИЗАЦИИ КРИВЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФАКТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Рассмотрено клиентское веб-приложение для паспортизации кривых, разработанное на основе Serverless Client-side. Приложение автоматизирует оценку фактических параметров кривых, выявление расстроенных участков, расчёт скоростей и непогашенного ускорения. Архитектура на Vite, визуализация через Canvas 2D API, генерация .docx-отчётов и цветовая индикация статусов обеспечивают оперативную подготовку документации и обоснование ремонтных работ.

С 6 ноября 2020 года на Белорусской железной дороге внедрена методика оценки фактических параметров кривых участков пути, предназначенная для их паспортизации [1]. Данный подход направлен на решение комплекса задач по контролю и оптимизации состояния пути [2]. Методика обеспечивает обнаружение участков, не соответствующих установленным скоростям движения поездов [3]. Важной функцией является диагностика «расстроенных» кривых и формирование их ранжированного списка по степени расстройства. Кроме того, система выявляет расхождения между фактическим и проектным положением кривых.

Паспортизации подлежат только кривые, расположенные на главных путях дороги, основным требованием которой является строгое соблюдение действующих нормативов для заданных скоростей движения [3]. При этом параметры устройства кривой должны обеспечивать рациональные величины непогашенного ускорения, скорости его изменения и крутизны отвода возвышения при фактических скоростях поездов [3, 4].

Программное обеспечение (ПО) разработано для автоматизации расчётов, выполняемых при оценке технического состояния железнодорожных кривых в плане и поиска оптимальных параметров при паспортизации. Программа реализована в виде веб-приложения и функционирует в среде современного интернет-браузера без установки дополнительного программного обеспечения [5]. Тип: клиентское веб-приложение с локальной вычислительной логикой и генерацией документов.

Программа применяется в следующих производственных ситуациях:

– при паспортизации железнодорожных кривых в плане;

- оценке допускаемой скорости движения поездов по кривой с учётом её фактического геометрического состояния;
- анализе расстроенности кривой и определении степени её отклонения от проектного положения;
- подготовке технической документации по результатам обследования кривой;
- обосновании необходимости назначения ремонтных работ на кривой.

Приступая к разработке ПО, необходимо определиться с выбором программных средств. Так как в настоящее время методы визуального программирования являются весьма популярными и востребованными, их применение позволяет в значительной степени сократить число ошибок, допускаемых человеком при разработке программ и повысить надежность программирования.

Проект реализован как одностраничное веб-приложение, функционирующее исключительно на стороне клиента. Архитектура базируется на принципе Serverless Client-side, что исключает необходимость в серверной обработке и внешнем API.

Таким образом, приложению не потребуется постоянного интернет-соединения после первичной загрузки. Для управления модулями и подготовки проекта к развертыванию используется современный инструмент сборки Vite. Использование стандартных механизмов Vite позволяет избежать избыточной конфигурации, используя index.html как точку входа. Для формирования отчетности используется библиотека dosx. Она позволяет генерировать файлы формата .dosx программно на стороне клиента, используя объектную модель документа. Визуализация графиков зависимости $a(h)$ реализована через нативный Canvas 2D API. Для сохранения конфигурации пользовательских блоков используется Web Storage API (localStorage). Данные сохраняются в формате JSON, что обеспечивает восстановление интерфейса при перезагрузке страницы.

При разработке любого программного обеспечения, предназначенного для применения в инженерной практике, ключевым этапом является формирование полного и непротиворечивого перечня требований.

Требования служат основой для проектирования архитектуры системы, определяют границы её функциональности и задают критерии качества, по которым впоследствии оценивается результат разработки.

Отсутствие чётко сформулированных требований неизбежно приводит к появлению ошибок проектирования, которые крайне сложно и дорогостояще устранять на поздних стадиях.

В данном проекте требования были выработаны исходя из анализа предметной области – паспортизации и анализа характеристик железнодорожных кривых. Программный продукт должен не просто автоматизировать отдельные вычисления, но и обеспечить сквозной процесс: от ввода исход-

ных данных до формирования готового документа, пригодного для включения в техническую документацию.

С точки зрения совместимости программа должна корректно функционировать во всех актуальных версиях основных браузеров: Google Chrome, Mozilla Firefox, Microsoft Edge без необходимости установки дополнительных плагинов, расширений или программного обеспечения.

Работа системы не должна зависеть от наличия серверной инфраструктуры – все вычисления должны выполняться целиком на стороне клиента, что обеспечивает возможность использования программы в условиях ограниченного или отсутствующего доступа к сети Интернет.

Требования к производительности предполагают, что результаты расчёта должны отображаться без видимых задержек (рисунки 1 и 2). Учитывая, что все вычисления выполняются в памяти браузера и не требуют обращения к внешним ресурсам, время отклика системы не должно превышать долей секунды даже на слабых вычислительных устройствах.

Надёжность системы обеспечивается прежде всего качественной валидацией входных данных. Программа должна проверять наличие всех обязательных полей, корректность числовых значений (отсутствие отрицательных радиусов, корректность порядка «начало – конец» для координат), а также логическую согласованность пар данных: например, координаты круговой кривой должны находиться внутри диапазона общей переходной кривой. При обнаружении ошибок программа должна выдавать конкретное и понятное сообщение, указывая на проблемное поле.

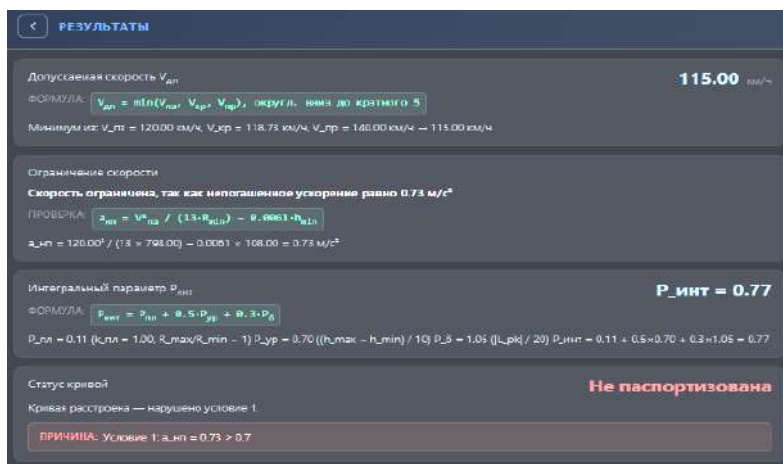


Рисунок 1 – Блок результатов (расстроенность и статус кривой)

УСЛОВИЯ ПАСПОРТИЗАЦИИ				
#	УСЛОВИЕ ПАСПОРТИЗАЦИИ	ДОП. ЗНАЧЕНИЕ	ФАКТ. ЗНАЧЕНИЕ	СТАТУС
1	Непогашенное ускорение $a_{\text{нпг}}$	0.7 м/с²	0.73 м/с²	НЕ ВЫПОЛНЕНО
2	Скорость изм. непогашенного ускорения	0.6 м/с²	0.23 м/с²	ВЫПОЛНЕНО
3	Отвод возвышения (макс.) для $V_{\text{нпг}}$	1.00 мм/м	0.86 мм/м	ВЫПОЛНЕНО
4	Отклонение $R_{\text{фп}}$ от $R_{\text{нпг}}$	10%	3.03%	ВЫПОЛНЕНО
5	Разброс уровня $h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}}$	15 мм	7.00 мм	ВЫПОЛНЕНО
6	Смещение план. уровня $ L_{\text{пк}} $	20 м	21.00 м	НЕ ВЫПОЛНЕНО
7	Макс. несовпадение в точках (КТПК2)	20 м	30.00 м	НЕ ВЫПОЛНЕНО
ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ПАСПОРТИЗАЦИИ				
✗ Кривая расстроена условия 1–6: не выполнено условие 1				
✗ Кривая не паспортизована кривая расстроена — не выполнено условие 1				

Рисунок 2 – Блок результатов (заключение о паспортизации)

Оценка состояния фактической кривой согласно методике произведена по ряду условий паспортизации, на основании рассчитанных величин, которые сравнивались с допускаемыми значениями, определен статус каждого условия. Для быстрой ориентации пользователя в сформированном отчете в колонке «Статус» реализована функция цветовой индикации. Зеленый цвет – положительный итог, красный – отрицательный (рисунок 3).

№	Условие паспортизации	Допускаемое значение	Фактическое значение	Статус
1	Непогашенное ускорение $a_{\text{нпг}}$	0.7 м/с²	1.65 м/с²	Не выполнено
2	Скорость изм. непогашенного ускорения	0.6 м/с²	1.05 м/с²	Не выполнено
3	Отвод возвышения (макс.) для $V_{\text{нпг}}$	1.40 мм/м	2.10 мм/м	Не выполнено
4	Отклонение $R_{\text{фп}}$ от $R_{\text{нпг}}$	10%	4.99%	Выполнено
5	Разброс уровня $h_{\text{макс}} - h_{\text{мин}}$	15 мм	3.00 мм	Выполнено
6	Смещение план-уровень $ L_{\text{пк}} $	20 м	12.00 м	Выполнено
7	Макс. несовпадение в точках (КТПК2)	20 м	16.00 м	Выполнено

Рисунок 3 – Блок результатов (заключение о паспортизации)

Результаты функции расчёта непогашенного ускорения, сгруппированные по скоростным режимам. Таблица строится по группам расчётных скоростей (до 4 групп). Каждая группа занимает три столбца: h (возвышение, мм), A (непогашенное ускорение, м/с²), $L_{\text{пк}}$ (требуемая длина переходной кривой, м) (рисунок 4).

Rcp = 1282.00 м Vпз = 120			R1 = 1200.00 м Vпз = 120			R2 = 1250.00 м Vпз = 120			R3 = 1300.00 м Vпз = 120		
км/ч			км/ч			км/ч			км/ч		
h, мм	a, м/с²	Лпк, м	h, мм	a, м/с²	Лпк, м	h, мм	a, м/с²	Лпк, м	h, мм	a, м/с²	Лпк, м
0	0.864	20	0	0.923	20	0	0.886	20	0	0.852	20
5	0.834	20	5	0.893	20	5	0.856	20	5	0.822	20
10	0.803	20	10	0.862	20	10	0.825	20	10	0.791	20
15	0.773	20	15	0.832	20	15	0.795	20	15	0.761	20
20	0.742	30	20	0.801	30	20	0.764	30	20	0.73	30
25	0.712	40	25	0.771	40	25	0.734	40	25	0.7	40
30	0.681	40	30	0.74	40	30	0.703	40	30	0.669	40
35	0.651	50	35	0.71	50	35	0.673	50	35	0.639	50
40	0.62	50	40	0.679	50	40	0.642	50	40	0.608	50
45	0.59	60	45	0.649	60	45	0.612	60	45	0.578	60
50	0.559	70	50	0.618	70	50	0.581	70	50	0.547	70
55	0.529	70	55	0.588	70	55	0.551	70	55	0.517	70
60	0.498	80	60	0.557	80	60	0.52	80	60	0.486	80
65	0.468	90	65	0.527	90	65	0.49	90	65	0.456	90
70	0.437	90	70	0.496	90	70	0.459	90	70	0.425	90
75	0.407	2Lmc>Lk.np	75	0.466	2Lmc>Lk.np	75	0.429	2Lmc>Lk.np	75	0.395	2Lmc>Lk.np
80	0.376	2Lmc>Lk.np	80	0.435	2Lmc>Lk.np	80	0.398	2Lmc>Lk.np	80	0.364	2Lmc>Lk.np
85	0.346	2Lmc>Lk.np	85	0.405	2Lmc>Lk.np	85	0.368	2Lmc>Lk.np	85	0.334	2Lmc>Lk.np
90	0.315	2Lmc>Lk.np	90	0.374	2Lmc>Lk.np	90	0.337	2Lmc>Lk.np	90	0.303	2Lmc>Lk.np
95	0.285	2Lmc>Lk.np	95	0.344	2Lmc>Lk.np	95	0.307	2Lmc>Lk.np	95	0.273	2Lmc>Lk.np
100	0.254	2Lmc>Lk.np	100	0.313	2Lmc>Lk.np	100	0.276	2Lmc>Lk.np	100	0.242	2Lmc>Lk.np
105	0.224	2Lmc>Lk.np	105	0.283	2Lmc>Lk.np	105	0.246	2Lmc>Lk.np	105	0.212	2Lmc>Lk.np
110	0.193	2Lmc>Lk.np	110	0.252	2Lmc>Lk.np	110	0.215	2Lmc>Lk.np	110	0.181	2Lmc>Lk.np
115	0.163	2Lmc>Lk.np	115	0.222	2Lmc>Lk.np	115	0.185	2Lmc>Lk.np	115	0.151	2Lmc>Lk.np
120	0.132	2Lmc>Lk.np	120	0.191	2Lmc>Lk.np	120	0.154	2Lmc>Lk.np	120	0.12	2Lmc>Lk.np
125	0.102	2Lmc>Lk.np	125	0.161	2Lmc>Lk.np	125	0.124	2Lmc>Lk.np	125	0.09	2Lmc>Lk.np
130	0.071	2Lmc>Lk.np	130	0.13	2Lmc>Lk.np	130	0.093	2Lmc>Lk.np	130	0.059	2Lmc>Lk.np
135	0.041	2Lmc>Lk.np	135	0.1	2Lmc>Lk.np	135	0.063	2Lmc>Lk.np	135	0.029	2Lmc>Lk.np
140	0.01	2Lmc>Lk.np	140	0.069	2Lmc>Lk.np	140	0.032	2Lmc>Lk.np	140	-0.002	2Lmc>Lk.np
145	-0.02	2Lmc>Lk.np	145	0.039	2Lmc>Lk.np	145	0.002	2Lmc>Lk.np	145	-0.032	2Lmc>Lk.np
150	-0.051	2Lmc>Lk.np	150	0.008	2Lmc>Lk.np	150	-0.029	2Lmc>Lk.np	150	-0.063	2Lmc>Lk.np

Рисунок 4 – Результаты реализации функции расчета

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Методика по оценке фактических параметров устройства кривых участков пути мобильными диагностическими средствами для их паспортизации : официальное издание : утв. приказом от 02.11.2020 № 838 НЗ. – Введ. 06.11.2020. – Минск, 2020. – 10 с.

2 **Косенко, С. А.** Диагностика и мониторинг железнодорожного пути : учеб. пособие / С. А. Косенко, А. А. Севостьянов, М. А. Карюкин. – М. : ФГБУ ДПО «УМЦ по образ. на ж.-д. транспорте», 2024. – 144 с.

3 СТП БЧ 09150.56.010-2005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Введ. 01.07.06. – Минск : Белорусская железная дорога, 2006. – 283 с.

4 Железнодорожный путь : учеб. / под ред. Е. С. Ашпиз. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : ФГБУ ДПО «УМЦ по образ. на ж.-д. транспорте», 2021. – 575 с.

5 **Сапрыкин, А. Н.** Основы веб-программирования : HTML 5, CSS 3, JavaScript : учеб. пособие для вузов / А. Н. Сапрыкин. – М. : Texbooks, 2020. – 288 с.

Получено 30.07.2026

УДК 656.2:004.9

П. Д. ЧЕКАНОВ, Р. П. БЕРНЕЙ (СИ-41), А. В. КУРАШ (ЗСс-61)

Научный руководитель – ст. преп. *В. В. РОМАНЕНКО*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА СДВИЖЕК ПРИ СОДЕРЖАНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Рассматривается автоматизация ручного определения величин сдвижек при рихтовке железнодорожных кривых. Предложено веб-приложение, обрабатывающее натурные промеры стрел изгиба, рассчитывающее проектную кривую и подбирающее оптимальные сдвижки с учётом нормативных допусков. Программа обеспечивает прозрачность вычислений и позволяет снизить трудоемкость инженерных решений.

Обеспечение плавности и стабильности железнодорожного пути в кривых участках является одной из ключевых задач текущего содержания, напрямую влияющей на безопасность движения поездов. Основным технологическим процессом, позволяющим корректировать геометрию рельсовой колеи в плане, является рихтовка, в ходе которой пути придается либо проектное положение либо положение, удовлетворяющее требованиям [1]. Однако до настоящего времени оперативное определение величины необходимых поперечных сдвижек рельсовых нитей производится визуальнометодическим методом, основанном на измерении стрел изгиба с дальнейшим расчетом, что требует значительных временных затрат [2].

Разработанное программное обеспечение (ПО) представляет собой веб-приложение [3], предназначенное для обработки результатов натурных промеров геометрического положения железнодорожных кривых методом стрел изгиба, а также подготовки инженерного решения о величине и направлении сдвижек криволинейного участка при его рихтовке.

ПО автоматизирует рутинные операции, которые при ручной обработке ведомости стрел занимают значительное время, в последовательности:

- расчет разности смежных натурных стрел изгиба [4];
- проверка расчетной разности на соответствие допускаемым значениям по скорости движения поездов;
- построение графика стрел изгиба натурной кривой;
- построение графика стрел изгиба проектной кривой на основании рассчитанного среднего значения стрел изгиба натурной кривой;
- подбор оптимального значения рихтовочных сдвижек и поправок (при необходимости для нескольких этапов);
- построение графика стрел изгиба для результирующей расчетной кривой;
- контроль результата определения значения рихтовочных сдвижек.

Программа не заменяет натурную проверку пути [5] и не является распоряжением на производство работ – она формирует предварительный расчет, который специалист использует при принятии решения, а также вносит изменения в предложенный расчет.

Все промежуточные величины (исходные стрелы изгиба, разности, проектные значения, сдвиги, поправки и расчетные стрелы изгиба) отображаются в таблице, что обеспечивает прозрачность и проверяемость вычислений.

Задачи ПО, ввод и проверка исходных данных:

- количество точек, длина хорды, длины переходных и круговой частей кривой, значения стрел изгиба и скорость движения;
- импорт исходных промеров из файла Excel и контроль корректности ввода (заполненность точек, числовой формат, допустимые диапазоны);
- расчет разностей смежных стрел изгиба (Δf) и определение их максимального значения;
- выбор допустимой разности стрел в зависимости от скорости движения по нормативной таблице допусков;
- выявление проблемных промежутков, где разность стрел превышает допуск;
- построение проектной трапеции кривой с учетом границ переходных и круговой частей;
- автоматический подбор рихтовочных сдвижек с учетом ограничений (округление до шага, предельная величина сдвигки, минимальное расстояние между сдвигками) и расчет поправок в соседних точках;
- формирование двух вариантов расчета – без перерасчета и с перерасчетом – и выдача рекомендации по выбору предпочтительного варианта;
- расчет итоговых стрел (f_1) и новых разностей (Δf_1) после применения сдвижек и контроль результата на соответствие допуску;
- наглядное представление результатов в виде сводной таблицы и графика (фактическая кривая, проектная кривая, расчетная кривая и линия разности стрел);
- вывод инженерного заключения: допустима ли выбранная скорость, какие участки требуют внимания и какой вариант расчета предпочтителен.

Формат Excel выбран как универсальный способ обмена. В большинстве производственных задач ведомости промеров удобно хранить именно в таблицах, поэтому приложение поддерживает импорт файлов .xlsx, .xls и .csv. После импорта значения автоматически переносятся в блок ввода точек. Пользователь может проверить их на экране, при необходимости исправить отдельные значения и только затем запускать расчет. Такой порядок уменьшает вероятность скрытой ошибки.

