



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПРИВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
(ПривГУПС)

**ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА, ЛОГИСТИКА,
ЭКОНОМИКА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ:
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И РЕШЕНИЯ**

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 50-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ
КАФЕДР ИНСТИТУТА УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ

(Самара, 14–15 мая 2026 г.)

Самара
2026

УДК 656
ББК 39.28
Э 41

Редакционная коллегия

Ответственный редактор:

О.В. Москвичев д-р. техн. наук, директор Института управления и экономики,
зав. кафедрой «Управление эксплуатационной работой»
ФГБОУ ВО ПривГУПС

Члены редакционной коллегии:

С.А. Никищенок д-р. техн. наук, главный научный сотрудник Института управления и
экономики ФГБОУ ВО ПривГУПС

В.А. Хайтбаев д-р. экон. наук, профессор кафедры «Экономика и менеджмент»
ФГБОУ ВО ПривГУПС

Г.П. Гагаринская д-р. экон. наук, профессор кафедры «Экономика и менеджмент»
ФГБОУ ВО ПривГУПС

М.Ю. Карышев д-р. экон. наук, профессор кафедры «Экономика и менеджмент»
ФГБОУ ВО ПривГУПС

**Эксплуатационная работа, логистика, экономика железных дорог:
Э 41 перспективные технологии и решения : материалы международной научно-
практической конференции, посвященной 50-летию юбилею кафедр Института
управления и экономики (Самара, 14–15 мая 2026 г.). – Самара : ПривГУПС, 2026. – 254 с.
ISBN 978-5-98941-403-1**

Сборник материалов содержит пленарные и секционные доклады, представленные на Международную научно-практическую конференцию «Эксплуатационная работа, логистика, экономика железных дорог: перспективные технологии и решения». В материалах анализируются актуальные теоретические и прикладные проблемы эксплуатационной, грузовой и коммерческой работы, логистики, экономики в области транспорта, предлагаются инновационные решения по оптимизации перевозочного процесса и повышению эффективности функционирования транспортно-логистических систем.

Материалы сборника печатаются в авторской редакции.

УДК 656
ББК 39.28

ISBN 978-5-98941-403-1

© ПривГУПС, 2026
© Авторский коллектив, 2026

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

к сборнику материалов Международной научно-практической конференции «Эксплуатационная работа, логистика, экономика железных дорог: перспективные технологии и решения», посвященной 50-летию кафедр Института управления и экономики Приволжского государственного университета путей сообщения

Уважаемые коллеги, ученые, преподаватели, аспиранты, представители транспортной отрасли и делового сообщества!

Приветствую вас на страницах сборника материалов Международной научно-практической конференции «Эксплуатационная работа, логистика, экономика железных дорог: перспективные технологии и решения», посвященной 50-летию кафедр Института управления и экономики Приволжского государственного университета путей сообщения.

Юбилей кафедр «Управление эксплуатационной работой», «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы», «Экономика и менеджмент» - это значимое событие не только для университета, но и для всего профессионального сообщества железнодорожников. За полвека кафедры прошли большой путь, став авторитетными научно-образовательными центрами, где бережно сохраняются лучшие академические традиции и одновременно формируются современные повестки развития транспортной науки и практики. На протяжении многих лет кафедры Института управления и экономики вносят весомый вклад в подготовку высококвалифицированных специалистов, развитие научных исследований и внедрение их результатов в деятельность транспортного комплекса.

Тематика конференции отражает ключевые вызовы и приоритеты современного этапа развития железнодорожного транспорта. В условиях роста требований к надежности, скорости, экономической эффективности и технологической устойчивости перевозок особую значимость приобретают вопросы совершенствования эксплуатационной работы, развития транспортной логистики, повышения качества грузовой и коммерческой деятельности, а также поиска новых экономических механизмов управления отраслью.

В представленных материалах нашли отражение актуальные теоретические и прикладные проблемы эксплуатационной, грузовой и коммерческой работы, логистики, экономики в области транспорта. Авторы рассматривают широкий круг вопросов, связанных с организацией и управлением перевозочным процессом, цифровой трансформацией транспортных систем, совершенствованием планирования и технологии перевозок, повышением качества транспортного обслуживания, рациональным использованием ресурсов, развитием интегрированных транспортно-логистических решений. Особую ценность сборнику придает практическая направленность исследований: в публикациях предлагаются

инновационные решения по оптимизации перевозочного процесса и повышению эффективности функционирования транспортно-логистических систем.