На рисунке 1 показана логика прохождения данных: от исходного файла к расчетному ядру, далее к таблице и графику. Такой поток соответствует практическому процессу: сначала промер, затем расчет, затем анализ результатов.



Рисунок 1 – Структура обработки исходных данных в программе

Программа не хранит данные на сервере. Вся обработка выполняется в браузере, что упрощает запуск и исключает необходимость настройки базы данных. Для разработки данного ПО это является важным преимуществом, так как приложение можно открыть на любом рабочем компьютере с браузером. Интерфейс приложения разделен на несколько логических блоков (рисунок 2). Первый блок содержит параметры расчета: количество точек, длину хорды, длины ЛПК1, ЛКК, ЛПК2 и скорость. Такое расположение соответствует порядку подготовки исходных данных.



Рисунок 2 – Главное окно веб-приложения

Второй блок предназначен для значений точек. После генерации или импорта появляются поля f_0 , f_1 , f_2 и т. д. Между точками размещены кнопки добавления, что позволяет вставить дополнительное значение без полного пересоздания ведомости.

Третий блок показывает итоги: максимальную разность стрел, допустимую скорость, заключение и участки с превышением. Это краткая сводка, которую пользователь видит после расчета без необходимости сразу анализировать всю таблицу. Четвертый блок объединяет график и таблицу. График строится на canvas, а таблица формируется динамически. Для удобства предусмотрены переключатели отображения серий f , проектной кривой, f_1 и Δf . В интерфейсе также реализованы кнопки масштабирования и экспорта графика в PNG. Это полезно при оформлении отчета или диплома, так как график можно сохранить и вставить в документ как рисунок.

Для удобства работы интерфейс можно разделить на функциональные зоны: блок задания исходных параметров, строку быстрого выбора допуска по скорости, панель ввода стрел, область итогов и область визуального контроля. Такая компоновка выбрана специально, чтобы пользователь двигался по расчету сверху вниз: сначала задавал исходные данные, затем вводил точки, после чего получал расчетную таблицу и график (рисунок 3).

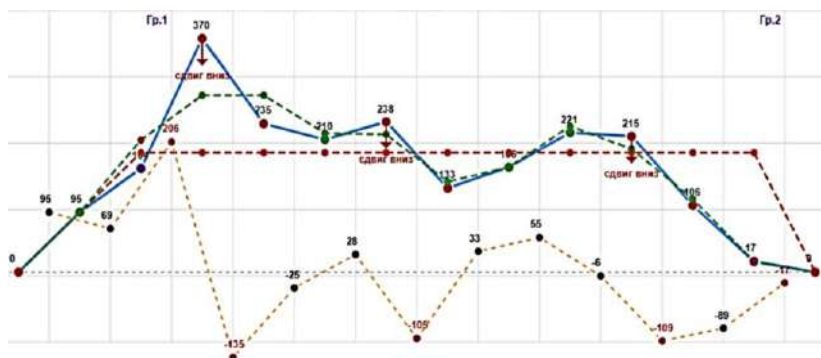


Рисунок 3 – Итоговый график определения величины сдвижек

Разработанное ПО автоматизирует расчёт сдвижек, сокращая время обработки и уменьшая влияние человеческого фактора. Поддержка импорта из Excel и экспорта графиков упрощает интеграцию в существующий документооборот. Приложение не заменяет натурную проверку, но даёт достоверную расчётную основу для выбора варианта рихтовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СТП БЧ 09150.56.010-2005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Введ. 01.07.06. – Минск : Бел. ж. д., 2006. – 283 с.
- 2 Железнодорожный путь : учеб. / под ред. Е. С. Ашпиз. – Изд. 2-е, испр. и доп. – М. : ФГБУ ДПО «УМЦ по образ. на ж.-д. транспорте», 2021. – 575 с.
- 3 **Сапрыкин, А. Н.** Основы веб-программирования: HTML 5, CSS 3, JavaScript : учебное пособие для вузов / А. Н. Сапрыкин. – М. : Texbooks, 2020. – 288 с.
- 4 **Бринь, М. Я.** Расчет элементов и разбивка железнодорожных кривых : учеб. пособие / М. Я. Бринь, Н. В. Канашин, В. И. Полетаев ; под ред. М. Я. Бриня. – СПб. : Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2008. – 36 с.
- 5 **Косенко, С. А.** Диагностика и мониторинг железнодорожного пути : учеб. пособие / С. А. Косенко, А. А. Севостьянов, М. А. Карюкин. – М. : ФГБУ ДПО «УМЦ по образ. на ж.-д. транспорте», 2024. – 144 с.

Получено 30.07.2026

УДК 004.056.5

Д. А. ЧЕПКО, А. С. ИВОЛГА (ЭМ-21)

Научные руководители: старшие преподаватели *В. Е. МИНИН,*
С. С. ТАТУР

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МУЛЬТИСКАНЕРНОГО ОНЛАЙН-СЕРВИСА VIRUSTOTAL ДЛЯ ОЦЕНКИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Произведен комплексный анализ функциональных возможностей и архитектурных ограничений онлайн-сервиса VirusTotal как инструмента для вторичной диагностики файлов, URL-адресов и хеш-сумм. Исследована методология формирования отчетов на основе агрегации данных более 70 антивирусных движков и систем песочниц. Определены критерии оценки релевантности результатов сканирования с учетом весовых коэффициентов и репутации антивирусных лабораторий. Рассмотрены сценарии использования сервиса для различных категорий пользователей, включая ИТ-специалистов и исследователей кибербезопасности, а также выявлены ключевые риски, связанные с обработкой конфиденциальных данных в публичной среде.

В условиях экспоненциального роста числа сложных целенаправленных атак (APT) и увеличения объема полиморфного вредоносного программного обеспечения, традиционные методы защиты, основанные на использовании изолированных антивирусных решений, часто демонстрируют недостаточную эффективность. Это особенно характерно для угроз нулевого дня (zero-day) или модифицированных образцов, не имеющих сигнатур в локальных базах данных. Возникает проблема «ложного чувства безопасности», когда штатное антивирусное ПО не детектирует угрозу, что обуславливает необходимость применения инструментов для получения независимого «второго мнения» на основе коллективного интеллекта.

Актуальность исследования заключается в необходимости систематизации знаний о возможностях публичных агрегаторов угроз и выработки четких методических рекомендаций по интерпретации их результатов для минимизации рисков компрометации корпоративных информационных систем.

Цель работы – провести глубокий анализ архитектуры и методологии работы сервиса VirusTotal, определить его место в системе обеспечения информационной безопасности и разработать критерии для качественной оценки достоверности результатов сканирования.

В рамках исследования VirusTotal рассматривается не как классическая система защиты конечных точек (endpoint protection), работающая в режиме реального времени (on-access scanning), а как веб-платформа, выполняющая

функции агрегатора телематических данных и многовекторной проверки. Архитектура сервиса предполагает распределение загруженного пользователем объекта (исполняемый файл, документ, архив, URL-адрес или хеш-сумма MD5/SHA-1/SHA-256) между 60–70 интегрированными сканерами. Партнерская сеть включает ведущих разработчиков средств защиты информации, таких как «Лаборатория Касперского», Bitdefender, Microsoft, ESET и др.

Выделяют три основных сценария взаимодействия с платформой:

1 Проверка файла – загрузка подозрительного объекта для статического анализа и динамического выполнения в изолированной среде (песочнице).

2 Проверка URL – анализ веб-адреса через безопасную эмуляцию перехода (headless browser), проверку репутации домена и анализ DOM-дерева страницы.

3 Поиск по хешу – идентификация ранее проанализированных объектов без повторной загрузки, что позволяет экономить сетевой трафик и время при работе с большими массивами данных, а также интегрировать сервис в SIEM-системы через API.

Ключевым этапом работы с сервисом является интерпретация сформированного отчета. Основным визуальным индикатором выступает соотношение количества детектов к общему числу задействованных сканеров (например, «15 из 70»). Однако проведенный анализ показывает, что количественный показатель не является абсолютным критерием истины. Решающим фактором выступает качественный состав детектов и репутация вендоров.

Если сигнатуры сработали исключительно у малоизвестных или нишевых антивирусных продуктов, в то время как лидеры рынка классифицируют файл как безопасный, с высокой долей вероятности имеет место ложноположительное срабатывание (false positive), что характерно для новых легитимных утилит или самописного ПО. Обратная ситуация, когда файл блокируется ведущими вендорами (Kaspersky, Bitdefender, Symantec), является критическим маркером угрозы, даже если общее число детектов не превышает 20–30 % от общего количества сканеров.

Дополнительными факторами верификации, повышающими достоверность оценки, являются метаданные объекта: история загрузок, поведенческий анализ в песочнице (фиксирующий попытки модификации реестра, создания процессов автозагрузки, инъекций в легитимные процессы или установления сетевых соединений с командными центрами C2), а также комментарии сообщества исследователей и привязка к правилам YARA.

Для иллюстрации методологии рассмотрим типичный сценарий целевой атаки. Пользователь получает электронное письмо от имени службы безопасности с вложенным исполняемым файлом. Локальное антивирусное ПО не выявляет угроз. При загрузке файла в VirusTotal фиксируется результат: 15 детектов из 70. Количественно это не выглядит как критическая угроза. Однако качественный анализ показывает, что среди сработавших движков присутствуют Kaspersky, Bitdefender и Microsoft Defender. Дополнительно раздел «Поведение в песочнице» демонстрирует попытки файла прописать

себя в автозагрузку Windows (Registry Run Keys) и инициировать исходящие соединения с неизвестным IP-кодом по порту 443. Совокупность этих факторов однозначно классифицирует объект как вредоносный, предотвращая заражение рабочей станции.

Несмотря на высокую эффективность, использование сервиса сопряжено с рядом существенных ограничений и рисков. Во-первых, платформа имеет двойное назначение: наряду с защитными целями, она активно используется злоумышленниками для тестирования собственных образцов вредоносного ПО на предмет обнаружения антивирусами перед запуском целевых кампаний (AV evasion testing). Во-вторых, и это является наиболее критичным ограничением, загружаемые данные становятся публичными. Компания VirusTotal делится образцами файлов и метаданными со своими партнерами по кибербезопасности. Следовательно, категорически недопустимо использование сервиса для проверки файлов, содержащих конфиденциальную информацию, персональные данные (в разрезе требований законодательства о защите персональных данных), коммерческую тайну или служебную документацию. В-третьих, сервис выполняет исключительно диагностическую функцию и не способен нейтрализовать угрозу в системе пользователя, требуя наличия активных средств защиты.

По результатам проведенного исследования сформулированы следующие выводы: VirusTotal является высокоэффективным дополнением к стационарным антивирусным системам, позволяющим валидировать подозрительные объекты, но не может служить их полной заменой из-за отсутствия защиты в реальном времени. Эффективность использования сервиса напрямую зависит от квалификации пользователя: критически важна не доля «красных» отметок, а репутация и вес сработавших антивирусных движков, подкрепленные данными поведенческого анализа в песочнице. Применение сервиса в корпоративной среде требует строгого соблюдения политик информационной безопасности, исключающих загрузку конфиденциальных данных в публичные облачные среды, и должно быть регламентировано внутренними инструкциями. Интеграция VirusTotal API в корпоративные SOC-центры позволяет автоматизировать процесс первичного триажа инцидентов, значительно сокращая время реакции на потенциальные угрозы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 VirusTotal. Documentation and API Reference. – URL: [https:// developers. virustotal.com](https://developers.virustotal.com). (date of access: 20.05.2025).

2 **Ховард, Р.** Кибербезопасность: главные принципы / Р. Ховард. – СПб. : Питер, 2024. – 320 с.

3 **Кузнецов, А. В.** Информационная безопасность: анализ и оценка угроз, кибер/криптозащита организаций, разработка безопасного ПО / А. В. Кузнецов. – М. : Наука и техника, 2025. – 432 с.

Получено 28.05.2026

УДК 624.154:624.131.524

М. В. ЧЕТЧАЕВ, А. Н. ПУСЕНКОВА (ПСМ-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук *В. В. ТАЛЕЦКИЙ*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ СВАЙ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ РАЗНЫМИ МЕТОДАМИ

Рассмотрены варианты определения несущей способности грунта основания свай, защемлённых в грунте, методом статического зондирования и практическим методом объекта «Инженерные мероприятия по защите от паводка н. п. Плёсы Гомельского района, Гомельской области». Отмечается, что метод статического зондирования является наиболее приближенным к реальным данным.

Проектирование надежных и экономичных свайных фундаментов является одной из ключевых задач современного строительства. Главным параметром, определяющим надежность такого фундамента, выступает несущая способность грунтов основания сваи [1]. Ошибка в ее определении в меньшую сторону ведет к неоправданному удорожанию строительства и перерасходу материалов, тогда как ее переоценка чревата авариями, деформациями и разрушением объектов. Ключевое противоречие заключается в принципиальном расхождении существующих методов оценки несущей способности грунтов. Табличные расчеты по нормам рассматривают грунт как идеализированную сплошную среду с постоянными характеристиками, тогда как метод статического зондирования показывает реальные характеристики грунтов. В результате одна и та же грунтовая толща для разных методов дает разные значения несущей способности грунта. Расхождение обусловлено не ошибкой измерения, а тем, что каждый метод закладывает свою физическую модель работы сваи [2, 3].

Сущность статического метода определения несущей способности грунтов основания заключается в прямом измерении сопротивления грунта внедрению специального металлического зонда, что позволяет моделировать работу сваи или фундамента в натурных условиях [4]. Процесс испытаний происходит следующим образом. С помощью специальной установки зонд с постоянной скоростью вдавливается в грунт. При этом используются зонды двух типов: тип I измеряет только лобовое сопротивление под конусом, а тип II, который является основным для детальных исследований, оснащен муфтой трения и позволяет одновременно измерять удельное сопротивление грунта под конусом и сопротивление грунта по боковой поверхности муфты трения [5]. После сбора данных полевых испытаний про-

изводится расчет. Сначала происходит определение среднего сопротивления грунта под конусом зонда. Для вычисления среднего сопротивления грунта под конусом зонда рассматривается только локальная зона в районе острия проектируемой сваи. Интервал глубин для осреднения принимается в пределах одного диаметра (стороны) сваи выше и четырех диаметров ниже отметки острия проектируемой сваи. Величина среднего сопротивления грунта под конусом зонда определяется по формуле [1, 2]:

$$q_s = \sum \frac{q_{si} z_i}{z},$$

где q_s – удельное сопротивление грунта погружению конуса при статическом зондировании, МПа.

Далее определяем расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи

$$R_s = \beta_{i1} q_s.$$

После определяем среднее сопротивление грунта по боковой поверхности

$$f_s = \sum \frac{f_{si} h_i}{h},$$

f_{si} – частное значение сопротивления грунта по боковой поверхности на i -м слое; h_i – толщина рассматриваемого i -го слоя; h – суммарная глубина погружения сваи.

По этому значению затем определяется расчетное сопротивление грунта по боковой поверхности сваи

$$R_{fs} = \beta_{i2} f_s,$$

где β_{i2} – коэффициент перехода.

Определяем частное значение предельных сопротивлений свай

$$R_{i,m} = R_s A + R_{fs} h U,$$

где A – площадь поперечного сечения сваи; U – периметр поперечного сечения сваи.

Определяем несущую способность грунтов

$$F_d = \frac{R_{i,m}}{\gamma_k},$$

где γ_k – коэффициент надежности.

Сущность табличного метода определения несущей способности грунтов основания заключается в использовании нормативных таблиц, в которых приведены усредненные значения сопротивления грунта под нижним концом сваи и по ее боковой поверхности, полученные на основе обобщения многолетнего опыта статических испытаний свай в различных грунто-

вых условиях [2]. Процесс расчета происходит следующим образом. По таблицам нормативных документов находят расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи в зависимости от вида грунта и глубины погружения острия сваи, а также расчетное сопротивление для каждого слоя грунта на боковой поверхности сваи в зависимости от глубины расположения середины слоя и характеристик грунта. При этом вся толща грунта, прорезаемая сваями, разбивается на слои толщиной не более двух метров, и для каждого слоя определяется свое значение по глубине, соответствующей середине этого слоя. Из таблиц определяем значения расчетного сопротивления каждого слоя грунта по боковой поверхности сваи и расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи [1, 3].

Несущая способность определяется по формуле

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cr} RA + U \sum (\gamma_{cf} h_i R_{fi}) \right),$$

где $\gamma_c = 1,0$ – коэффициент условий работы сваи в грунте; h_i – толщина i -го однородного слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cr} , γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта под нижним концом и по боковой поверхности сваи (для свай, погружаемых забивкой $\gamma_{cr} = 1,0$; $\gamma_{cf} = 1,0$; для бурунабивных свай $\gamma_{cr} = 1,0$; $\gamma_{cf} = 0,8$).

Далее проведем расчет несущей способности грунтов основания свай для двух скважин по статическому и табличному методу и сравним результаты.

Скважина № 1

$h = 12,0$ м; $d = 0,3$ м; $A = 0,09$ м²; $U = 1,2$ м.

Скважина № 2

$h = 10,0$ м; $d = 0,3$ м; $A = 0,09$ м²; $U = 1,2$ м.

A – площадь поперечного сечения сваи, м²; U – наружный периметр поперечного сечения сваи, м; d – диаметр сечения сваи, м; h – глубина погружения сваи в грунт, м.

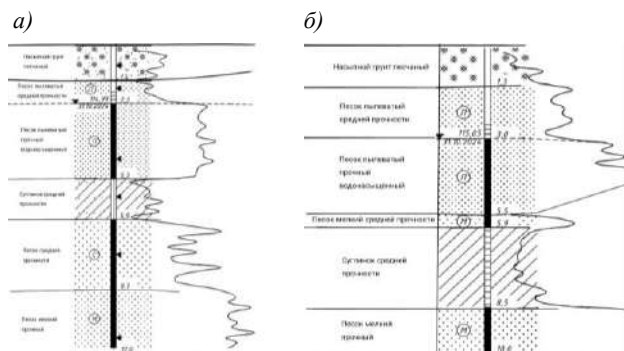


Рисунок 1 – Скважина № 1 (а), скважина № 2 (б)

Статический метод
Скважина № 1

$$q_s \sum \frac{q_{si} z_i}{z} = \frac{0,3 \cdot 4,7 + 1,2 \cdot 4,7}{1,5} = 4,7 \text{ МПа.}$$

$$R_s = \beta_{i1} q_s = 0,844 \cdot 4,7 = 3,967 \text{ МПа.}$$

$$f_s = \sum \frac{f_{si} h_i}{h} = \frac{281,4 + 59 \cdot 0,9 + 25 \cdot 3 + 381,6 + 37 \cdot 2,8 + 33 \cdot 2,3}{12} = 33,97 \text{ кПа.}$$

$$R_{fs} = \beta_{i2} f_s = 2,01 \cdot 33,97 = 68,3 \text{ кПа} = 0,0683 \text{ МПа.}$$

$$R_{i,m} = R_s A + R_{fs} h U = 3,967 \cdot 0,09 + 0,0683 \cdot 12 \cdot 1,2 = 1,341 \text{ МН} = 1341 \text{ кН.}$$

$$F_d = \frac{R_{i,m}}{\gamma_k} = \frac{1341}{1,25} = 1072,8 \text{ кН.}$$

Табличный метод

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cr} R A + U \sum (\gamma_{cf} h_i R_{fi}) \right) = 1 \cdot (1 \cdot 4200 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot (49 \cdot 1,4 + \\ + 29,5 \cdot 0,9 + 52 \cdot 3 + 26 \cdot 1,6 + 59 \cdot 2,8 + 66,95 \cdot 2,3)) = 1116,2 \text{ кН.}$$

Увеличение несущей способности при расчете практическим методом относительно метода статического зондирования составило 43,4 кН, или около 4 %.
Скважина № 2

$$q_s \sum \frac{q_{si} z_i}{z} = \frac{0,3 \cdot 4,7 + 1,2 \cdot 4,7}{1,5} = 4,7 \text{ МПа.}$$

$$R_s = \beta_{i1} q_s = 0,844 \cdot 4,7 = 3,967 \text{ МПа.}$$

$$f_s = \sum \frac{f_{si} h_i}{h} = \frac{281,3 + 59 \cdot 1,7 + 25 \cdot 2,5 + 63 \cdot 0,4 + 38 \cdot 2,6 + 33 \cdot 1,5}{10} = 37 \text{ кПа.}$$

$$R_{fs} = \beta_{i2} f_s = 1,83 \cdot 37 = 67,7 \text{ кПа} = 0,0677 \text{ МПа.}$$

$$R_{i,m} = R_s A + R_{fs} h U = 3,967 \cdot 0,09 + 0,0677 \cdot 10 \cdot 1,2 = 1,169 \text{ МН} = 1169 \text{ кН.}$$

$$F_d = \frac{R_{i,m}}{\gamma_k} = \frac{1169}{1,25} = 935,2 \text{ кН.}$$

Табличный метод

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cr} R A + U \sum (\gamma_{cf} h_i R_{fi}) \right) = 1 \cdot (1 \cdot 4050 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot (48 \cdot 1,3 + \\ + 33,5 \cdot 1,7 + 48,75 \cdot 2,5 + 34 \cdot 0,4 + 20,6 \cdot 2,6 + 58,5 \cdot 1,5)) = 839,9 \text{ кН.}$$

Уменьшение несущей способности при расчете практическим методом относительно метода статического зондирования составило 95,3 кН, или около 10 %.