Уверен, что объединение научного анализа, отраслевого опыта и инженерной практики создает прочную основу для выработки востребованных решений, способных содействовать дальнейшему развитию железнодорожного транспорта. Международный формат конференции способствует расширению профессионального диалога, обмену передовыми подходами и укреплению научных связей между образовательными организациями, исследовательскими центрами и представителями производственной сферы.

Выход настоящего сборника является свидетельством высокой исследовательской активности его авторов, их заинтересованности в поиске эффективных ответов на современные вызовы транспортной отрасли. Надеюсь, что опубликованные материалы будут полезны ученым, преподавателям, обучающимся, руководителям и специалистам транспортных предприятий, а также всем, кто занимается вопросами организации перевозок, логистики и экономики железнодорожного транспорта.

Выражаю искреннюю благодарность всем участникам конференции, авторам статей, рецензентам, членам организационного и программного комитетов за вклад в подготовку и проведение данного научного форума. Убежден, что представленные в сборнике идеи, результаты исследований и практические рекомендации послужат дальнейшему развитию научной мысли, профессионального образования и транспортной практики.

Желаю читателям плодотворной работы с материалами сборника, новых профессиональных контактов, научных достижений и успешной реализации перспективных проектов.

*Директор Института управления и экономики,
д.т.н., доцент Москвичев Олег Валерьевич*

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1 СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕВОЗОК.....	8
ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ И СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОБСТВЕННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин	8
РОЛЬ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПАССАЖИРОПОТОКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛОВ Д.З. Икрамова, С.И. Асенова	10
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ПАССАЖИРОПОТОКА В ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ С.А. Леонова, Б.И. Абдуллаев, О.А. Бондаренко	16
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗАННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ А.А. Светашев, Т.Ш. Муминов	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СТРАТЕГИИ РАСФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ Сунь Чун	26
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ТРАНСПОРТНОГО РЫНКА М.А. Марченко, Н.Б. Фёдорова, Ю.С. Халтуринская	34
КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИГОРОДНЫМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ Д.А. Полиэктов, А.А. Грачёв	38
ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОТКАЗА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕЕЗДЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАРУШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ М.А. Бацеко.....	42
НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К ОБРАБОТКЕ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ Н.М. Луганченко, О.Н. Числов.....	48
МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ, ОСНОВАННАЯ НА ТЕОРИИ БЛАГОСОСТОЯНИЯ М.В. Бакалов, В.М. Задорожний, В.А. Посвежинная.....	53
К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ КОНФИГУРАЦИИ ДИСПЕТЧЕРСКИХ УЧАСТКОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛИГОННОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ Е.А. Чеботарева.....	56
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ ГОРЛОВИНЫ В УСЛОВИЯХ РАЗНОРОДНОГО ПО ДЛИНЕ ПОЕЗДОПОТОКА А.А. Фрибус, С.В. Карасев	59
К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИЕМА И РАССМОТРЕНИЯ ЗАЯВОК НА ОТПРАВКУ ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ О.В. Москвичев, Е.А. Куприянова	64
МЕТОДИКА ВЫБОРА ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К ВНЕДРЕНИЮ В ЕДИНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ ПРИМЫКАНИЯ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ О.В. Москвичев, А.А. Грузд.....	68
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАРШРУТНЫХ ПОЕЗДОВ ИЗ «УГОЛЬНЫХ ХВОСТОВ» НА ОПОРНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ Д.А. Басманов, Е.Д. Псеровская.....	75