Расчеты несущей способности грунтов основания свай практическим методом и методом статического зондирования по двум скважинам показали, что большого систематического различия результатов ни одним из методов не выявлено. Расхождение между методами находится в пределах точности инженерно-геологических изысканий и допусков, принятых в механике грунтов. Таким образом, оба метода демонстрируют приемлемую сходимость и могут использоваться в проектной практике.

Однако определение несущей способности свай методом статического зондирования является наиболее приближенным к реальным данным, так как сопротивления грунтов по боковой поверхности и под концом сваи получены опытным путем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ТКП 45-5.01-256-2012. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Сваи забивные. Правила проектирования и устройства. – Введ. 01.07.2012. – Минск : Минстройархитектуры, 2013. – 141 с.

2 **Берлинов, М. В.** Расчет оснований и фундаментов : учеб. пособие для студ. строит. вузов / М. В. Берлинов, Б. А. Ягупов. – 4-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2013. – 272 с.

3 СП 5.01.03-2023. Свайные фундаменты : актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Введ. 01.06.2023. – М. : Минстрой России, 2023.

4 **Рыжков, И. Б.** Статическое зондирование грунтов / И. Б. Рыжков, О. Н. Исаев // Энциклопедия «Башкортостан». – URL: <http://bbb.kcobr.ru/ru/articles/85708/> (дата обращения: 22.04.2026).

5 **Бушуев, В. В.** Статическое зондирование как основной метод полевых испытаний грунтов / В. В. Бушуев, А. А. Свертилов // Группа компаний «Информпроект». – URL: <https://mgk.we.iprosoft.ru/docs/1200046793/0/0> (дата обращения: 22.04.2026).

Получено 17.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 699.82

М. В. ЧЕТЧАЕВ, А. Н. ПУСЕНКОВА (ПСМ-21)

Научный руководитель – канд. техн. наук *А. А. ВАСИЛЬЕВ*

ИНЪЕКЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

Рассматриваются основные виды инъекционной гидроизоляции (ИГ), области и технология их применения. Показана значимость нормальной работы гидроизоляции строительных объектов. Приведена технологическая цепочка создания составов ИГ. Рассмотрены основные составы ИГ, их характеристики и область применения. Представлена технология производства работ по устройству ИГ. Показаны основные преимущества ИГ. Рассмотрены основные предприятия на территории Республики Беларусь, производящие ИГ.

Гидроизоляция играет критически важную роль в обеспечении долговечности и надёжности строительных объектов. Она защищает фундаменты, стены, подвалы и кровли от влаги, предотвращая разрушение, грибок и износ материалов.

Традиционные гидроизоляционные материалы, такие как рулонные и обмазочные, имеют недостатки. Они подвергаются износу, недолговечны и сложны в ремонте. Эти проблемы решает инъекционная гидроизоляция (ИГ) – нагнетание составов внутрь конструкции, что устраняет даже капиллярную влагу и создает водонепроницаемый барьер изнутри [1].

До инъекционных технологий ремонт гидроизоляции требовал полного вскрытия фундамента: выкапывали траншеи, вручную счищали старый битум, сушили стену и заново оклеивали ее, после чего засыпали грунт. Метод был дорогим, трудоемким, требовал техники и вызывал жалобы жителей из-за шума и пыли.

В 1980-х гг. немецкий концерн «МС-Bauchemie» предложил метод инъекционной гидроизоляции: в трещины и швы бетона нагнетаются полиуретановые или акриловые смолы, которые при контакте с водой расширяются и полностью заполняют пустоты.

Технология создания ИГ представляет собой сложный многоступенчатый процесс производства полимерных составов [1]. Технологическая цепочка состоит из следующих семи последовательных этапов: входной контроль сырья, высокоточное дозирование, вакуумное смешивание, введение модификаторов, лабораторный тест партии, дегазация и фильтрация, герметичная фасовка.

Входной контроль сырья на этом этапе включает проверку лабораторией химической чистоты базовых полимеров, фракционного состава микроцементов и отсутствия влаги в наполнителях, так как малейшая примесь воды может испортить основу.

После входного контроля проводится высокоточное дозирование, при котором с помощью автоматизированных весовых систем компоненты (основа, отвердители, пластификаторы) подаются в реактор в строго выверенных пропорциях. Затем выполняется вакуумное смешивание в диссольтверах, где происходит принудительное перемешивание состава на высоких оборотах, причем процесс часто идет в вакууме или среде инертного газа, чтобы исключить попадание пузырьков воздуха и окисление компонентов. На этапе введения модификаторов в промежуточной стадии замеса добавляются катализаторы, отвечающие за скорость полимеризации, и ингибиторы коррозии. После этого проводится лабораторный тест партии – специалисты проверяют вязкость, а также время жизни смеси. Затем выполняются дегазация и фильтрация, когда перед розливом состав проходит через систему тонких фильтров, чтобы исключить любые твердые частицы насоса. Завершает процесс герметичная фасовка, при которой готовый продукт раз-

ливается в тару, важнейшим условием является полная герметичность и закачка сухого воздуха или азота в свободное пространство канистры.

Для ГИ используют различные составы с учетом их назначения и области применения [1–3].

Полиуретановые инъекционные составы – жидкие полимерные смолы, для закачки в трещины, швы или грунт. При контакте с водой они вспениваются. Основное преимущество полиуретановых составов в том, что при контакте с влагой они вспениваются и расширяются, мгновенно останавливая даже сильные напорные течи. При этом после отверждения они остаются эластичными, что повышает долговечность. Данные гели в основном используют в местах протечек, а также для устройства гидрозавес.

Акрилатные гели – современные инъекционные материалы на основе акриловых полимеров, предназначенные для гидроизоляции строительных конструкций. Они представляют собой низковязкие жидкости, которые после введения в строительные конструкции полимеризуются с образованием мягкого, эластичного гидрогеля. Главный плюс акрилатных гелей заключается в том, что при контакте с влагой данный гель создает эластичный и долговечный водонепроницаемый барьер, что позволяет использовать его в местах постоянного контакта с водой. Также данный состав активно применяется для устройства гидрозавес.

Эпоксидные инъекционные составы – высокотекучие многокомпонентные материалы на основе эпоксидных смол, предназначенные для восстановления несущей гидроизоляции строительных конструкций. Благодаря низкой вязкости они способны проникать вглубь мельчайших трещин, пустот и пор бетона, где происходит их полимеризация. После отверждения образуют прочный, твердый и химически стойкий материал, который надежно склеивает трещину и армирует конструкцию изнутри. В основном их применяют для устройства гидроизоляции в строящихся зданиях.

Микроцементы – особо тонкодисперсные гидравлические вяжущие материалы на основе портландцементного клинкера, доменного гранулированного шлака и пуццолановых добавок с регулируемыми сроками схватывания. Их ключевая характеристика – предельно малый размер частиц: согласно европейским нормам, у микроцементов 95 % частиц должны быть мельче 20 мкм. Главное преимущество заключается в том, что микроцементы это минеральная суспензия, состоящая из мельчайших частиц портландцемента, воды и добавок, поэтому он не полимеризуется также как гели или эпоксидные смолы, а при контакте с водой образует суспензию и далее кристаллизуется, образуя в трещинах плотный слой, не пропускающий воду [4].

Силикатные инъекционные составы – жидкие растворы на основе жидкого стекла, модифицированные специальными добавками. Они предназначены для введения в грунты, кирпичную кладку или бетон с целью снижения водопоглощения и капиллярного подсоса влаги. При взаимодействии с

отвердителями или углекислым газом воздуха силикаты образуют нерастворимые гели кремниевой кислоты, заполняющие поры. В основном эти составы используют для закрепления грунтов, чтоб подземные воды не смогли проникнуть через грунт в сооружение.

Полиуретан-акрилатные гибриды представляют собой композиционные материалы, в которых полиуретановые и акриловые полимеры химически связаны на молекулярном уровне в единую структуру. Такие гибриды получают путем полимеризации акриловых мономеров в присутствии полиуретановой дисперсии, что обеспечивает образование межполимерных сеток и химических связей. Конечный продукт сочетает эластичность и прочность полиуретана с атмосферостойкостью и экономичностью акриловых полимеров.

Инъекционные составы на основе коллоидного кремнезема представляют собой водные суспензии наноразмерных частиц диоксида кремния, которые после введения в грунт или строительные конструкции образуют гелевую матрицу, заполняющую поровое пространство. Частицы кремнезема имеют характерный размер около 10 нм, что обеспечивает уникальную проникающую способность состава.

Инъекционные составы на основе метилметакрилатных смол – двухкомпонентные системы из мономеров и катализаторов, которые полимеризуются в высокоэластичную водонепроницаемую мембрану. Материал сохраняет свойства в широком диапазоне температур от -60 до $+60$ °C и может включать наполнители для придания дополнительных характеристик. Их главная особенность – сверхбыстрая полимеризация без потери текучести (это означает, что гель быстро застывает и успевает глубоко проникнуть, прежде чем застыть), что позволяет создавать прочный слой в толще грунта.

Инъекционная гидроизоляция – это современный способ защиты сооружений, элементов конструкций, заключающийся в закачке полимерных смесей вглубь применяемого материала. Эффективность укрепления конструкции выходит за счет вытеснения воды из трещин и стыков между отдельными элементами конструкции. Главным показателем для любой гидроизоляции является водонепроницаемость. Составы инъекционной гидроизоляции производят марок по водонепроницаемости W6–W20. Для частных подвалов при низком уровне вод используют составы с классом W6. В паркингах на влажных грунтах применяют W8–W10. Для тоннелей, глубоких фундаментов и резервуаров стандартом служат W12–W16. На спецобъектах вроде метро или дамб работают составы W18–W20.

При выполнении работ по устройству ИГ перфоратором бурят шпур, под углом 30 – 45 °C, с шагом 150 – 500 мм, глубиной $0,5$ – $0,7$ от толщины стены. В них вставляют и закрепляют металлические либо пластиковые трубчатые фрагменты – пакеры. Давление постепенно увеличивают, а при резком скачке или его стабильном сохранении в течение 30 – 60 с инъекци-

рование останавливают. При использовании полиуретановых материалов каждые 40 мин работы оборудование промывают растворителем. Через 24 ч после завершения инъекционных работ пакеры демонтируют, а отверстия заполняют ремонтным составом.

Область рационального использования ИГ представлена в таблице 1.

На территории Республики Беларусь присутствуют химические предприятия, на которых также производят инъекционную гидроизоляцию, например, ООО «Пенетрон-Бел» и ООО «Главснабинвест». Данные промышленные заводы производят инъекционную гидроизоляцию типов «полиуретановые инъекционные составы» и «акрилатные гели». Основной инъекционной продукцией являются «Скрепa M600», «Пенекрит» и составы MC-Injekt.

Таблица 1 – Применение инъекционной гидроизоляции в строительстве

Объект применения	Полиуретановые (стандартные)	Акрилатные гели	Эпоксидные	Микроцементы	Силикатные	Полиуретан-акрилатные гибриды	На основе коллоидного кремнезёма	Метилметакрилатные смолы
Фундаменты (трещины, стыки)	+	+	+	+	–	+	–	–
Подвалы (стены, пол)	+	+	+	+	–	+	–	–
Подземные паркинги	+	+	+	+	–	+	–	–
Шакты лифтов	+	+	+	+	–	+	–	–
Плотины, дамбы	+	+	–	+	+	–	+	–
Бассейны	–	+	+	+	–	+	–	–
Резервуары для воды	–	+	+	+	–	+	–	–
Тоннели, метро	+	+	+	+	–	+	–	+
Деформационные швы	–	+	–	–	–	+	–	–
Холодные швы бетонирования	+	+	+	+	–	+	–	–
Входы коммуникаций	++	+	–	+	–	–	–	–
Кирпичная/блочная кладка (пустоты)	+	+	–	+	+	–	+	–
Стыки «стена-пол»	+	+	–	+	–	–	–	–
Гидрозавесы	–	+	–	–	–	–	–	–
Стабилизация грунтов	–	–	–	+	–	–	–	–

Инъекционная гидроизоляция представляет собой высокoeffективный современный метод защиты строительных конструкций от влаги. В отличие от классического ремонта, требующего масштабных земляных работ, высоких трудозатрат и доставляющего неудобства жителям, инъекционная технология позволяет точно и быстро устранять протечки изнутри конструкции за счёт нагнетания полимерных составов в трещины и швы. Благодаря широкому выбору материалов возможно подобрать решение для любых условий. Несмотря на то, что стоимость материалов и оборудования может быть выше традиционных, инъекционная гидроизоляция многократно оку-

пается за счёт долговечности, отсутствия необходимости вскрытия конструкций и минимальных эксплуатационных затрат. Инъекционная гидроизоляция является инновационным решением будущего, соединяющим достижения химии и строительных технологий для создания надёжной и устойчивой к влаге инфраструктуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Гивиль, М. А.** Инъекционная гидроизоляция / М. А. Гивиль. – М. : Стройиздат, 2018. – 156 с.

2 **Аляшевич, А. В.** Инъекционная гидроизоляция / А. В. Аляшевич, М. Г. Снопко // Строительные материалы и технологии. – 2022. – № 3. – С. 45–51.

3 Жидкая гидроизоляция: виды, особенности и применение в строительстве // Stroikak.com: строительный портал. – 2023. – URL: <https://stroikak.com/zhidkaya-gidroizolyatsiya> (дата обращения: 08.05.2026).

4 **Панченко, А. И.** Микроцементы / А. И. Панченко, И. Я. Харченко. – М. : Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2017. – 98 с.

Получено 19.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 658.7

Н. Е. ЧУГАЙ (УЛ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *Е. В. МАЛИНОВСКИЙ*

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСЧЁТА ПАРАМЕТРОВ ТЕКУЩЕГО И СТРАХОВОГО ЗАПАСОВ

Систематизированы статистические подходы к расчёту текущего и страхового запасов, применяемые в логистике запасов. Рассмотрены формула Харриса – Уилсона и её модификации, вероятностные методы оценки страхового запаса на основе нормального распределения ошибок прогноза и заданного уровня сервиса. Анализируются условия применимости данных методов, даны практические рекомендации по их внедрению.

Запасы выступают неотъемлемым элементом любой логистической системы, обеспечивая непрерывность материального потока между производством и потреблением. С одной стороны, отсутствие достаточного количества ресурсов ведёт к дефициту и потере клиентов, с другой – избыточные запасы замораживают оборотный капитал и увеличивают расходы на хранение. Поиск баланса между затратами на содержание и риском нехватки товарно-материальных ресурсов составляет суть задачи управления запасами.

В соответствии с [1] запасы представляют собой накопленные, но временно не используемые товарно-материальные ресурсы, причина образования которых заключается в несовпадении временных отрезков производства и потребления. В [2] систематизированы подходы к организации складирования и нормированию запасов, включая анализ их текущей и страховой составляющих. Автор [3] на практических примерах раскрывает методы управления запасами и их восполнения, акцентируя внимание на принципе «ничего лишнего» как основном критерии оптимизации складских остатков. В статье [4] предложена статистическая модель определения страховых резервов, позволяющая с заданной вероятностью нивелировать отклонения реальной потребности от прогнозируемой. В работе [5] отмечается, что эффективное управление запасами требует обязательного учёта статистических характеристик потребления и времени поставки.

Целью данной работы является рассмотрение основных статистических подходов к расчёту параметров текущего и страхового запасов, оценка условия их применимости и предоставление соответствующих практических рекомендаций по внедрению в системы управления запасами субъектов хозяйствования.

Практика показывает, что ключевое влияние на принятие решений оказывают не столько детерминированные расчётные значения, сколько стохастический характер спроса и времени поставки. В связи с этим центральное место в методологии управления запасами занимают статистические методы, позволяющие описывать неопределённость языком вероятностей и стандартных отклонений. Именно на их основе рассчитываются два фундаментальных параметра – текущий запас, обеспечивающий плановое потребление между поставками, и страховой запас, компенсирующий случайные колебания спроса и сбои в поставках.

Текущий запас представляет собой часть складского остатка, которая расходуется повседневно в соответствии с потребностью. Его величина напрямую зависит от размера партии поставки: чем крупнее партия, тем больше текущий запас и тем реже приходится размещать заказы, но тем выше затраты на хранение. Задача выбора оптимального размера заказа решается с помощью формулы Харриса – Уилсона.

Базовая формула для определения оптимального размера заказа имеет вид:

$$Q = \sqrt{\frac{2AS}{IC}},$$

где A – стоимость выполнения одного заказа (руб.); S – годовая потребность в данном виде запаса (ед.); IC – затраты на хранение единицы запаса (руб./ед.).

Средний текущий запас при равномерном потреблении и мгновенном пополнении принимается равным $Q/2$. Именно эта величина участвует в

расчёте затрат на хранение. Однако существует ряд ограничений и допущений в использовании указанной формулы, к которым относятся следующие:

- модель Харриса – Уилсона применяется для одного наименования запаса;
- уровень спроса в течение рассматриваемого периода времени постоянный;
- интервал времени между поставками и время доставки постоянные;
- цены на закупку (приобретение) запаса и затраты на выполнение заказа постоянные;
- затраты на содержание (хранение) запаса определяются исходя из среднего уровня запаса, который принимается равным половине размера заказа;
- поставка каждого заказа осуществляется отдельной партией;
- вследствие постоянного темпа потребления и отгрузки приемка заказа производится в момент времени, когда уровень запаса равен нулю;
- поставка приходится на склад одновременно, т. е. в рамках одного учетного периода (мгновенная поставка);
- отсутствуют транспортный (транзитный), подготовительный, сезонный и страховой запасы, ограничения на производственные мощности склада, а также потери от дефицита [2].