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СТАНЦИИ И ПОДЪЕЗДНОГО ПУТИ С.А. Щеглов	79
РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВАГОНПОТОКОВ: ПРИНЦИПЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ В.М. Задорожний, М.В. Бакалов, Ю.А. Бакалова	85
ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН БАЗЫ ЗНАНИЙ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК А.П. Бадецкий, О.А. Медведь.....	89
ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВАГОННЫМИ ПАРКАМИ А.П. Бадецкий.....	93
ОПЕРАТИВНАЯ КОРРЕКТИРОВКА НИТОК ГРАФИКА СБОРНЫХ ПОЕЗДОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЧАСТКЕ И.Л. Панченкова	96
СЕКЦИЯ 2 РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕВОЗОК В ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ	102
СИСТЕМА ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ ГРУЗОПОТОКА Н.А. Кекиш.....	102
ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ КОЛЕИ 1520 ММ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «СЕВЕР – ЮГ» И.А. Еловой, М.М. Колос.....	106
ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НСО В РАМКАХ МТК «СЕВЕР-ЮГ» К.Д. Безвинюк, И.Н. Кагадий.....	113
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ЮГЕ РОССИИ Д.В. Сорокин, Э.А. Мамаев, А.С. Кравец.....	116
ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЛАТФОРМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ДЛЯ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ О.В. Москвичев, Ю.П. Пацев	123
КОНТЕЙНЕРОПРИГОДНОСТЬ ГРУЗОВ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК Е.Е. Лесникова, Е.Д. Псеровская	127
ПРИМЕНЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДВОЗА ГРУЗОВ К ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ СТАНЦИЯМ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ) Р.Ю. Упырь, А.В. Дудакова, А.А. Никифорова.....	132
КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ М.В. Четчуев, А.Д. Винник	137
ИННОВАЦИОННЫЕ ЗАПОРНО-ПЛОМБИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА В ЛОГИСТИКЕ: ОТ ИНДИКАЦИИ ВСКРЫТИЯ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ МОНИТОРИНГУ Н.Х. Варламова, М.В. Малахова	141
О РАЗВИТИИ ОСНОВНОЙ СТАНЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ А.Б. Фокеев, Н.Н. Мазько.....	144
СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ А.В. Варламов, Н.Х. Варламова.....	148
КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ П.Н. Мишкуров, А.Н. Рахмангулов	153
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КВАНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ЮГА РОССИИ) Е.Е. Мизгирева.....	159

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ ПЕРСОНАЛА СТАНЦИЙ НА МАЛОИНТЕНСИВНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЯХ К.Е. Ковалев, А.В. Новичихин	163
РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИИ: ТЕКУЩИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕМЫ, ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ И ФАКТОРЫ СДЕРЖИВАНИЯ Е.Е. Москвичева	167
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ГРУЗОВ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КРЕПЛЕНИЯ И СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ИХ СОСТОЯНИЯ В.В. Денисов, А.С. Емельянов.....	172
СЕКЦИЯ 3 ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА	175
СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ МОЛОДЕЖИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС Г.П. Гагаринская, К.Д. Биримкулова, С.В. Попов	175
РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ СЛОЖНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННО- ТРАНСПОРТНО-СБЫТОВЫХ СИСТЕМ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЯХ Л.В. Осипенко, И.А. Еловой	180
СЕРВИСНАЯ ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК МЕХАНИЗМ СТАНДАРТИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА Н.В. Гузенко.....	183
ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ РАЗРЫВОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С УЧАСТИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА А.В. Гузенко	190
МЕХАНИЗМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ О.В. Романов	198
РАЦИОНАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТУРИСТСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК Л.С. Шорохова, Н.А. Коваленко.....	204
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АКЦЕНТЫ НА КУЗБАССЕ И ЭЛЬГИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ В.А. Бугров, Д.Ю. Гришкова	207
АНАЛИЗ ДЕФИЦИТА КАДРОВ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ О.В. Тарасова	212
ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО РЕЗЕРВА В ОАО «РЖД»: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ О.В. Тарасова.....	218
ЦИФРОВОЙ ПРОФИЛЬ РАБОТНИКА КАК ИНСТРУМЕНТ МИНИМИЗАЦИИ КАДРОВЫХ РИСКОВ В ХОЛДИНГЕ ОАО «РЖД» Т.М. Тарасова.....	224
ЦИФРОВОЙ СТРЕСС ПЕРСОНАЛА КАК СКРЫТЫЙ ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА Т.М. Тарасова	231
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ РОССИИ И СТРАН БРИКС А.А. Кремнёв, О.В. Тарасова.....	237
ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ П.А. Шерстнева, О.В. Иванчина	242
РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТА С.А. Блинкова, К.С. Веляева.....	247
СИСТЕМНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА А.С. Кириллова, Н.В. Эрлих	250