На практике все указанные выше условия очень редко выполняются, что вызвало появление ряда модификаций формулы Харриса – Уилсона.

Так, если поставка осуществляется не мгновенно, а с постоянной интенсивностью p , при сохранении темпа потребления d , оптимальный размер заказа определяется как

$$Q = \sqrt{\frac{2AS}{IC} \cdot \frac{p}{p-d}}.$$

В случае, когда допускается плановый дефицит запаса, учитывается его стоимость B (руб. за единицу в год), и формула преобразуется следующим образом:

$$Q = \sqrt{\frac{2AS}{IC} \cdot \frac{IC+B}{B}}.$$

Несмотря на строгость исходных математических предпосылок, формула Харриса – Уилсона остаётся отправной точкой для проектирования систем управления запасами. Её статистическая интерпретация требует замены детерминированной величины спроса S на математическое ожидание, полученное по статистическим данным.

Если текущий запас обслуживает прогнозируемую часть потребности, то страховой запас предназначен для компенсации случайных отклонений. Его задача – поддерживать бесперебойность производственного процесса при колебаниях спроса либо сбоях в поставках. Фактически это буфер, кото-

рый расходуется в нештатной ситуации, после чего восстанавливается до расчётного уровня с ближайшей поставкой.

На практике применяют два подхода к определению величины страхового запаса – упрощённый (традиционный) и вероятностный. Первый уместен, когда условия относительно постоянны и известны время выполнения заказа или темп потребления. В этом случае величину страхового запаса определяют, например, как долю от ожидаемого спроса за период поставки, фиксированное количество дней расхода либо экспертным решением.

Однако реальная логистическая среда редко бывает предсказуемой: спрос колеблется, сроки поставок сдвигаются. Поэтому более надёжным считается вероятностный подход, опирающийся на статистику прошлых отклонений.

Если неопределённость создаёт лишь один фактор, а его поведение описывается нормальным распределением, величину страхового запаса определяют по формуле

$$R_c = t\sigma,$$

где t – параметр (квантиль) нормального закона распределения, отвечающий выбранному уровню доверительной вероятности; σ – среднее квадратическое отклонение величины.

В случае, когда варьируются одновременно и потребление, и длительность поставки, причём независимо друг от друга, среднее квадратическое отклонение оценивают по формуле Феттера – Даллека:

$$\sigma_c = \sqrt{T\sigma_D^2 + D\sigma_T^2},$$

после чего величину страхового запаса определяют, как

$$R_c = t\sigma_c,$$

где T , D – соответственно средние значения продолжительности поставки и среднесуточного потребления; σ_D^2 , σ_T^2 – средние квадратические отклонения соответствующих случайных величин.

При ином характере данных формулы требуют корректировки с помощью методов математической статистики. Параметр t напрямую связан с понятием уровня сервиса. Чаще оперируют вероятностью отсутствия дефицита в цикле, что проще в расчётах, однако при высокой нестабильности поддержание такого показателя обходится дороже, чем ориентация на долю удовлетворённого спроса.

Альтернативные способы оценки величины страхового запаса опираются на эмпирические правила [3]. Самый очевидный из них – перемножить максимальное дневное потребление на предельный срок экстренной поставки. Полученный результат заведомо завышен, но для наиболее дорогостоя-

щих или критичных позиций такая дополнительная страховка может быть экономически оправдана. Схожим недостатком является склонность к избыточному резерву, которая присуща методам, основанным исключительно на экспертных оценках.

Современные исследования предлагают более сложные VAR-модели для прогнозирования спроса и расчёта резервов [4], однако их внедрение требует значительных вычислительных ресурсов и качественных статистических данных. В реальных системах управления запасами текущий и страховой запасы рассчитываются совместно. Точка подачи очередного заказа на поставку *ROP*, при достижении которой формируется новый заказ, определяется по формуле

$$ROP = \bar{d}L + R_c,$$

где $\bar{d}$ – средний дневной спрос; L – средняя продолжительность поставки в днях.

Средний ожидаемый уровень запаса при этом составит:

$$I = \frac{Q}{2} + R_c.$$

Важно подчеркнуть, что Q и R_c рассчитываются на основе одних и тех же статистических данных о спросе, но выполняют разные функции. Оптимальный размер заказа минимизирует сумму затрат на размещение заказов и содержание запаса без учёта неопределённости. Страховой запас добавляется сверх этого оптимума для управления рисками.

Практическое применение данных методов предполагает предварительную классификацию номенклатуры запасов. Рекомендуется использовать ABC-анализ для выделения наиболее значимых позиций и XYZ-анализ для оценки стабильности спроса [2]. Для позиций AX (высокая стоимость, стабильный спрос) целесообразно применять строгие статистические методы с тщательным подбором уровня сервиса. Для позиций CZ (низкая стоимость, нерегулярный спрос) допустимы упрощённые эвристические правила.

Таким образом, рациональное сочетание детерминированных и вероятностных методов, адаптированное к особенностям конкретной номенклатуры, позволяет существенно повысить эффективность управления запасами и общую конкурентоспособность логистической системы.

Выполненный анализ позволяет сделать вывод о том, что статистические методы расчёта текущего и страхового запасов представляют собой эффективный инструмент управления товарно-материальными ресурсами, позволяющий находить баланс между затратами на содержание запасов и риском возникновения дефицита. Применение формулы Харриса – Уилсона и её модификаций в сочетании с вероятностным подходом к определению страхового запаса даёт возможность учитывать стохастическую природу спроса и времени поставки, что особенно важно в условиях реальной логистической среды. Предваритель-

ная классификация номенклатуры с использованием ABC- и XYZ-анализа, а также рациональное сочетание детерминированных и вероятностных методов, адаптированное к особенностям конкретных позиций, позволяют существенно повысить эффективность управления запасами и общую конкурентоспособность логистической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Демержиба, А. А.** Логистика управления запасами: концептуальное осмысление и основные характеристики / А. А. Демержиба // Terra Economicus. – 2012. – Т. 10, № 3, Ч. 2. – С. 32–36.
- 2 **Еловой, И. А.** Логистика запасов и складирования : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой, Е. В. Малиновский, Е. В. Настаченко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 210 с.
- 3 **Шиков, В. О.** Методы управления запасами: принцип «ничего лишнего» / В. О. Шиков // TradeMaster.UA. – 2014. – URL: <https://trademaster.ua/logistic/1407> (дата обращения: 12.05.2026).
- 4 **Архипов, К. В.** Модели формирования страховых резервов и прогнозирования спроса на готовую продукцию / К. В. Архипов // Вопросы статистики. – 2020. – № 8. – С. 62–69.
- 5 **Сахаров, А. Г.** Эффективное управление запасами в логистике / А. Г. Сахаров, А. Е. Трубин, А. И. Зайцев // Экономика и бизнес. – 2024. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/c/economics-and-business/25266> (дата обращения: 12.05.2026).

Получено 28.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

UDC 159.9:658.7

N. E. CHUHAI (УЛ-21)

Research Supervisor – *E. L. BATURINA*, PhD

PSYCHOLOGICAL CHALLENGES IN LOGISTICIAN'S OCCUPATION = ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ТРУДНОСТИ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛОГИСТА

The article presents psychological challenges that logisticians may face in their professional carrier. It provides a deeper outlook on how mentioned above difficulties are interconnected. Some advice on how to avoid or deal with existing problems is being given.

Occupational psychology is defined as the study of all matters affecting people's adjustment to their work, focusing on their efficiency and satisfaction. It

involves understanding the interplay between individuals' capabilities, perceptions, behaviors and physical, psychological, and social aspects of their work environment.

Logistics is a rather stressful job as it implies work with clients and great responsibility for the safety and timely arrival of the shipment. As noted by Srebowata, Brzozowska and Ciesielska, employees in logistics and freight management are exposed to chronic stress and run a significant risk of occupational burnout [1]. Aiming to master their professional skills, many logisticians may face a number of psychological challenges, one of them is known as survivorship bias.

Survivorship bias is a tendency to draw conclusions based only on successful cases. People are especially exposed to it when they are enjoying the process that moreover seems to certainly bring desired result in the long term.

When a not so bright of a student gets inspired by success stories of millionaires who dropped out of school, the first thought to visit his mind is "I can drop out of school", and the thought "I will become rich" becomes secondary. First of all, it's caused by becoming rich being a goal that demands continuous hard work and cannot be accomplished overnight. Simultaneously, you can drop out and start enjoying your freedom right here and right now.

Described disrupted order of cause-and-effect relationships leads to a complete ignorance of full data by a student, he is simply unwilling to comprehend that most of drop outs haven't achieved anything, and it's all happening due to his desire to quit school in the first place. This is how confirmation bias is fueling survivorship bias. A person stops adequately evaluating a situation, finds excuses and decides to fully rely on them despite oblivious facts. Often specifically due to the positive emotions that accompany the process we see what we want to see, and make conclusions, even make plans based on deliberately incomplete data. Even though we do it unconsciously, we end up in a systematic survivorship bias trap.

So how to avoid that? Firstly, be honest with you and don't be afraid of the truth. It's vital to see the whole picture, examine a situation from all points of view, that would require various, comprehensive and full data before you begin to analyze the situation and make decisions.

It's easy to notice what's wrong when observing simple examples. Let's take the game of Russian roulette: all interviewed players are safe and sound, therefore the game in question is completely safe. Though in reality it's clearly not so and we got immediately what's wrong: players who failed were not interviewed since it's impossible – they are dead.

On the other hand, if the field is complicated, as logistics is indeed, we have difficulty to imagine all possible outcomes because factors that impact the work of a logistician are often unpredictable. In an effort to avoid survivorship bias and collect absolutely complete data, we can face another challenge – perfectionism. We'll end up in a never-ending cycle of search, but there'll always be doubt left,

have we actually foreseen everything? And the major problem is that there's no answer to this question. The upper limit, after bypassing which we could understand that everything has finally been analyzed, simply does not exist. We don't know the amount of the information there is, it can be a good many, but what if it tends to infinity? As a result, we are trapped in constant anxiety of whether we covered everything or not.

But is perfectionism that bad on its own? In many cases it appears to be helpful, for it makes an individual accomplish their tasks to the fullest, 100 %. Simultaneously, it's hard to constantly provide 100 % efficiency. We get tired and after some time start to postpone things, soon it becomes a habit, and it results in chronic procrastination. We get trapped in dichotomous thinking – either all or nothing, and instead of presenting perfect projects we miss deadlines. Moreover, perfectionists become victims of their illusion of control, because it's them who are the most demanding critics of their own work. A professional experiences a decrease of self-esteem, suffers from anxiety and guilt for non-perfect work.

Thus, if you try to protect yourself from survivorship bias, don't exaggerate.

However, is perfectionism inherently destructive? Psychological research distinguishes between its adaptive and maladaptive forms, and the boundary between them holds the answer. Adaptive perfectionism, or “perfectionistic striving”, involves setting high but attainable personal standards, deriving genuine pleasure from diligent work, and feeling satisfied with a job well done despite minor imperfections. For a logistician, this might mean carefully double-checking a complex shipping route while acknowledging that a 100 % guarantee against every possible delay is unattainable. This form of perfectionism is a healthy and useful driver of professional growth. In contrast, maladaptive perfectionism sets in when high standards become inflexible and self-esteem becomes entirely contingent on flawless performance. The logistician no longer simply strives for an optimal plan; a single missed deadline or miscommunication is perceived as a catastrophic personal failure. This triggers harsh self-criticism, anxiety about uncertainty, and the inability to take pleasure in any success that falls short of perfect. The research by Śrębowata et al. confirms that such constant pressure, coupled with the high responsibility inherent in logistics work, directly contributes to chronic stress and increases the risk of burnout [1].

So where is the line between the two? The key difference lies not in the difficulty of the tasks, but in an individual's ability to tolerate mistakes and uncertainty. The healthy perfectionist can step back, see the bigger picture, and accept that “good enough” is often the most efficient decision, thus avoiding the paralysis of analysis. The maladaptive perfectionist loses this flexibility. Overwhelmed by dichotomous thinking – everything must be perfect or it is a complete failure – they inevitably slide into the procrastination described above. Notably, this line is not fixed and varies from person to person, depending on their personality and emotional resilience. Importantly, perfectionism is not a permanent trait but a

dynamic state that can shift under the influence of stress or lack of rest. As noted by Enns, Cox and Clara, maladaptive perfectionism is strongly associated with depression proneness and a persistent sense of dissatisfaction, which explains why a logistician trapped in this cycle can progress from anxiety and guilt to full-scale professional burnout [2].

A professional might function with healthy perfectionism for years, but a period of intense overload can push them across the boundary into the maladaptive zone.

The practical implication is clear: a logistician must learn to recognize their own warning signs of crossing this boundary. It requires honest self-reflection not only about external data, as in the fight against survivorship bias, but about one's own emotional state and ability to make decisions without being paralyzed by the fear of imperfection.

LIST OF REFERENCES

1 **Śrębowata, M.** Stress and the risk of occupational burnout in logistics and freight management / M. Śrębowata, M. Brzozowska, A. Ciesielska // Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization and Management Series. – 2025. – № 229. – P. 521–535.

2 **Enns, M. W.** Adaptive and maladaptive perfectionism: developmental origins and association with depression proneness / M. W. Enns, B. J. Cox, I. Clara // Personality and Individual Differences. – 2002. – Vol. 33, №. 6. – P. 921–935.

Получено 25.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 656.2.03:338.51

С. А. ШАГАНОВ (УД-41)

Научный руководитель – ст. преп. *И. М. ЛИТВИНОВА*

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТОИМОСТИ ПРОЕЗДА НА ПАССАЖИРСКИЕ ПОЕЗДА В МЕЖРЕГИОНАЛЬНОМ СООБЩЕНИИ

Динамическое ценообразование при формировании стоимости проезда на Белорусской железной дороге становится все более актуальным по нескольким причинам: позволяет максимально эффективно использовать доступные места в пассажирских поездах, регулируя цены в зависимости от спроса на определенные маршруты и время отправления; с помощью динамического ценообразования можно адаптиро-

вать цены в зависимости от времени приобретения проездного документа, сезона и уровня спроса, что способствует увеличению доходов; в условиях конкуренции с автомобильными перевозчиками гибкое ценообразование помогает привлечь больше пассажиров, предлагая конкурентоспособные цены.

Стоимость проезда на поезда Белорусской железной дороги в межрегиональном и региональном сообщениях устанавливается согласно постановлению Министерства антимонопольного регулирования и торговли (далее – МАРТ) [1]. Согласно постановлению МАРТ, тарифы в поездах межрегиональных линий экономкласса и бизнес-класса не зависят от даты продажи, времени отправления поезда, расположения места в вагоне, на которое покупает билет пассажир. Стоимость проезда зависит от категории поезда, расстояния следования, типа подвижного состава, а также наличия дополнительных услуг.

Для повышения спроса на поезда межрегиональных линий Белорусская железная дорога проводит ряд комплексных мероприятий, однако в сфере тарифного регулирования пассажирских перевозок предприятие сталкивается со значительными ограничениями. Одним из вариантов решения данной проблемы является применение принципов динамического ценообразования при формировании стоимости проезда на пассажирские поезда в межрегиональном сообщении.

Динамическое ценообразование широко используется Российскими железными дорогами. Формирование стоимости проезда осуществляется системой динамического управления тарифами и стимулирования спроса – ДУТИСС, которая дифференцирует стоимость проезда в зависимости от сроков приобретения проездных документов и коэффициента занятости мест в вагонах. Пересчет коэффициентов занятости осуществляется при каждом новом оформлении или возврате проездных документов. Система в режиме реального времени (online) анализирует указанные факторы и, в зависимости от полученных данных, производит перерасчет стоимости проезда по всему маршруту. В результате цена проездного документа может измениться в течение часа и даже нескольких минут. Для каждого направления, поезда и участка маршрута следования применяется различная ценовая политика [2].

Система ДУТИСС пересчитывает стоимость проезда на основе следующих факторов:

- уровень загруженности: чем больше проездных документов продано в конкретный вагон, тем выше становится цена на оставшиеся места;
- срок до отправления: самые дешевые проездные документы доступны на старте продаж. Ближе к дате отправления поезда цены возрастают;
- популярность маршрута: направления с высоким пассажиропотоком оцениваются дороже;

– день недели: цена проезда может варьироваться в зависимости от того, приходится ли поездка на пиковые дни (например, пятница и воскресенье) или будни.

Таким образом, по мере заполнения поезда и приближения к дате отправления, тарифы на основном маршруте могут изменяться как в большую, так и меньшую сторону. В подавляющем большинстве случаев, чем меньше дней осталось до отправления, тем выше цена проезда. При этом не исключается, что на отдельных участках маршрута поезда стоимость перевозки может быть выше или равна основному маршруту.

Для оценки работы ДУТИСС проведен анализ работы системы по поездкам, курсирующим по маршруту Москва – Ярославль. Мониторинг проводился на различные даты: 21.11.2025, 28.11.2025 и 29.01.2026. Стоимость проезда по маршруту Москва – Ярославль на даты отправления поездов 21.11.2025 и 28.11.2025 приведена в таблице 1.

На основании информации, представленной в таблице 1, видно, что стоимость проезда варьируется от времени отправления поезда, количества проданных мест и расположения места в вагоне.

Таблица 1 – Стоимость проезда в поездах, курсирующих по маршруту Москва – Ярославль на даты отправления 21.11.2025 и 28.11.2025

Но мер по- езда	Название / Маршрут	Перио- дичность, дата от- правления	Время отправ- прав- ления	Время при- бытия	Время в пути	Типы вагонов (количество мест, цена)
016	ФПК: Москва Ярославская → Ярославль- Главный → Архангельск Город	Ежеднев- но	10:15	14:20	4 ч 5 мин	Плацкартный: 216 мест от 1338 Р. Купе: 76 мест от 1943 Р. СВ: 14 мест от 4 992 Р. Купе (для инвали- дов): 4 места от 1 607 Р
022	«Полярная Стрела» ФПК: Москва Яро- славская → Ярославль- Главный → Лабитнанги	Ежедневно	12:50	16:40	3 ч 50 мин	Плацкартный: 186 мест от 1338 Р. Купе: 130 мест от 1 979 Р. Купе (для инва- лидов): 4 места от 1508 Р
376	ФПК: Москва Ярославская → Ярославль- Главный → Воркута	Ежедневно	13:05	16:55	3 ч 50 мин	Плацкартный: 128 мест от 1167 Р. Купе: 95 мест от 1 688 Р. Купе (для инва- лидов): 2 места от 1 611 Р

Окончание таблицы 1

Но мер по- езда	Название / Маршрут	Перио- дичность, дата от- правления	Время отправ- прав- ления	Время при- бытия	Время в пути	Типы вагонов (количество мест, цена)
078	ФПК: Москва Ярославская → Ярославль- Главный → Абакан	28 ноября, пятница	23:20	02:45	3 ч 25 мин	Плацкартный: 101 место от 1 164 Р. Купе: 5 мест от 2 183 Р. Купе (для инва- лидов): 2 места от 1 442 Р
148	ФПК: Москва Ярославская → Ярославль → Кострома Новая	28 ноября, пятница	23:30	02:57	3 ч 27 мин	Плацкартный: 95 мест от 1106 Р. Купе: 92 места от 1 899 Р

Так, цена проездного документа в купейный вагон поезда варьируется от 1688 до 2183 российских рублей. Также отличается стоимость проезда верхнего и нижнего места, разница может доходить до 23 %. В случае отправления поезда в ночное время цена билета ниже на 5 % (поезд № 148). При приобретении проездного документа заранее цена билета на 20 % выше, так как процент занятости мест в поездах на указанную дату невысокий.