СЕКЦИЯ 1

Совершенствование организации и управления процессами перевозок

УДК 656.225

ОБОСНОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ И СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОБСТВЕННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин

Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь

Введение. В настоящее время на Белорусской железной дороге наблюдается значительное развитие парка собственных грузовых перевозочных средств (вагонов грузоотправителей, грузополучателей). В таких обстоятельствах актуальность приобретают вопросы формированию механизмов и возможной системы критериев оценки эффективности работы указанного подвижного состава, а также проблемы организации взаимодействия с их собственниками.

Основная часть. Существующий организационно-экономический механизм для вагонов железной дороги был разработан в бывшем Советском Союзе на достаточно высоком уровне. Он учитывал: экстерриториальность железнодорожного транспорта; его технологию работы; особенности взаиморасчётов с клиентами за перевозки грузов; эффективность тарифов железнодорожного транспорта в части минимизации сборов и упрощения пользования тарифами; взаимодействие отправителей с перевозчиками при планировании объёмов погрузки; регулирование порожних вагонов из-под выгрузки под погрузку с использованием диспетчерского аппарата железнодорожного транспорта (на макроуровне); имущественную ответственность за невыполнение согласованных объёмов перевозок, повреждение вагонов железнодорожного транспорта и др., что было регламентировано Уставом железнодорожного транспорта и Правилами перевозок грузов [1: 16].

К основным показателям оценки эффективности работы железнодорожного транспорта в целом были отнесены: объёмы погрузки в вагонах; оборот вагона; грузооборот в тонно-километрах; коэффициент порожнего пробега вагонов и др.

Собственные вагоны промышленных предприятий и организаций использовались для перевозки специфических грузов, например серной кислоты, капролактама и др. При этом такой подвижной состав в большинстве случаев принадлежал производителям продукции (грузоотправителям). При перевозках грузов в собственных железнодорожных перевозочных средствах грузоотправитель в накладной делал отметку, куда отправлять вагон после выгрузки и очистки.

Следует указать, что организационно-экономический механизм работы с инвентарными вагонами железной дороги основывался на интенсивной эксплуатации данного подвижного состава, предусматривающий минимизацию оборота вагонов, введение штрафа за сверхнормативный простой вагонов при погрузке или выгрузке на путях необщего пользования средствами грузоотправителей или грузополучателей. Порядок взаимоотношений перевозчика и владельца вагонов одновременно основывался на договорной основе, которая регламентировалась

Уставом [2: 10] и Правилами перевозок. В соответствии с данными условиями разрабатывались и тарифы. При погрузке или выгрузке грузов на местах общего пользования железной дороги также имелись свои особенности.

Таким образом, существовавший ранее организационно-экономический механизм базировался на системном подходе, который учитывал в своей основе не только цикл перевозки груза, включая погрузку и выгрузку, подачу-уборку на места общего и необщего пользования, но и регулирование порожних вагонов из-под выгрузки под погрузку. Причём, использовался комплексный подход в организационно-экономическом механизме, учитывающий экстерриториальность, корпоративность управления на железнодорожном транспорте. Кроме того, данный механизм учитывал технологические, нормативно-правовые и экономические особенности железнодорожного транспорта, что нашло отражение в грузовых, транспортных, информационных, финансовых и транспортно-экспедиционных потоках [3: 64].

После распада Советского Союза и реформирования железнодорожного транспорта в России, Казахстане предлагалось создание конкуренции на рынке железнодорожных перевозок с помощью появления частных перевозчиков, каждый из которых должен иметь собственные вагоны и тяговые средства. Для реализации данного мероприятия железнодорожные тарифы в рамках ЕАЭС были разделены на три составляющие: локомотивная, вагонная и инфраструктурная. Такие тарифы были разработаны и для железнодорожного транспорта Республики Беларусь, где предусмотрено, что инфраструктура принадлежит государству, а локомотивы и вагоны являются частными (собственными). В этих условиях частному перевозчику может быть предоставлена владельцем инфраструктуры «нитка графика» с целью реализации им перевозки груза [4: 106].