Для оценки эффективности применения подходов динамического ценообразования при формировании стоимости проезда на пассажирские поезда в межрегиональном сообщении, проведены расчеты стоимости проезда с использованием указанного принципа на направлении Минск – Гродно. На данном направлении в ежедневном обращении находится 3 поезда: 2 поезда межрегиональных линии экономкласса № 687/688 и 629/630 и поезд межрегиональных линии бизнес-класса № 731/732 Минск – Гродно [3].

К исследованию были приняты поезда № 731/732 и 629/630. Поезд № 731/732 обслуживается моторвагонным подвижным составом серии ДП-3. Общая населенность поезда составляет 152 человека.

Определение стоимости проезда на пассажирские поезда по маршруту Минск – Гродно проводилось по двум вариантам.

Вариант 1 предусматривает повышение стоимости проезда на 20 % на момент открытия продажи проездных документов на поезда и сохранение установленной стоимости до момента заполняемости мест поезда на 20 %, повышенный тариф устанавливается для поездов, пользующихся высоким спросом. Далее при достижении заполняемости мест в поезде до 20 % стоимость проезда предлагается снизить до установленной МАРТ. В случае заполнения вместимости поезда на 70 %, увеличивать стоимость проезда до первоначальной на момент открытия продажи проездных документов.

Выручка от продажи проездных документов по первому варианту можно определить по формуле

$$D = c_{61}A_1 + c_{62}A_2 + c_{63}A_3, \quad (1)$$

где c_{61} – стоимость проезда на поезде с учетом повышения тарифа на 20 % от установленного МАРТ, руб.; c_{62} – стоимость проезда по тарифам, установленным МАРТ, руб.; c_{63} – стоимость проезда на поезде для пассажиров с велосипедом, руб.; A_1, A_2, A_3 – количество пассажиров, приобретающих билеты по соответствующим тарифам на проезд, пас.

Для определения стоимости проезда в поездах, сформированных из пассажирских вагонов локомотивной тяги, в варианте 1 предлагается:

- на нижние полки установить стоимость проезда выше действующих тарифов на 20 %, а стоимость проезда на верхних полках оставить согласно постановлению МАРТ;

- повысить стоимость проезда на 20 % в момент открытия продажи проездных документов на поезд и сохранить ее до заполняемости мест в поезде до 20 %;

- при достижении заполняемости мест в поезде до 20 % стоимость проезда снизить, до установленной МАРТ;

- в случае заполнения вместимости поезда на 70 % увеличивать стоимость проезда до первоначальной на момент открытия продажи проездных документов.

Стоимость проезда на межрегиональном поезде бизнес-класса № 731/732 от станции Минск-Пассажирский до станции Гродно по состоянию на 21.11.2025 составляет 27 руб. 67 коп. и для проезда пассажиров с велосипедом – 55 руб. 35 коп. Данный поезд ежедневного обращения с использованием моторвагонного подвижного состава ДП-3, процент использования вместимости 100 %, что говорит о высоком спросе пассажиров на проезд. В исследовании размер выручки определялся при условии проезда пассажиров от начальной до конечной станции маршрута с учетом мониторинга хода продаж для определения сроков приобретения пассажирами проездных документов на поезд. Размер выручки от продажи проездных документов на межрегиональный поезд бизнес-класса № 731/732 с учетом дифференциации стоимости проезда по первому варианту составит:

$$D = 33,20 \cdot 75 + 27,67 \cdot 75 + 55,35 \cdot 2 = 4675,95 \text{ руб.}$$

Размер выручки от продажи проездных документов на межрегиональный поезд бизнес-класса № 731/732 с учетом тарифов, установленных МАРТ,

$$D = 27,67 \cdot 150 + 55,35 \cdot 2 = 4261,2 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что введение динамического ценообразования позволило увеличить выручку на 414,75 руб.

Межрегиональный поезд экономкласса № 629/630 обслуживается подвижным составом на локомотивной тяге. Согласно служебному расписанию пассажирских поездов в основной группе поезда курсируют 3 вагона (2 плацкартных вагона и 1 купейный вагон). В данном поезде имеются места с разным уровнем комфорта: верхние полки, боковые места около туалета нерабочего тамбура.

Общее количество мест в основной группе вагонов межрегионального поезда экономкласса № 629/630 составляет: 102 места в плацкартных вагонах и 26 мест в купейном вагоне. Стоимость проезда в плацкартном вагоне на 20.11.2025 составляет 18 руб. 97 коп., в купейном – 26 руб. 33 коп.

Размер выручки от продажи проездных документов с учетом проезда в купейных и плацкартных вагонах можно определить по формуле

$$D = \sum c_i^{\text{пл}} A_i + \sum c_i^{\text{к}} A_i, \quad (2),$$

где $c_i^{\text{пл}}$ – стоимость проезда плацкартном вагоне по соответствующему тарифу с учетом применения системы динамического ценообразования, руб.; $c_i^{\text{к}}$ – стоимость проезда в купейном вагоне по соответствующему тарифу с учетом применения системы динамического ценообразования, руб.; A_i – количество пассажиров, приобретающих билеты по соответствующим тарифам на проезд, пас.

Размер выручки от продажи проездных документов на межрегиональный поезд экономкласса № 629/630 с учетом дифференциации стоимости проезда по первому варианту указан далее.

Размер выручки от продажи проездных документов в плацкартных вагонах

$$D_{\text{пл}} = 26 \cdot 26,56 + 25 \cdot 22,76 + 26 \cdot 22,76 + 25 \cdot 18,97 = 2325,97 \text{ руб.}$$

Размер выручки от продажи проездных документов в купейных вагонах

$$D_{\text{к}} = 7 \cdot 36,87 + 6 \cdot 31,6 + 7 \cdot 31,60 + 6 \cdot 26,33 = 826,87 \text{ руб.}$$

Общая выручка от продажи проездных документов на межрегиональный поезд экономкласса № 629/630 с учетом применения системы динамического ценообразования по первому варианту

$$D = 2325,97 + 826,87 = 3152,84 \text{ руб.}$$

Размер выручки от продажи проездных документов на межрегиональный поезд экономкласса № 629/630 с учетом действующих тарифов, установленных МАРТ,

$$D = 18,97 \cdot 102 + 26,33 \cdot 26 = 2588,92 \text{ руб.}$$

Из расчетов видно, что введение динамического ценообразования позволило увеличить выручку на 563,98 руб.

Второй вариант применения системы ДУТИСС предполагает учет не только сроков продажи проездных документов и процента использования вместимости поездов, но дни курсирования рассматриваемых поездов. Предлагается дифференциация стоимости проезда по дням недели.

В случае отправления поезда, сформированного из моторвагонного подвижного состава в выходной (пятница – понедельник), стоимость проезда дифференцируется следующим образом:

- повышение стоимости проезда на 20 % в момент открытия продажи проездных документов на поезд и ее сохранения до заполняемости мест в поезде на уровне 10 %;

- по достижении установленного процента заполняемости 10 % стоимость проезда снижается на 10 %;

- по достижении уровня использования мест в поезде в размере 20 % устанавливается стоимость проезда по действующим тарифам МАРТ;

- при уровне заполняемости мест в поезде в размере 70 % увеличивается стоимость проезда на 20 % и сохраняется до уровня использования вместимости мест равного 85 %;

- при достижении уровня использования вместимости поезда равного 85 % увеличивается стоимость проезда на 40 % от тарифа, согласно постановлению МАРТ.

В случае отправления поезда, сформированного из пассажирских вагонов локомотивной тяги в выходной (пятница – воскресенье), стоимость проезда дифференцируется следующим образом:

- на нижнее полки установить стоимость проезда выше действующих тарифов на 20 %, а стоимость проезда на верхних полках оставить согласно постановлению МАРТ;

- повысить стоимость проезда на 20 % в момент открытия продажи проездных документов на поезд и сохранить ее до заполняемости мест в поезде до 20 %;

- при достижении заполняемости мест в поезде до 20 % стоимость проезда снизить до установленной МАРТ;

- при уровне заполняемости мест в поезде в размере 70 % увеличить стоимость проезда на 20 % и сохранить ее до уровня использования вместимости мест равном 85 %;

- при достижении уровня использования вместимости поезда равного 85 % увеличить стоимость проезда на 40 % от тарифа, согласно постановлению МАРТ.

Результаты расчета размеров выручки от продажи проездных документов на межрегиональные поезда с учетом введения динамического ценообразования по вариантам приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная таблица выручки с учетом введения динамического ценообразования

В белорусских рублях

Категория поезда	1-й вариант	2-й вариант	Существующий тариф
Межрегиональный бизнес-класса № 731/732	4675,95	4754,99	4261,20
Межрегиональный экономкласса № 629/630	3152,84	3176,21	2588,92

Для более детального изучения спроса было проведено исследование продажи билетов на данные поезда. Днями отправления поездов были выбраны 20.11.2025 (четверг) и 28.11.2025 (пятница). Мониторинг продажи билетов проводился с 13.11.2025 по 20.11.2025.

В результате мониторинга установлено, что на дату отправления поезда 20.11.2025 (четверг) наибольшее число проездных документов продано 19.11.2025, однако 19.11.2025 подвижной состав поезда № 731/732 был заменен с ДПЗ на ДП6. Количество приобретенных проездных документов на поезд № 731/732 на момент отправления составило 117 из 312, или 40 % населенности. Количество приобретенных проездных документов на поезд № 629/630 на момент отправления составило 102 мест из 128, или 80 % населенности.

На дату отправления 28.11.2025 (пятница) наибольшее число проездных документов продано до 18.11.2025. С учетом хода продаж на поезд № 629/630 была изменена его схема формирования и увеличено количество вагонов в составе поезда до 8 вагонов (5 плацкартных и 3 купейных). На момент окончания мониторинга количество приобретенных проездных документов на поезд № 629/630 составляет 156 из 314, или составляет 50 % населенности, а на поезд № 731/732 – 136 из 152 мест, что составляет 90 % населенности.

Таким образом видно, что поезда, курсирующие в пятницу, пользуются повышенным спросом. Кроме того, в поезде № 629/630 выкупались изначально нижние места в плацкартных вагонах, а затем верхние. Следует отметить, что система динамического ценообразования имеет как преимущества, так и недостатки.

Среди преимуществ можно отметить следующие:

- повышение прибыльности пассажирских перевозок, которое достигается за счет регулирования спроса и предложения;
- распределение пассажиропотока равномерно по всем категориям поездов;
- возможность выбора пассажирами ценового сценария покупки проездных документов с разным уровнем комфорта и стоимости.

Недостатками введения динамического ценообразования являются:

– социальное неравенство: пассажиры с низким доходом могут быть вынуждены отказываться от поездок или выбирать менее удобные варианты из-за высокой стоимости в периоды пикового спроса;

– неопределенность ценовых условий: планирование бюджета поездок затруднено вследствие значительной вариативности тарифов в зависимости от даты, времени отправления и других факторов. В то же время применение динамического ценообразования может стимулировать пассажиров к более осознанному планированию своих перемещений с учетом временных (время суток, день недели) и сезонных параметров, что в долгосрочной перспективе способствует формированию более эффективных и рациональных транспортных привычек;

– негативная реакция пассажиров: одним из факторов потенциального недовольства пассажиров является субъективное ощущение несоответствия цены качеству предоставляемой услуги, а также переплаты за проезд. Вместе с тем динамическое ценообразование способно обеспечить более высокую степень прозрачности и обоснованности тарифной системы, поскольку плата устанавливается пропорционально получаемой потребителем выгоде. В частности, пассажир, согласный на повышенный тариф в период пиковой нагрузки, может рассчитывать на соответствующие улучшенные условия обслуживания – например, меньшую заполняемость подвижного состава или сокращение времени в пути.

Таким образом применение системы динамического ценообразования на направлении Минск – Гродно позволяет увеличить выручку от продажи билетов на 415–493 рубля для поезда бизнес-класса и на 564–587 рублей для экономкласса по сравнению с действующими тарифами. Наиболее эффективен второй вариант, учитывающий день недели, заполняемость поезда и тип места (нижнее, верхнее). Внедрение гибкой системы тарифов способствует более равномерному распределению пассажиропотока и повышению доходности перевозок, но требует учета социальных аспектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Об изменении постановления Министерства антимонопольного регулирования и торговли Республики Беларусь от 3 декабря 2020 г. № 82 : постановление Министерства антимонопольного регулирования и торговли Респ. Беларусь от 15 апр. 2024 г. № 29. – URL: https://pass.rw.by/uploads/iblock/cd7/31e9s876nzl9xgorkl9ddxi0xdgdwlhh/PostMART_pass.pdf (дата обращения: 21.11.2025).

2 Динамическое ценообразование // Российские железные дороги. – URL: <https://www.rzd.ru/ru/9330> (дата обращения: 21.11.2025).

3 Белорусская железная дорога : офиц. сайт. – Минск, 2025. – URL: <https://www.rw.by/> (дата обращения: 22.11.2025).

Получено 01.06.2026

УДК 004.056.5

А. С. ШКРАДЮК, П. А. ДАНИЛОВИЧ (ЭМ-21)

Научные руководители: старшие преподаватели *В. Е. МИНИН,*
С. С. ТАТУР

ЭКОСИСТЕМА ИНСТРУМЕНТОВ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Даётся характеристика современного ландшафта средств кибербезопасности, задействованных в обеспечении защиты веб-ориентированных систем и цифровых платформ. Систематизированы основные классы защитного инструментария: средства статического и динамического выявления дефектов безопасности, решения для событийного мониторинга, механизмы укрепления клиентской составляющей, аппарат проверки настроек и менеджмента конфиденциальных данных. Обосновывается положение, согласно которому усложнение архитектурных решений в вебе, расширение спектра угроз и внедрение технологий генеративного искусственного интеллекта настоятельно требуют от специалиста освоения обширного набора оборонительных технологий.

В профессиональной ИТ-среде последних лет фиксируется отчетливая тенденция к усилению алармистских взглядов касательно перспектив веб-разработки. Активное внедрение конструкторов с низким порогом вхождения и генеративных нейросетевых моделей послужило питательной средой для возникновения тезиса о постепенной девальвации данной профессии [5]. Между тем, предпринятый автором анализ свидетельствует об обратном: веб-разработка не утрачивает позиций, а эволюционирует в сторону большей зрелости, где доминантным критерием профессионализма становится выстраивание системы киберзащиты. Реалии таковы, что эксплуатируемые веб-продукты находятся в зоне перманентного атакующего воздействия, что диктует необходимость внедрения совокупности страховочных мер и углублённой трактовки природы возможных брешей.

Совокупность актуальных средств безопасности распадается на несколько крупных категорий, среди которых особое место занимают утилиты анализа уязвимостей. Инструменты статического типа дают возможность фиксировать несоответствия ещё на этапе работы с репозиторием, тогда как динамические анализаторы ориентированы на оценку функционирующего экземпляра приложения; гибридные же комплексы пытаются объединить достоинства обоих методов [1]. Отдельный блок мероприятий касается ревизии внешних компонентов – контроль цепочки зависимостей призван блокировать включение в проект неблагонадёжных сторонних библиотек. Комплексное задействование перечисленных средств открывает путь к своевременному подавлению межсайтовых сценариев (XSS), инъекций

SQL-кода, ошибочных параметров конфигурации и всевозможных отклонений от утверждённых политик безопасности.

Не менее существенен сегмент решений, ориентированных на клиентскую сторону веб-продуктов. В целях пресечения атак подобного рода действует политика ограничения загружаемого контента (CSP), процедуры очистки и валидации вводимых пользователем данных, анти-CSRF-защита, сверка целостности внешних ресурсов и отслеживание модификаций DOM [2]. Инженер обязан осознавать особенности сопряжения означенных механизмов с браузерными интерфейсами и оценивать их влияние на общую архитектурную схему. В условиях лавинообразного прироста инцидентов на стороне клиента практическое владение данной группой технологий становится императивом.

Серьёзную нишу в общей системе защиты занимают подсистемы отслеживания угроз и сигнальные механизмы. Платформы SIEM аккумулируют и подвергают обработке логи безопасности, IDS-IPS-системы маркируют подозрительные паттерны сетевой активности, тогда как агентные решения EDR-XDR нацелены на превентивное блокирование атак через поведенческий анализ процессов [3]. Указанные компоненты образуют фундамент для быстрой реакции на инциденты и способствуют купированию их потенциальных последствий.

К числу приоритетных задач относится и приведение практик разработки в соответствие с отраслевыми стандартами. С этой целью применяются оценочные листы OWASP ASVS, средства валидации конфигурационных файлов, утилиты для контроля учётных данных, а также инструменты аудита интерфейсов прикладного программирования. В качестве внешнего регулятора выступают нормы GDPR, положения ISO/IEC 27001 и критерии доступности WCAG 2.1, фиксирующие параметры обработки персональной информации и безбарьерности сервисов [4]. Исполнение предписаний данных документов рассматривается как безусловное требование для компаний, оперирующих массивами личных данных и предлагающих открытые онлайн-услуги.

Обобщение изложенных аспектов приводит к заключению, что инструментарий кибербезопасности сегодня выступает в роли системообразующего элемента веб-разработки. Тенденция к усложнению кодовой базы, расширение области недружественных воздействий и внедрение синтезирующих нейросетей настоятельно мотивируют инженера к углублённому постижению принципов сохранности информации. Средства выявления брешей, мониторинговые комплексы, защитные механизмы фронтенда и инструменты стандартизации конфигураций в совокупности очерчивают круг профессиональной компетентности современного разработчика. Владение названным инструментарием выступает в качестве обязательного условия эффективной деятельности в структурах цифровой экономики и определяет конкурентную значимость кадров на фоне форсированных трансформационных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Флэнаган, Д.** JavaScript. Полное руководство / Д. Флэнаган. – М. : Вильямс, 2021. – URL: <https://www.oreilly.com/library/view/javascript-the-definitive/9781491952016/> (oreilly.com in Bing) (дата обращения: 20.05.2026).
- 2 **Чиннатхамби, К.** Изучаем React / К. Чиннатхамби. – СПб. : Питер, 2019. – URL: <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/learning-react/P200000003465/9780134843575> (pearson.com in Bing) (дата обращения: 20.05.2026).
- 3 **Бернхардт, К.** WebAssembly: практическое руководство / К. Бернхардт. – СПб. : Питер, 2022. – URL: <https://www.cs.cmu.edu/~wasm/> (дата обращения: 20.05.2026).
- 4 **Гавнер, М.** Изучаем TypeScript 4 / М. Гавнер. – М. : ДМК Пресс, 2021. – URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4842-7180-0> (link.springer.com in Bing) (дата обращения: 20.05.2026).
- 5 Аналитический отчёт: Рынок труда в сфере IT. – М. : Хабр Карьера, 2025. – URL: <https://habr.com/ru/articles/810923/> (habr.com in Bing) (дата обращения: 20.05.2026).

Получено 17.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 004.8:004.91

Д. В. ЯКУБОВИЧ, И. С. КУХАРЕНКО (МТ-56)

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук *Н. В. РЯЗАНЦЕВА*

ИНТЕГРАЦИЯ ИНСТРУМЕНТОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В OBSIDIAN

Рассматривается концепция интеграции современных ИИ-агентов в систему управления знаниями Obsidian посредством протокола MCP (Model Context Protocol). Анализируются ключевые проблемы применения больших языковых моделей в долгосрочных проектах, предлагается архитектурное решение на основе структурированной базы знаний в формате Markdown. Исследуется феномен «context rot» – деградации внимания модели при переполнении контекстного окна – и обосновывается преимущество вынесения проектных знаний во внешнее хранилище. Приводятся практические рекомендации по организации базы знаний, настройке интеграции и применению подхода в командной разработке.

Большие языковые модели (LLM) стремительно проникают в повседневную практику разработчиков, исследователей и студентов. Инструменты на базе Claude, GPT и их аналогов позволяют генерировать код, анализи-

ровать документацию и автоматизировать рутинные задачи. Тем не менее при использовании ИИ-ассистентов в проектах, растянутых во времени, пользователи неизбежно сталкиваются с рядом системных ограничений.

Первое ограничение – конечность контекстного окна. Несмотря на то что к 2025–2026 годам ряд моделей поддерживает окна свыше 100 000 токенов, эффективный рабочий контекст на сложных задачах может быть значительно меньше декларируемого предела. Исследования 2025 года зафиксировали явление «context rot» – постепенной деградации внимания модели к ранним токенам по мере заполнения контекстного окна: модель начинает отдавать предпочтение свежим записям, тогда как информация из начала диалога фактически теряется.

Второе ограничение – отсутствие персистентной памяти между сессиями. Каждый новый диалог начинается «с чистого листа»: разработчик вынужден заново воспроизводить контекст, объяснять архитектуру проекта, соглашения о коде и принятые решения. На крупных проектах это превращается в значительные временные потери.

Третье ограничение носит структурный характер: линейный формат чата плохо приспособлен для хранения и навигации по многокомпонентной проектной документации. Описанные проблемы формируют запрос на новый подход: вместо накопления контекста внутри диалога – вынесение проектных знаний во внешнее, структурированное, версионизируемое хранилище. Именно такую возможность открывает интеграция ИИ-агентов с Obsidian через протокол MCP.

Obsidian – кроссплатформенное приложение для ведения заметок с открытым форматом хранения. Все данные сохраняются в виде обычных текстовых файлов формата Markdown (.md) в локальной папке – хранилище (vault). Принципиальное отличие Obsidian от облачных аналогов (Notion, Confluence) состоит в том, что данные не покидают устройство пользователя без его явного согласия, а формат хранения не привязан к конкретному поставщику сервисов. К февралю 2026 года аудитория Obsidian превысила 1,5 миллиона пользователей с приростом около 22 % год к году, что во многом объясняется совместимостью приложения с ИИ-инструментами: формат Markdown читается и генерируется языковыми моделями нативно, без специальных парсеров.

Ключевой особенностью Obsidian является поддержка двунаправленных ссылок между заметками. Конструкция [[имя файла]] автоматически создаёт гиперссылку и отображается в граф-представлении хранилища, позволяя строить семантически связанные сети знаний. Именно эта особенность критически важна для ИИ-агентов: вместо анализа всей кодовой базы при каждом запросе агент движется по ссылкам от корневого файла к нужным разделам документации. Расширяемость обеспечивается системой плагинов сообщества: для интеграции с ИИ ключевую роль играет плагин Local REST

API, открывающий локальный HTTP-интерфейс, через который внешние программы, в том числе MCP-серверы, могут читать, создавать и редактировать файлы хранилища.

Model Context Protocol (MCP) – открытый стандарт межпрограммного взаимодействия, разработанный компанией Anthropic в конце 2024 года. Протокол определяет унифицированный способ подключения ИИ-агентов к внешним инструментам, базам данных и API. Ключевое достоинство MCP – универсальность: один MCP-сервер может быть использован любым агентом, поддерживающим стандарт, независимо от поставщика модели. Архитектурно MCP работает по клиент-серверной модели: агент направляет структурированные запросы MCP-серверу, который транслирует их в вызовы конкретного сервиса. В случае Obsidian цепочка выглядит следующим образом: Claude Code (агент) → MCP-сервер → Local REST API → файловая система хранилища.

Важно отметить отличие данного подхода от классического RAG (Retrieval-Augmented Generation). RAG предполагает векторизацию документов и семантический поиск по эмбедингам; MCP обеспечивает прямой структурированный доступ к хранилищу по ссылкам и путям. Сравнительный анализ подходов приведён в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение подходов к расширению контекста ИИ-агентов

Критерий	Контекстное окно	RAG	MCP + Obsidian
Персистентность	Нет	Частичная	Да
Стоимость токенов	Высокая	Средняя	Низкая
Навигация по ссылкам	Нет	Нет	Да
Актуализация агентом	Нет	Нет	Да
Командная работа (Git)	Нет	Ограниченно	Да
Конфиденциальность	Зависит от модели	Зависит от хранилища	Локально

Исследования 2025 года подтверждают: на практике RAG и расширенные контекстные окна решают разные задачи и не исключают друг друга. RAG эффективен для поиска по большим документальным корпусам; контекстное окно – для анализа одного документа целиком; MCP с Obsidian занимает промежуточную нишу: структурированный граф небольших взаимосвязанных документов, навигируемый агентом по ссылкам.

Эффективность работы ИИ-агента напрямую определяется качеством организации базы знаний. На основе анализа практического опыта можно выделить три ключевых требования к её структуре.

Навигируемость. От корневого файла README.md должна существовать цепочка ссылок до любого дочернего документа. Агент начинает работу именно с корневого файла и движется вглубь по ссылкам, не перебирая все файлы хранилища методом полного перебора.

Актуальность. Содержимое технической документации должно точно отражать текущее состояние кодовой базы. Устаревшая документация вводит агента в заблуждение и порождает ошибки, поэтому обновление базы знаний должно быть обязательным шагом при каждом внесении изменений в код.

Лаконичность. Каждый файл должен содержать только существенную для своего раздела информацию. Практика показывает, что чрезмерно разросшиеся файлы снижают качество ответов агента, поэтому рекомендуется периодически дробить большие файлы на отдельные тематические документы.

Типовая структура хранилища для проекта средней сложности включает: README.md – корневой файл с навигационными ссылками на все разделы и инструкциями для агентов; context/ – контекстную информацию о проекте (техническое задание, требования заказчика, принятые архитектурные решения); structure/ – техническую документацию, структурно зеркалирующую кодовую базу; daily-changes/ – журнал изменений в формате «одна запись на день», который агент ведёт самостоятельно, что позволяет восстанавливать контекст при переключении между задачами.

Важным практическим приёмом является включение явных инструкций для ИИ-агента непосредственно в документы базы знаний: каждый индексный файл рекомендуется завершать разделом «Для агентов» с описанием допустимых операций, форматов записей и ограничений. Кроме того, в корне проекта создаётся файл CLAUDE.md (или AGENTS.md для других инструментов), который автоматически включается в контекст каждого запроса и содержит общий промпт, описывающий роль агента и порядок работы с хранилищем.

Типовой цикл взаимодействия при постановке задачи выглядит следующим образом. Разработчик формулирует задачу (например, «реализовать форму авторизации и соответствующий эндпоинт»). Агент открывает README.md хранилища, по навигационной карте определяет релевантные разделы и по цепочке ссылок считывает необходимую документацию – без анализа всей кодовой базы. Затем агент вносит изменения в код, соблюдая принятые в проекте соглашения, актуализирует техническую документацию и добавляет запись в журнал изменений. Контекст задачи оказывается зафиксированным в базе знаний для последующих сессий.

Описанный подход органично встраивается в командную разработку: база знаний выносится в отдельный Git-репозиторий, что обеспечивает версионирование и прозрачную историю изменений документации. Каждый

участник команды использует ИИ-агента в рамках единого согласованного контекста. Практически значимым следствием является ускорение онбординга новых разработчиков: вместо изучения кодовой базы напрямую новый участник задаёт вопросы агенту, который отвечает на основе актуальной документации.

Интеграция с ИИ-агентами придаёт новое измерение концепции «второго мозга» – персональной внешней системы управления знаниями, восходящей к методологии Zettelkasten Никласа Лумана и её современным интерпретациям. Хранилище знаний становится не только инструментом памяти для человека, но и рабочей средой для ИИ: вместо объяснения ситуации в каждом новом диалоге разработчик предоставляет агенту доступ к структурированной базе знаний, которую агент читает, дополняет и использует как рабочую память. Выбор формата Markdown оказался дальновидным задолго до эры LLM: текстовые файлы – наиболее универсальный формат, читаемый любой моделью.

К преимуществам подхода относятся: решение проблемы context rot за счёт загрузки знаний только по мере необходимости; кратная экономия токенов в крупных репозиториях; персистентная память, не привязанная к конкретному поставщику ИИ; командная совместимость через Git; «живая» документация, снижающая затраты на онбординг; конфиденциальность благодаря локальному хранению данных и возможности работы с локальными моделями (Ollama, LM Studio).

Вместе с тем подход имеет ограничения. Эффективность агента прямо зависит от качества документации: недостаточно строгий контроль над записями приводит к накоплению неточных данных, вводящих агента в заблуждение. Проектирование структуры хранилища и первоначальное наполнение базы знаний требуют значительного времени, что делает подход нецелесообразным для небольших краткосрочных проектов. При командной работе синхронизация через Git требует внимания к разрешению конфликтов, а некоторые MCP-серверы создают инфраструктурную зависимость, требуя запущенного приложения Obsidian в момент работы агента.

В заключение следует отметить, что интеграция инструментов искусственного интеллекта в Obsidian через протокол MCP представляет собой практически реализуемый ответ на системные ограничения современных ИИ-ассистентов: конечность и деградацию контекстного окна, отсутствие персистентной памяти между сессиями и сложность командного взаимодействия с агентом. Центральная идея – разделение контекста и диалога: проектные знания выносятся во внешнее структурированное хранилище, к которому агент обращается по навигации по ссылкам. Направлениями дальнейших исследований являются разработка метрик качества ИИ-генерируемой документации, автоматизация первоначального наполнения базы знаний и изучение применимости архитектуры в образовательном процессе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Obsidian – официальная документация // Obsidian. – URL: <https://obsidian.md/> (дата обращения: 01.05.2026).
- 2 Model Context Protocol – спецификация протокола // Anthropic. – URL: <https://modelcontextprotocol.io/> (date of access: 01.06.2026).
- 3 Разработка с Obsidian + Claude. Практический гайд // Habr. – URL: <https://habr.com/ru/articles/1030316/> (дата обращения: 01.05.2026).
- 4 LLM Context Window Limitations in 2026 // Atlan. – URL: <https://atlan.com/know/llm-context-window-limitations/> (date of access: 01.06.2026).
- 5 Mastering Personal Knowledge Management with Obsidian and AI // Eric J. Ma. – URL: <https://ericmj1.github.io/blog/2026/3/6/mastering-personal-knowledge-management-with-obsidian-and-ai/> (date of access: 01.06.2026).
- 6 Obsidian AI Second Brain: Complete Guide 2026 // NxCode. – URL: <https://www.nxcode.io/resources/news/obsidian-ai-second-brain-complete-guide-2026> (date of access: 01.06.2026).
- 7 Forte, T. Building a Second Brain: A Proven Method to Organize Your Digital Life and Unlock Your Creative Potential / T. Forte. – New York : Atria Books, 2022. – 272 p.
- 8 From RAG to Context: A 2025 year-end review of RAG // RAGFlow. – URL: <https://ragflow.io/blog/rag-review-2025-from-rag-to-context> (date of access: 01.05.2026).

Получено 26.06.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

UDC 339.138.8:745.5

Y. M. YUNCHYTS (ГЧ-21)

Research Supervisor – E. L. BATURINA, PhD

COLOR AS A BRANDING TOOL = ЦВЕТ КАК ИНСТРУМЕНТ БРЕНДИНГА

This article explains modern trends in how companies use color in branding, the choices brand make, and facts about how people react to color that are often overlooked. It examines the psychological reasons for people's color responses and how brands can use these reactions, when creating their visual identity and marketing.

Color is a key tool in branding. It helps brands influence people's feelings, how they see the company, and their desire to buy something from this brand. It makes brand memorable and unique in people's minds. This psychological impact strengthens brand identity.

Historical symbolism of color influences how we read shades today. Michel Pastoureau shows that colors build their meanings over centuries. They are not

neutral visual facts, but cultural signs that carry stories, rituals, trade routes, religious uses, and social rules. A single shade can gather layers of meaning and each layer changes how people react to that color now.

Pastoureau's work shows that color meanings vary by time and place, so modern brands tap into this deep, shifting cultural memory, when they choose a palette. Picking a color for a logo is not only a design decision, but also a dialogue with centuries of human symbolism and practice. Let's look at several colors and explore, how their modern meanings are linked to historical symbols and practices [3].

Blue feels calm and reliable, so banks and big companies prefer it. It creates a sense of stability, trust, and professionalism: when people see a blue logo, they think it's safe to deal with that brand. Light blue adds lightness, while dark blue brings elegance. Historically, blue was rare and costly, appearing in religious painting and royal garments. That past prestige helps explain why blue still suggests loyalty and authority now [1].

Red sparks quick, impulsive action. It grabs attention and creates excitement, making it perfect for sales promotions and fast purchases. It's like a magnet makes you stop, look, and want it now. That's why fast food like McDonald's use red to make you hungry and ready to order. At the same time, red is linked to power, war, and passion means it can signal both luxury and danger, so brands use it, when they want intense emotion [4].

Yellow brings energy, happiness, and optimism. It's bright and perfect for fun products or to lift your mood. It like sunshine makes you smile and feel positive right away. Yellow's reading also depends on history and culture: in some traditions bright yellow carried royal or sacred meanings, while in others it could mark caution, so designers weigh these echoes when choosing tones.

Green reminds us of nature and harmony, bringing thoughts of health and eco-friendliness. Light green feels spring-like and easy, dark green deep and luxurious, like a forest or emerald. Today, green helps brands position themselves as "green" and eco-friendly. It soothes eyes and works well for everyday clothes or sportswear. That modern eco-meaning rests on older layers: in medieval imagery green tied to nature and love, then to renewal, so today "green brands" tap into centuries of positive nature associations [2].

Even white and black have played roles across history. White could mean innocence, used for bridal clothes and religious robes to suggest cleanliness of spirit. In some cultures, white also marked death, appearing at funerals and in rites for the deceased. White has been linked to light, hope, and new beginnings, but it can also suggest emptiness, sterility, or social exclusion depending on context.

Black carries multiple, sometimes opposite meanings. This color signals seriousness, authority, and dignity, which makes it useful for brands, that want to appear

professional or luxurious. At the same time, black has long been tied to grief and loss, and in some historical moments it was associated with rebellion, mystery, or the forbidden. Because white and black have such layered histories, using them in branding brings in these varied associations, and designers choose their tone and pairing carefully to guide whether the color feels elegant, modern, or stark [5].

This works better in fashion, cause color is part of the fabric, you can touch and try on. Brands carefully choose shades to tell stories: one use bright tones for riot, another muted for classic style.

In fashion shows, colors set the whole mood. Runway with pinks and purples screams fun and new trends. Bright neon shades can immediately grab the audience's attention and create social media buzz. Black and white collections feel chic and simple. These classic choices highlight the silhouette and structure of the garments without any distractions.

Designers spend months testing fabrics in sunlight, stores, and photos to be sure in color. They must check how shades change under heavy runway spotlights versus natural daylight. Clothes touch your skin, so color affects how you feel it. Soft pastel tones often bring a sense of comfort and relaxation.

A bright yellow dress can make you feel confident and happy all day. In contrast, earthy tones like olive green and warm brown connect people to nature and promote calmness. Dark navy suits look serious for work. Deep charcoal grey also projects authority and competence in corporate meetings.

Fashion brands use this to match their vibe and customers feel connected to this identity. Choosing a brand's specific color palette allows buyers to express their personal values without speaking.

To make all perfect, brands create strict rules with color codes, like shades in numbers (RGB or Pantone). This ensures the logo on the website, product box, advertising, and labels look the same everywhere. These rules keep the style from the first purchase to repeat buys, making the brand recognizable worldwide. Without them colors could change on different screens or printers, and the brand loses strong look. That's why big companies have special guides just for colors [4].

Famous brands use signature colors to become recognizable. Tiffany&Co., a jewelry brand, created their Tiffany Blue in 1845 for their first catalog. This shade blends trust from blue with a fresh and light green. You can see it everywhere: on elegant jewelry boxes, the logo, and store displays. Hermès, French fashion house, chose bright orange simply cause during War other colored paper ran out. Christian Louboutin's red shoe soles scream about high status and glamour, while Burberry's beige paired with brown echoes their classic tweed patterns, associated with British heritage and timeless style. These colors were carefully chosen and made brands unforgettable.

To sum up, color connects people to the brand emotionally. The right choice

helps stand out from competitors and keeps customers coming back. It as a silent language that communicates personality. By affection on associations, color transforms a simple product into a memory, that resonates after the first purchase.

LIST OF REFERENCES

1 **Labrecque, L. I.** Exciting red and competent blue: The importance of color in marketing / L. I. Labrecque, G. R. Milne // Journal of the Academy of Marketing Science. – 2024. – № 40 (5). – P. 711–727.

2 **Palmer, S. E.** An ecological valence theory of human color preferences / S. E. Palmer, K. B. Schloss // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2023. – № 107 (19). – P. 8877–8882.

3 **Pastoureau, M.** The Colours of Our Memories / M. Pastoureau ; translated by Janet Lloyd. – Polity Press, 2012.

4 Consumer behavior and color psychology studies / Rochester Institute of Technology // Journal of Consumer Psychology. – 2024. – № 45 (3). – P. 234–256.

5 **Tantanatewin, W.** Effects of color on human behavior and emotion in interior spaces / W. Tantanatewin, V. Inkarojrit // Journal of Environmental Psychology. – 2024. – № 35 (2). – P. 152–163.

Получено 20.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 691.168

А. А. ЯНУЧОК (ЗСАсм-31), В. В. ХАЧАТУРЯН (СА-51)

Научный руководитель – ст. преп. Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ БЕЛАРУСИ

Технологичность асфальтобетонной смеси определяется её способностью к равномерной укладке в широком температурном интервале, однако применение горячих смесей сопряжено с ускоренным старением битума и жёсткими ограничениями по времени уплотнения. Использование тёплых асфальтобетонных смесей позволяет понизить температуру укладки и уплотнения, а также вести работы при отрицательных температурах воздуха.

Под технологичностью асфальтобетонной смеси понимается её способность равномерно распределяться шнеком асфальтоукладчика по всей ширине укладки и обеспечивать максимально широкий рабочий температур-

ный интервал. Присутствие битума в составе смеси вносит временные ограничения в технологический процесс: продолжительность укладки и уплотнения лимитирована, так как с понижением температуры вязкость битума возрастает. Уплотнение горячей асфальтобетонной смеси завершают, когда температура покрытия опускается ниже 90 °С. Теплые смеси разрешается уплотнять до достижения покрытием температуры не выше 70–80 °С. Укладка теплых смесей допустима при температуре окружающего воздуха вплоть до –10 °С, тогда как горячие смеси рекомендовано применять при температуре воздуха более 5 °С.