На железных дорогах России, Казахстана вагонный парк был обновлен в основном за счёт частных инвестиций. При этом реформы железнодорожного транспорта в этих государствах не были реализованы в полной степени. На Белорусской железной дороге все ещё имеется парк инвентарных вагонов. Принимался ряд решений о передаче подвижного состава промышленным предприятиям или их объединениям, закупке ими собственных железнодорожных грузовых перевозочных средств. Следует указать, что за счёт экстерриториальности железнодорожного транспорта эксплуатация вагонов Белорусской железной дороги затруднена, так как все железные дороги должны находиться в одинаковых условиях и функционировать в соответствии с Правилами перевозок, построенными на общих принципах. В частности, при нахождении вагонов Белорусской железной дороги на путях других железнодорожных администраций владельцу вагонов должны возмещаться издержки, связанные с амортизацией и видами ремонта вагонов, зависящих от времени их нахождения на путях других железных дорог, так как эти издержки включены в тариф. Аналогично при нахождении вагонов других железных дорог на путях Белорусской железной дороги последняя должна возмещать им издержки в виде платы за пользование их вагонами. Однако данную технологию сложно реализовать, так как, например, на Российских железных дорогах практически не осталось инвентарных вагонов и соответственно она не имеет возможности возместить издержки Белорусской железной дороги в виде платы за пользование её вагонами.

Следовательно, на железнодорожном транспорте Республики Беларусь возникает ряд задач, связанных с разработкой и функционированием организационно-

экономического механизма эффективности функционирования подвижного состава грузоотправителей, грузополучателей. Данные задачи связаны с созданием: соответствующих организационных структур (экспедиторских, грузовых компаний и др.), обеспечивающих возможность эффективной эксплуатации такого подвижного состава; системы критериев оценки эффективности работы собственных грузовых перевозочных средств; корректировки нормативно-правовых документов и др. Такой механизм должен базироваться на рынке вагонов железной дороги, подвижном составе предприятий и операторских компаний, а также арендованных вагонов у владельцев различных предприятий и организаций.

Вывод. Владельца вагонов в конечном итоге интересует не оборот вагона и другие технические и технологические параметры его эксплуатации, а доходность вагона в единицу времени, которая должна обеспечивать экономически обоснованную прибыль. Для обоснования данного положения необходимо детальное рассмотрение различных вариантов перевозки груза, связанных с их доставкой в вагонах железной дороги или в подвижном составе компаний-операторов, арендованных, промышленных предприятий или других организаций. В данном случае будет решаться задача исходя из интересов грузоотправителя и грузополучателя, то есть выбора лучшей схемы доставки из нескольких вариантов в зависимости от принадлежности вагона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила перевозок грузов (в редакции Министерства путей сообщения). – М.: Транспорт, 1983. – 472 с.
2. Устав железных дорог Союза ССР: [утверждено постановлением Совета министров СССР 06.04.1964 №270]. Законодательство СССР. Библиотека нормативно-правовых актов Союза Советских Социалистических Республик [Электронный ресурс] URL: https://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_6061.htm.
3. Еловой И.А. Методы и модели повышения эффективности взаимодействия железнодорожного транспорта общего и необщего пользования: [монография] / И.А. Еловой, Е.Н. Потылкин; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Бел. гос. университет трансп. – Гомель: БелГУТ, 2023. – 210 с.
2. Еловой, И.А. Логистика: учеб.-метод. пособие / И.А. Еловой; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – 2-е изд., перераб. и доп. – Гомель: БелГУТ, 2011. – 163 с.
4. Еловой, И. А. Современные тенденции рынка железнодорожных грузовых перевозок: [монография] / И. А. Еловой, В. В. Ясинский, М. М. Колос. – Гомель: БелГУТ, 2010. – 210 с.

УДК 656.02

РОЛЬ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПАССАЖИРОПОТОКА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛОВ

Д.З. Икрамова, С.И. Асенова

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Введение. Развитие транспортного комплекса в крупных городах выступает одним из определяющих условий стабильного и долгосрочного социально-экономического роста территорий. В условиях интенсивной урбанизации и повышения мобильности населения особую значимость приобретает рациональная организация пассажирских перевозок, а также согласованное взаимодействие

различных видов транспорта. В этой системе важнейшее место занимают транспортно-пересадочные узлы (ТПУ), обеспечивающие координацию работы транспортных средств и формирование направленных пассажирских потоков.