Вязкость битума выступает критическим параметром на многих стадиях технологии асфальтобетона. В процессе перемешивания с минеральными материалами критическая вязкость битума составляет менее 0,2 Па·с [1]. Традиционно вязкость и поверхностное натяжение вяжущего регулируют температурным воздействием. Постоянное поддержание высоких технологических температур негативно отражается на эксплуатационных свойствах битума и ведет к его преждевременному старению [2]. При последующей работе такого вяжущего в покрытии ускоренно возникают трещины, выбоины и возрастает общее количество дефектов. Минимизировать риски на этапах приготовления и укладки асфальтобетонной смеси позволяет применение теплых смесей взамен горячих. По зерновому составу теплые смеси идентичны горячим. Необходимое снижение температуры достигается введением жидких или твердых гранулированных добавок, которые не затрагивают групповой состав битума, но уменьшают величину поверхностного натяжения.

Во многих странах накоплен большой опыт дорожного строительства с использованием теплых смесей. Покрытия из таких смесей устроены и достаточно продолжительное время эксплуатируются в разнообразных условиях, позволяя исследователям обобщить и проанализировать эксплуатационные свойства асфальтобетонов в реальных, а не лабораторных условиях. Из зарубежного опыта применения теплых асфальтобетонных смесей можно выделить следующий ряд сопутствующих целей [3]:

- экономия энергоресурсов;
- уменьшение выбросов углекислых газов;
- уменьшение эмиссии паров из битума при нагреве;
- повышение термостойкости в сравнении с литыми смесями;
- улучшение адгезионных свойств битума с инертными материалами.

В странах СНГ для приготовления теплых асфальтобетонных смесей применялись добавки как иностранного, так и российского производства (таблица 1).

Таблица 1 – Основные сведения о температуропонижающих добавках

Наименование	Производитель	Форма отпуска	Расход от массы битума, %	Рабочая температура смеси, °С
Sasobit	Sasol Wax, Южная Африка	Гранулы, порошок	2,0–3,0	70–140
Licomont BS-10	Clariant, Германия, Швейцария	Гранулы	1,0–3,0	70–130
Rediset	AkzoNobel, Нидерланды	Гранулы, жидкость	0,5–1,0	80–140
ДАД-ТА2	СЕЛЕНА, Российская Федерация	Жидкость	0,6–1,2	80–140
Вискодор ПВ-2	СЕЛЕНА, Российская Федерация	Гранулы, порошок	1,0–3,0	80–130
Plastobit	Форпласт Трейдинг, Российская Федерация	Гранулы, порошок	1,5–2,0	85–130
ЭБС	ИЛЕМ, Российская Федерация	Гранулы, порошок	1,0–3,0	85–120

В Республике Беларусь теплые асфальтобетонные смеси использовались на республиканских и местных автомобильных дорогах [4]. Однако широкого применения в отечественной практике дорожного строительства данная технология для сих пор не получила.

Основным действующим веществом добавок является синтетический воск (парафиновый, амидный и пр.). При высоких технологических температурах он полностью растворяется в битуме, а при снижении температуры образует в битуме кристаллообразную сетчатую структуру. Это существенно повышает твердость вяжущего и температуру его размягчения, позволяя несколько повысить температурную устойчивость готового покрытия. Концентрация добавки не должна превышать 4 % от массы в целях предотвращения возможного неблагоприятного изменения свойств битума. Увеличение доли твердых углеводородов в составе битума влечет снижение температуры хрупкости, что может привести к раннему образованию сплошных температурных трещин.

Технологический процесс приготовления теплых асфальтобетонных смесей не претерпевает существенных изменений, так как модификатор легко растворяется в битуме уже при 110–150 °С при перемешивании с каменным материалом и битумом в смесителе. Отсутствует необходимость в

предварительном производстве и перевозке модифицированного вяжущего к месту использования.

Стоимость строительства покрытий из теплых смесей возрастает по сравнению со строительством из горячих. Количественно рост стоимости зависит от отпускной цены добавки и ее расхода, дальности транспортировки. В долгосрочной перспективе увеличение температурной устойчивости асфальтобетона способствует сокращению затрат на содержание и ремонт автомобильной дороги в летнее время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Ковалев, Я. Н.** Физико-химические основы технологии строительных материалов : учеб.-метод. пособие для студентов спец. 1-70 03 001 «Автомобильные дороги» / Я. Н. Ковалев. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 284 с.

2 **Лохманков, И. С.** Температурная деструкция битума и способы ее предупреждения / И. С. Лохманков // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докладов XIV междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых., Губкин, 8–9 апр. 2021 г. В 2 т. Т. 1. – Губкин : Белгород. гос. технолог. ун-т им. В. Г. Шухова, 2021. – С. 349–350.

3 **Смирнов, Д. С.** Анализ опыта применения теплых асфальтобетонных смесей / Д. С. Смирнов, В. Е. Броднева, А. С. Лобанова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2019. – № 4(50). – С. 455–461.

4 Теплые смеси с повышенными прочностными свойствами // Республиканское дочернее унитарное предприятие «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ». – URL: <https://beldormii.by/developments/asfaltobeton/teplye-smesi-s-povyshennymi-prochnostnymi-svoystvami> (дата обращения: 12.03.2026).

Получено 28.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.
Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 339.137.22

А. В. ЯНУШКЕВИЧ, Е. С. МОЙСЕЕНКО (ГБ-31)
Научный руководитель – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Рассматриваются современные подходы к управлению конкурентоспособностью железнодорожного транспорта в условиях геополитических изменений. На основе анализа деятельности Белорусской железной дороги выявлены ключевые факторы, влияющие на конкурентные позиции железнодорожного транспорта.

Обоснована необходимость комплексного подхода к повышению конкурентоспособности с учетом государственных программ развития транспортной системы Республики Беларусь на 2026–2030 годы.

Железнодорожный транспорт выступает системообразующим элементом макроэкономической стабильности Республики Беларусь, формируя не только базис логистических цепей добавленной стоимости, но и обеспечивая реализацию транзитного потенциала страны в системе пространственно-экономической интеграции. В условиях экзогенных шоков, санкционных ограничений и обострения межвидовой (преимущественно с автотранспортом) конкуренции, задачи адаптивного управления конкурентоспособностью отрасли приобретают критическую значимость для обеспечения устойчивости транспортно-логистической системы.

В нынешних экономических реалиях конкуренция выступает главным инструментом, обеспечивающим эффективность работы предприятий. Являясь фундаментом рыночной системы, она стимулирует развитие связей между участниками хозяйственной деятельности. Отсюда следует, что основная задача в рамках конкурентных отношений заключается в улучшении показателей конкурентоспособности производимой продукции, выполняемых работ, оказываемых услуг.

Сегодня вопросам развития конкуренции на рынке транспортных услуг и, в частности, укреплению позиций перевозчиков уделяется пристальное внимание. Это обусловлено тем, что интеграция отечественной экономики в мировое экономическое пространство и активизация торгово-экономических связей с Азиатско-Тихоокеанским регионом открывают перед транспортным комплексом страны колоссальные перспективы в сфере грузоперевозок. В этих условиях изучение факторов конкурентоспособности железнодорожных перевозок и формирование рекомендаций по их повышению приобретает особую актуальность.

В самом широком понимании конкурентоспособность представляет собой способность компании или отрасли опережать конкурентов за счет использования своих преимуществ для достижения поставленных целей.

Известный американский ученый Майкл Портер определяет конкурентоспособность как «свойство товара, услуги или субъекта рыночных отношений выступать на рынке наравне с присутствующими там аналогичными товарами, услугами или конкурирующими субъектами рыночных отношений» [1]. П. Диксон дает следующее определение конкурентоспособности: «Конкурентоспособность показывает, насколько продуктивна и эффективна фирма по отношению к конкурентам, посредникам и в обслуживании заказчиков. Продуктивность связана с качеством выпускаемых изделий, занимаемой долей рынка и доходностью; эффективность – со скоростью ответной реакции и экономией издержек» [2]. Российский экономист Р. А. Фатхутди-

нов определяет конкурентоспособность как «свойство объекта, характеризующееся степенью удовлетворения им конкретной потребности по сравнению с аналогичными объектами, представленными на данном рынке» [3]. При этом автор отмечает, что уровень конкурентоспособности объекта определяется рынком.

Обобщив мнения зарубежных и отечественных экономистов, мы можем выделить три основных подхода к оценке конкурентоспособности предприятия:

1) заключается в оценке конкурентоспособности предприятия через его внутреннюю и внешнюю деятельность, при этом товар (работа, услуга) не является определяющим элементом. Согласно данному подходу конкурентоспособность может быть определена как «превосходство» предприятия, определяющее его долю на рынке, и препятствующее перераспределению этой доли в пользу других субъектов. Указанный подход основывается на оценке производственной, финансовой и сбытовой деятельности компании, при этом не учитывается конкурентное преимущество продукта, который, в свою очередь, является важнейшим инструментом воздействия на конкурентоспособность предприятия в целом;

2) основывается на оценке конкурентоспособности предприятия через конкурентоспособность товарной продукции. Как и предыдущий, данный подход носит односторонний характер, поскольку базируется только на критерии потребительского выбора. Данный подход позволяет получить весьма ограниченное представление о преимуществах и недостатках в эффективности работы предприятия, поскольку конкурентоспособность компании принимает вид конкурентоспособности товара;

3) суть подхода заключается в комплексной оценке конкурентоспособности товара (услуги) и эффективности деятельности предприятия. Данный подход является наиболее эффективным, поскольку учитываются все факторы, оказывающие влияние на конкурентное преимущество организации.

Отметим, что для оценки уровня конкурентоспособности железнодорожных перевозок большой интерес представляют подходы, основанные на теории качества транспортного обслуживания.

Развитие рынка транспортных услуг в последние годы привело к изменению баланса между жестким государственным регулированием и рыночной свободой, существенно усилив роль конкуренции. Если ранее главной задачей было выполнение плановых объемов перевозок при минимизации издержек, то сегодня ключевым приоритетом стало укрепление финансовой устойчивости отрасли. Это достигается за счет повышения эффективности логистических процессов и усиления позиций транспортных компаний на рынке перевозок. Проведенное исследование показало, что под конкурентоспособностью транспортной организации понимается ее возможность удовлетворять спрос клиентов на перевозки заданного объема и качества, что позволяет занять лидирующие позиции и максимизировать полученную

выгоду. Поскольку основной продукцией транспорта является перевозка, то конечным полезным эффектом выступает доставка груза или пассажира в пункт назначения. Хотя транспортная услуга нематериальна, она обладает конкретными ценовыми и качественными характеристиками, определяющими ее рыночную привлекательность. В контур транспортной продукции входят не только процесс перевозки, но и сопутствующие услуги. В современных реалиях успех в конкурентной борьбе во многом зависит от качества дополнительных сервисов, что делает задачу оценки конкурентоспособности перевозок сложной многофакторной и многовариантной моделью.

Конкуренция на транспорте – это соперничество транспортных компаний за наиболее выгодные условия осуществления перевозок и получение максимальной прибыли. Кроме того, конкуренция на транспорте – это борьба за грузовладельцев и пассажиров, за получение максимально полезного эффекта на основе применения современных более эффективных технологий, повышения качества перевозок, их надежности и скорости перемещения грузов и пассажиров. В соответствии с результатами конкуренции, размерами получаемой прибыли на вложенный капитал перераспределяются и ресурсы между различными видами транспорта, а это значит, что между ними есть элементы и межотраслевой конкуренции [4].

Проведенное исследование позволило выделить следующие виды конкуренции на рынке транспортных услуг:

- логистическая;
- внутриотраслевая;
- межотраслевая;
- потенциальная.

Логистическая конкуренция охватывает не отдельные предприятия, а целые логистические цепочки, где слабость одного звена (с точки зрения сбыта продукции) способна сделать неконкурентоспособной всю систему, даже если это звено обладает монопольными правами лишь в рамках отдельного сегмента рынка. Ключевым драйвером такой конкуренции на железнодорожном транспорте выступает ценовая привлекательность. Если железнодорожный транспорт занимает монопольную позицию на всех этапах или хотя бы на одном критически важном, объем спроса на грузы будет напрямую зависеть от уровня тарифов. Чрезмерно высокая доля транспортных расходов в конечной стоимости товара снижает его востребованность, что стимулирует создание новых логистических моделей, включая пересмотр размещения производств и разработку альтернативных продуктов. Это позволяет снизить транспортную составляющую как в натуральном, так и в денежном эквиваленте. Игнорирование факторов конкурентоспособности логистической цепи грозит железной дороге потерей объемов грузов и падением общей эффективности деятельности.

Внутриотраслевая конкуренция проявляется в соперничестве компаний одного вида транспорта, стремящихся внедрить наиболее эффективные ме-

тоды управления, обеспечить выгодные условия перевозки и максимизировать прибыль. В железнодорожной сфере она возникает между различными участниками процесса, такими как экспедиторы и иные субъекты.

Межотраслевая конкуренция базируется на различиях в функциональных возможностях разных видов транспорта. Несмотря на административное разделение отраслей, это не отменяет сути рыночного соперничества. При наличии выбора между разными видами транспорта, при прочих равных условиях, потребители ориентируются преимущественно на относительную себестоимость перевозки и совокупные затраты на логистику.

Потенциальная конкуренция характеризуется не столько прямым столкновением интересов, сколько способностью крупных компаний вступать в борьбу за рынок и эффективно распределять его сегменты.

Анализ последних исследований показывает, что проблемы конкурентоспособности железнодорожного транспорта рассматривались в работах отечественных ученых. Однако динамично меняющаяся внешнеэкономическая ситуация требует пересмотра традиционных подходов к управлению конкурентоспособностью с учетом новых вызовов, таких как ограничения на использование подвижного состава, перенаправление транзитных потоков и необходимость обновления технологических процессов.

Целью настоящего исследования является разработка комплексного подхода к управлению конкурентоспособностью железнодорожного транспорта на основе анализа текущего состояния Белорусской железной дороги, выявления ключевых угроз и возможностей, а также определения стратегических направлений развития с учетом государственных программ до 2030 года.

Особенность белорусского транспортного рынка заключается в высокой конкуренции между железнодорожным и автомобильным транспортом. Как отмечается в отраслевых источниках, железная дорога пока не выдерживает по ряду позиций конкуренции с автомобильным пассажирским и частным транспортом. При этом себестоимость грузовых перевозок железнодорожным транспортом все равно будет ниже по сравнению с автотранспортом, начиная с определенного расстояния.

Правительством Республики Беларусь утверждена Государственная программа «Транспорт Беларуси» на 2026–2030 годы, разработанная в целях удовлетворения потребности экономики и населения в конкурентоспособных и эффективных транспортных услугах. Программа включает подпрограмму «Железнодорожный транспорт» и предусматривает решение следующих задач: повышение эффективности и экологичности технологических процессов на основе обновления парка подвижного состава, повышение доступности транспортной инфраструктуры, интеллектуализацию транспортной системы.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы:

– конкурентоспособность железнодорожного транспорта в современных условиях определяется комплексом факторов, включая геополитическую ситуацию, тарифную политику, технологический уровень и качество сервиса. Для

Белорусской железной дороги ключевыми вызовами являются ограничения на использование подвижного состава на рынке России, сокращение транзитных потоков и усиление конкуренции с автомобильным транспортом;

– наиболее перспективными направлениями повышения конкурентоспособности являются: диверсификация транзитных потоков с акцентом на развитие коридоров «Восток – Запад» и «Север – Юг»; развитие интермодальных перевозок, включая контрейлерные технологии; адаптивная тарифная политика, направленная на привлечение дополнительных грузопотоков;

– реализация Государственной программы «Транспорт Беларуси» на 2026–2030 годы создает институциональную основу для системного повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта. Комплексный подход, сочетающий инфраструктурное развитие и обновление подвижного состава, позволит Белорусской железной дороге укрепить свои конкурентные позиции как на внутреннем, так и на международном рынке транспортных услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Портер, М.** Конкуренция / М. Портер – М. : Вильямс, 2005. – 610 с.
- 2 **Диксон, П. Р.** Управление маркетингом / П. Р. Диксон. – М. : БИНОМ. – 1998. – 556 с.
- 3 **Фатхутдинов, Р. А.** Конкурентоспособность: экономика, стратегия, управление / Р. А. Фатхутдинов. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 312 с.
- 4 **Терёшина, Н. П.** Экономика железнодорожного транспорта : учеб. / Н. П. Терёшина, Б. М. Лапидус, М. Ф. Трихунков. – М. : УМЦ ЖДТ, 2006. – 801 с.

Получено 31.05.2026

ISSN 2227-1155. Сборник студенческих научных работ.

Вып. 31. Гомель, 2026

УДК 658.7:338.583

А. А. ЯСОНОВА (УЛ-21)

Научный руководитель – ст. преп. *Е. В. МАЛИНОВСКИЙ*

ПРОБЛЕМЫ УСТАНОВЛЕНИЯ СТРАХОВОГО ЗАПАСА

Систематизированы проблемы установления страхового запаса в цепях поставок, рассмотрены детерминированный и стохастический подходы к расчёту норматива, выявлены их ограничения при внедрении в реальную операционную среду. Особое внимание уделено информационно-статистическим, экономическим и организационно-поведенческим аспектам, снижающим эффективность формально корректных моделей.

Под страховым запасом понимают резервный объем товарно-материальных ресурсов, компенсирующий сбои в логистической системе до момента поступления новой партии груза.

Определение величины страхового запаса относится к классическим задачам логистики, в которых необходимо искать разумный компромисс. С одной стороны, этот запас выполняет роль резерва на случай задержек в поставках или неожиданного роста спроса. С другой стороны, его поддержание приводит к замораживанию денежных средств и дополнительной загрузке складов.

В учебнике А. Н. Стерлиговой [1] приведен необходимый математический аппарат для определения величины страхового запаса на основании различных модификаций модели Харриса – Уилсона с учетом затрат на соответствующих видов издержек. В работе [2] доказано, что при отсутствии резерва товарно-материальных ресурсов возможен дефицит даже при стабильном среднем спросе. В учебно-методическом пособии [3] как систематизированы традиционные методы расчёта величины страхового запаса, так и изложены основы вероятностного подхода. В статье [4] акцентируется внимание на субъективных факторах – зависимости выбора поставщика от мнения отдельных сотрудников, что создаёт риски злоупотреблений и необоснованного роста запасов.

Необходимо отметить, что несмотря на развитый математический аппарат, на практике сохраняется ряд нерешенных вопросов, связанных с внедрением теоретических моделей определения величины страхового запаса в реальную операционную среду. На практике субъекты хозяйствования часто устанавливают размер страхового запаса без соответствующего экономического обоснования. Целью работы является систематизация проблем установления страхового запаса и обоснование комплексного подхода к их решению.

Страховой запас не является неприкосновенным, так как расходуется каждый раз, когда фактические показатели отклоняются от графика, после чего его уровень снова доводится до нормы с поступлением очередной партии. К числу основных отклонений, вызывающих расходование страхового запаса, относятся [3]:

- расхождение между прогнозируемым и фактическим объемом продаж;
- несовпадение количества поставленных ресурсов с заказанным объемом;
- задержка срока поставки;
- несоответствие доставленного ассортимента заказанному;
- ненадлежащее качество поступившей партии товаров.

Формирование страхового запаса как резервного буфера увеличивает складские издержки, но в случае нехватки товара убытки от остановки производства и уменьшения выручки способны многократно превысить эти затраты. Таким образом, размер страхового запаса – это баланс между угрозой дефицита и затратами на хранение. При этом главная цель – минимизи-

ровать общие потери, возникающие в обеих ситуациях. По существу, требуется найти ту величину страхового запаса, при которой сумма издержек на содержание запаса и возможного урона от его отсутствия будет минимальной.

Существует два основных подхода к определению величины страхового запаса – детерминированный (традиционный) и стохастический (вероятностный). Первый эффективен в условиях абсолютной определенности, когда и период поставки, и ежедневный расход остаются неизменными. Внутри традиционного подхода выделяют несколько методов, отталкивающихся от разных исходных данных:

1 Метод, основанный на величине спроса за время исполнения заказа, когда страховой запас задается как фиксированный процент от ожидаемого потребления в периоде поставки (обычно применяется для регулярно расходуемых запасов с редким пополнением).

2 Метод, базирующийся на величине дневного потребления, при котором специалисты или руководство организации единолично задают количество дней, на которое должен быть рассчитан резерв, что часто ведет к формированию излишнего запаса.

3 Метод экспертной оценки, схожий с предыдущим, но в данном случае специалисты или руководство непосредственно устанавливают, какое именно количество товара (в натуральных единицах) должно составлять страховой запас, что также нередко приводит к созданию излишних запасов.

4 Метод прямого счета с учетом задержки поставки, связывающий возможное нежелательное отклонение от плановых сроков с уровнем страхового запаса.

5 Метод, основанный на коэффициентах неравномерности потребления или выполнения заказа, когда величина страхового запаса определяется как произведение времени выполнения заказа на отношение максимального дневного потребления к среднесуточному (или наоборот, через максимальную задержку поставки).

Однако в реальных условиях ни дневной объем потребления, ни длительность выполнения заказа не являются постоянными величинами. Практическая деятельность хозяйствующего субъекта характеризуется отклонениями от запланированных показателей, что вынуждает обращаться к вероятностному (стохастическому) подходу. Его применение требует предварительного анализа статистических данных о фактических значениях случайных факторов (спроса и времени поставки) для определения закона их распределения. Как правило, если изменение подчиняется нормальному закону, размер страхового запаса

$$R_c = t\sigma,$$

где t – параметр (квантиль) нормального закона распределения, зависящий от выбранного уровня доверительной вероятности или допустимой вероят-

ности дефицита; σ – среднее квадратическое отклонение случайной величины (спроса или времени поставки);

Если характер распределения отличается от нормального, указанная формула должна корректироваться с применением методов математической статистики. Ключевым экономическим критерием при расчете величины страхового запаса в рамках вероятностного подхода выступает минимизация суммарных потерь и затрат, вызванных дефицитом и содержанием запаса [1].

Вероятностный подход учитывает случайные колебания двух ключевых факторов: спроса и времени поставки. Компания сознательно задает допустимый риск возникновения дефицита, например 5 %, что соответствует доступности товара в 95 % случаев. **Однако для корректного применения этого подхода необходимо принимать во внимание, что запасы создаются для снижения вероятности дефицита в условиях неопределенности.** Проблемой здесь выступает недостоверность исходных данных, так как многие предприятия не обладают репрезентативной выборкой для корректного расчета коэффициента вариации. Они имеют либо слишком короткую историю наблюдений, не захватывающую сезонные пики и экономические шоки, либо данные искажены дефицитом прошлых периодов. Возникает замкнутый цикл: расчеты строятся на основе искаженных данных о прошлом дефиците, чтобы защититься от него в будущем. Использование стандартных методик без предварительной очистки статистических рядов от аномальных значений и восстановления утраченного спроса неизбежно ведет к ошибкам в определении норматива.

Страховой запас представляет собой замороженный капитал. Устанавливая его уровень, логист балансирует между упущенной выгодой от дефицита и ростом затрат на хранение. Сложность заключается в том, что издержки дефицита часто невозможно оценить напрямую. Трудно измерить, например, потерю лояльности клиента, который, не найдя товар, перешел к конкуренту на постоянной основе.

Многие компании упрощают задачу, задавая абстрактный «уровень сервиса» (95 или 98 %). При этом повышение *уровня обслуживания в период выполнения заказа* с 95 до 98 % требует не пропорционального, а экспоненциального увеличения страхового запаса, поскольку каждому значению вероятности соответствует свой квантиль нормального распределения.

Однако гораздо более серьезная ошибка возникает при подмене понятий, когда маркетинговый показатель «доступность товара на уровне 99 %» ошибочно трактуется как параметр для прямого расчёта страхового запаса. В действительности речь идёт о принципиально различном: одно дело – вероятность отсутствия дефицита в конкретном цикле поставки, и совсем другое – годовой уровень исполнения заказов, показывающий долю совокупного спроса, удовлетворённого немедленно из наличного запаса. Требо-

вание обеспечить годовую доступность в 99 % по каждой номенклатурной позиции **без сопоставления затрат на содержание запаса (C_c) и издержек дефицита (Ch)** методологически некорректно. Рекомендуемый уровень обслуживания должен определяться через критическую пропорцию затрат $L = Ch / (C_c + Ch)$, и если издержки содержания дополнительной единицы запаса превышают потери от её возможного отсутствия, стремление к 99-процентной доступности оборачивается не повышением надёжности, а экономически необоснованным затовариванием склада [1].

Формально назначенный, а не расчётный уровень сервиса неизбежно ведёт либо к неоправданному росту оборотного капитала, замороженного в запасах, либо к скрытому дефициту, если компания не располагает ресурсами для поддержания заданного норматива.

Даже при правильно рассчитанном нормативе на этапе реализации возникает проблема операционной дисциплины. Теоретическая модель предполагает, что поставщик отгружает продукцию точно в срок, а склад мгновенно переводит товар в статус доступного для продажи. В реальности наблюдаются сбои в надёжности процессов. Если в системе норматив установлен исходя из планового времени доставки в 5 дней, а фактическое время из-за сбоев составляет 7–9 дней, формально определенный страховой запас не выполняет своей функции. Игнорирование этого параметра является одной из частых причин хронического дефицита при формально корректных нормативах.

В условиях нестабильной экономики, скачков курсов валют и геополитических рисков специалисты склонны экспертно завышать расчетные показатели. Это явление можно определить как накопление недоверия к системе. Проблема усугубляется тем, что негативные последствия дефицита видны мгновенно, а омертвление денежных средств в избыточных остатках проявляется постепенно и менее заметно.

Положение усложняется также при отсутствии формализованной процедуры отбора поставщиков. Когда выбор контрагента и распределение объемов закупок зависят от субъективного мнения отдельного сотрудника, страдает прозрачность цепочки поставок, что создает соответствующую среду для злоупотреблений и дополнительно подрывает доверие к системе, побуждая перестраховываться запасами, приводит к их постоянному необоснованному росту.

Проведенный анализ позволяет классифицировать проблемы установления страхового запаса по трем категориям:

- информационно-статистические, связанные с качеством исходных данных;
- экономические, обусловленные сложностью определения издержек дефицита;
- организационно-поведенческие, отражающие человеческий фактор и процессные разрывы.

Для преодоления указанных проблем продуктивным представляется комбинированный подход, включающий следующие элементы:

- предварительную обработку данных (фильтрацию аномалий и восстановление утраченного спроса);
- динамическое моделирование, при котором норматив автоматически адаптируется к текущей дисперсии;
- внедрение кросс-функциональной системы мотивации, при которой ответственность менеджера оценивается не по единственному показателю, а по сбалансированному набору критериев – например, уровень обслуживания и скорость обращения запаса, что позволяет предотвратить как затоваривание склада, так и скрытый дефицит [3].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что проблема установления величины страхового запаса не сводится к выбору между детерминированной и стохастической моделью расчёта. Практическая эффективность норматива определяется тремя группами факторов: качеством исходных данных, экономической обоснованностью целевого уровня сервиса и организационной дисциплиной (согласованность плановых и фактических параметров поставок, мотивация персонала). Игнорирование любой из этих составляющих приводит к тому, что даже безупречный с математической точки зрения норматив страхового запаса оказывается неработоспособным в реальной операционной среде. Комбинированный подход, объединяющий предварительную обработку данных, адаптивное моделирование и сбалансированную систему мотивации, позволяет преодолеть выявленные ограничения и повысить эффективность функционирования логистической системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Стерлигова, А. Н.** Управление запасами в цепях поставок : учеб. / А. Н. Стерлигова. – М. : ИНФРА-М, 2008. – 430 с.
- 2 **Чейз, Р. Б.** Производственный и операционный менеджмент / Р. Б. Чейз, Н. Дж. Эквילайн, Р. Ф. Якобс. – М. : Вильямс, 2004. – 704 с.
- 3 **Еловой, И. А.** Логистика запасов и складирования : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой, Е. В. Малиновский, Е. В. Настаченко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 210 с.
- 4 Проблемы формирования материальных запасов на промышленных предприятиях – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problems-formirovaniya-materialnyh-zapasov-na-promyshlennyh-predpriyatiyah> (дата обращения: 03.05.2026).

Получено 28.05.2026

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Лавда А. Д., Леуськова Я. Э.</i> Экономическое моделирование как драйвер развития материально-технической базы транспорта	3
<i>Лантев В. А.</i> Особенности ценообразования в гостиничном бизнесе и отелем сервисе	8
<i>Лантев В. А., Марданова И. А.</i> Экономическое моделирование как элемент анализа и совершенствования производственно-хозяйственной деятельности предприятий БЖД	12
<i>Лантева М. Е.</i> Человеческий фактор в «цифре»: как процессное управление снижает влияние ошибок персонала.....	16
<i>Левкина А. А., Кизина К. В.</i> Регулирование городского трафика за счет интеллектуальных систем	19
<i>Leuskova Y. E.</i> Hackathon as a means of engaging students in innovative activities: experience of TheHackathon Gomel = Хакатон как средство вовлечения студентов в инновационную деятельность: опыт TheHackathon Гомель.....	24
<i>Лихачёва М. А.</i> Акустические параметры специализированных помещений в структуре современной консерватории	27
<i>Лукьянцева В. Д.</i> Конкуренция в современных условиях Республики Беларусь ...	31
<i>Лысенко О. В., Паруков Д. С.</i> Совершенствование маршрутизации экстренных служб с управлением дорожной инфраструктурой и обеспечением безопасности системы.....	39
<i>Лысова Е. В.</i> Анализ логистических схем доставки грузов	44
<i>Малашёнок В. А.</i> Матрица MITRE ATLAS	49
<i>Марданова И. А.</i> Развитие инструментов управления корпоративной культурой на железнодорожном транспорте.....	54
<i>Маринич А. В., Брель Д. А.</i> Цементобетон дисперсно-армированный полипропиленовым волокном для дорожного строительства в Республике Беларусь	58
<i>Маринич А. В., Ващенко А. В.</i> Обеспечение эксплуатационной надежности дорожной конструкции на слабом основании	61
<i>Мартинов К. А.</i> Банковская система Беларуси: проблемы и перспективы развития ..	64
<i>Матарас В. В.</i> Разработка предложений по повышению эффективности международной автомобильной перевозки керамогранита из Минска в Санкт-Петербург с учётом требований Транспортной инспекции.....	75
<i>Матвейчикова В. С.</i> Вторичный щебень	80
<i>Матвейчикова В. С.</i> Геополимерный бетон.....	85
<i>Медведев Н. М., Востролов Д. А.</i> Порядок создания и регистрации инновационного предприятия	89
<i>Мельниченко Н. В., Егоров Р. С.</i> Ограничения по владению и пользованию временно ввезенными товарами	92
<i>Минков Р. А.</i> Веб-приложение для анализа и сравнения тарифных планов мобильных операторов.....	95
<i>Мирсалимов Т. Р.</i> Особенности выбора приоритетного вида транспорта для осуществления межрегиональных пассажирских перевозок.....	98
<i>Миткевич К. О., Головач Т. А.</i> Предпринимательская тайна.....	104
<i>Михальков А. О., Грищенков Я. М.</i> Анализ факторов, влияющих на конструкцию универсальной машины-робота для профилактики разрушений асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги.....	106

<i>Можжаев С. А., Калачёв А. А.</i> Диагностика коротких замыканий обмоток BLDC-двигателей с использованием частотного анализа	108
<i>Молчан С. И., Закревский Н. В.</i> Проблема и перспективы развития мультимедальных терминалов	112
<i>Орехва А. Э., Шалаева А. С.</i> Эволюция веб-угроз OWASP Top 10 2025	115
<i>Осипова В. Т., Кравченко К. С.</i> Влияние ИИ на рынок труда промышленных и аграрных регионов Республики Беларусь	120
<i>Остапенко А. А.</i> Современное модульное строительство частных домов в Беларуси: быстро, качественно, выгодно.....	122
<i>Павленок К. С., Кириченко Д. А.</i> Содержание и роль инновационной деятельности на транспорте	126
<i>Павлов А. Г., Королёв О. А.</i> Строительство и экология. Экономическая выгода от «зелёных» технологий.....	131
<i>Павлуценко М. А., Комрукова Е. Н.</i> Перспективы развития «зеленой» мобильности в Республике Беларусь	135
<i>Палковский Б. О.</i> Анализ уязвимостей сетевых протоколов	138
<i>Палковский Б. О., Адиб Менькова К.</i> Моделирование работы сетевых устройств «Интернет вещей» (IoT).....	143
<i>Петровец П. А.</i> Сравнение осадки фундаментов, рассчитанной разными методами ..	146
<i>Погребной К. Е.</i> Адаптация транспортных строительных организаций Республики Беларусь для эффективного внедрения и применения инновационных методов бережливого строительства.....	153
<i>Попова Д. А., Минина А. В., Маркушевская И. А.</i> Обзор сервисов таск-менеджеров	160
<i>Пухтеев М. И.</i> Комплексный подход к автоматизации управленческих и исполнительских процессов на технических станциях	165
<i>Рогачева О. С.</i> Развитие подходов к управлению долговыми обязательствами в организациях железнодорожного транспорта.....	171
<i>Родионов С. И.</i> Построение системы поиска дубликатов и похожих изображений на основе MInHash и LSH	176
<i>Ромащенко А. Г.</i> Совершенствование подходов к управлению трудовыми ресурсами в организациях железнодорожного транспорта.....	181
<i>Рябченко А. В.</i> Повышение эффективности железнодорожного транспорта на базе трансформации подходов к формированию финансового механизма.....	186
<i>Савицкая В. В.</i> Обзор студенческих разработок макетов приборов для диагностики трансформаторов, асинхронных и бесколлекторных двигателей.....	190
<i>Свистович Э. К.</i> Инструменты для пентеста веб-приложений – Burp Suite и OWASP ZAP	194
<i>Седая Д. В.</i> Особенности влияния амортизационной политики на показатели эффективности работы железнодорожного транспорта	196
<i>Симанович Е. О.</i> Инвестиции в региональное развитие Республики Беларусь: тенденции, проблемы и перспективы	201
<i>Симанович Е. О., Зайцева В. В.</i> Антидемпинговые и защитные меры: эффективность и правовые риски	204
<i>Смолякова Е. Ю.</i> Сознание и искусственный интеллект	207
<i>Солодовникова Д. А.</i> Глобальные проблемы современности и будущее человечества ..	211
<i>Сорокина В. В.</i> Трансформация подходов к организации внутреннего контрольного механизма на железнодорожном транспорте	216

<i>Спитальникова В. В.</i> Оптимизация подходов к управлению расчетными обязательствами в организациях транспорта	220
<i>Сугако С. Д., Цуканова Е. Д.</i> Оценка клиентского обслуживания в сфере транспортных услуг	224
<i>Суднеко В. Ю.</i> Злодеяния нацистов в оккупированном Гомеле (1941–1943 гг.) ...	228
<i>Тарасевич Е. С., Юнчиц Ю. М.</i> Эконометрические модели как инструмент актуализации деятельности предприятия	233
<i>Тимофеева Д. И., Булавина Б. В.</i> Создание альтернативного метода оплаты в общественном транспорте	236
<i>Трубкин А. Д.</i> Совершенствование условий несения службы караулов по сопровождению воинских грузов при перевозке железнодорожным транспортом ..	240
<i>Туровец А. С., Новик А. Д.</i> Композиционные материалы на основе полимерных отходов	242
<i>Falejchik A. V., Prokhorenko V. D.</i> Predictive analytics (predictive maintenance) of locomotives = Особенности применения предиктивной аналитики (прогнозного обслуживания) в системе эксплуатации и ремонта локомотивного парка	245
<i>Хачатурян В. В., Габец П. Д.</i> Бетонные полотна для дорожного строительства....	250
<i>Худенко К. И., Ушакова А. В.</i> Электропроводящие бетоны	253
<i>Цымбалова М. Н.</i> Теоретические аспекты построения модели управления высоколиквидными активами в организациях транспорта	259
<i>Чеканов П. Д., Берней Р. П., Кравцов З. М.</i> Разработка и внедрение клиентского веб-приложения для паспортизации кривых на основе методики оценки фактических параметров	263
<i>Чеканов П. Д., Берней Р. П., Кураш А. В.</i> Использование веб-приложения для расчета сдвижек при содержании железнодорожного пути	268
<i>Чепко Д. А., Иволга А. С.</i> Анализ эффективности использования мультисканерного онлайн-сервиса VirusTotal для оценки угроз информационной безопасности	272
<i>Четчаев М. В., Пусенкова А. Н.</i> Теоретическое сравнение несущей способности грунтов основания свай, определенной разными методами	275
<i>Четчаев М. В., Пусенкова А. Н.</i> Инъекционная гидроизоляция	279
<i>Чугай Н. Е.</i> Статистические методы расчёта параметров текущего и страхового запасов	284
<i>Chuhai N. E.</i> Psychological challenges in logistician's occupation = Психологические трудности в профессиональной деятельности логиста	289
<i>Шаганов С. А.</i> Применение подходов динамического ценообразования при формировании стоимости проезда на пассажирские поезда в межрегиональном сообщении	292
<i>Шкрадюк А. С., Данилович П. А.</i> Экосистема инструментов кибербезопасности	301
<i>Якубович Д. В., Кухаренко И. С.</i> Интеграция инструментов искусственного интеллекта в Obsidian	303
<i>Yunchyts Y. M.</i> Color as a branding tool = Цвет как инструмент брендинга	308
<i>Янчук А. А., Хачатурян В. В.</i> Повышение технологичности асфальтобетонных смесей, используемых при строительстве и ремонте автомобильных дорог Беларуси	311
<i>Янушкевич А. В., Моисеенко Е. С.</i> Развитие подходов к управлению конкурентоспособностью железнодорожного транспорта	314
<i>Ясонова А. А.</i> Проблемы установления страхового запаса	319

Научное издание

Сборник студенческих научных работ

Выпуск 31

Часть II

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Корректор *Е. Г. Привалова*

Подписано в печать 22.09.2026 г. Формат 60×84¹/₁₆.

Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 19,07. Уч.-изд. л. 20,45. Тираж 20 экз.

Зак. № 1486. Изд. № 33.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский государственный университет транспорта.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель

ISSN 2227-1155

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

СБОРНИК СТУДЕНЧЕСКИХ НАУЧНЫХ РАБОТ

Выпуск 31

Часть II

Гомель 2026