Железнодорожные вокзалы на протяжении длительного времени остаются ключевыми элементами транспортной структуры городов. Они обеспечивают соединение междугородных, пригородных и внутригородских сообщений, одновременно выполняя функции перераспределения пассажиропотоков. При этом результативность их функционирования в значительной степени определяется уровнем сопряженности с системой городского транспорта.

Современные транспортные потребности характеризуются широким распространением комбинированных маршрутов, при которых пассажиры совершают поездки с использованием нескольких видов транспорта. В этой связи особую актуальность приобретает эффективная организация транспортно-пересадочных узлов, создающих условия для быстрого и комфортного перехода между железнодорожным транспортом, метрополитеном, автобусными маршрутами, такси и личными автомобилями.

Международный опыт свидетельствует о том, что грамотно спроектированные и организованные ТПУ способны значительно повысить общую эффективность городской транспортной системы. Их внедрение способствует сокращению продолжительности поездок, увеличению доступности общественного транспорта и снижению перегрузки улично-дорожной сети.

В последние годы в Ташкенте наблюдается динамичное развитие транспортной инфраструктуры: проводится реконструкция железнодорожных вокзалов, активно расширяется метрополитен, совершенствуется автобусная сеть. Вместе с тем действующие транспортно-пересадочные узлы не всегда обеспечивают необходимый уровень интеграции различных видов транспорта.

В связи с этим особую актуальность приобретает исследование роли транспортно-пересадочных узлов в процессе формирования пассажиропотоков железнодорожных вокзалов, а также оценка эффективности функционирования существующих ТПУ города Ташкента.

Целью данного исследования является выявление степени влияния транспортно-пересадочных узлов на структуру и распределение пассажиропотоков железнодорожных вокзалов, а также разработка практических рекомендаций по совершенствованию их функционирования и повышению уровня транспортной интеграции.

Обзор научных исследований. Проблемы организации транспортно-пересадочных узлов широко рассматриваются в научной литературе в области транспортного планирования и логистики.

Значительный вклад в развитие теории транспортного планирования внесли исследования В статье [1: 1124] представлена модель городских транспортных узлов, проанализированы препятствия, с которыми сталкиваются города для достижения более устойчивого развития. В статье рекомендована модель City-HUB, которая заключается в привлечении всех заинтересованных сторон на самой ранней стадии проекта строительства или реконструкции транспортной развязки. Результатом City-HUB является методология, позволяющая осуществлять задачу комплексно и последовательно.

В работе [2: 18] определены общие пространственные критерии «хорошего местоположения» по отношению к существующим и потенциальным транспортным системам.

В работе [3: 591] проанализирована эвакуация в экстренных условиях из мультимодальных транспортных узлов.

В [4: 235] рассмотрена система кросс-докинга при осуществлении пассажирских перевозок и её преимущества.

В [5: 134] проанализированы принципы логистики и даны предложения по применению логистических принципов в процессах пассажирских мультимодальных перевозках.

В [6: 440] рассмотрены требования для устойчивой городской логистики. Приведен рабочий цикл режима PRT-FRT и выгоды этого режима.

В статье [7: 81] предложена математическая модель для решения двухуровневой транспортной задачи, целью которого является разработка инновационных систем распределения товаров в перегруженных городских центрах.

Доклад [8: 305] посвящен анализу текущего положения и проблем железнодорожного пассажирского транспорта с точки зрения логистической цепочки. Автором предложен методический подход для устойчивого развития железнодорожного пассажирского транспорта и инфраструктуры.

В работе [9: 19] раскрывается связь логистики и железнодорожного пассажирского транспорта, приводится анализ современных исследований и теоретической концепции гравитационных методов при использовании на железнодорожном пассажирском транспорте.

В статье [10: 96] предложены меры по решению транспортно-пересадочных проблем городского пассажирского транспорта: увеличение частоты отправления автобусов, строительство пешеходной инфраструктуры, сокращения пересадочных расстояний. Предложена модель для повышения эффективности трансферных организаций общественного транспорта.

Многие исследователи уделяют значительное внимание вопросам организации пересадочных процессов на железнодорожных вокзалах и интеграции железнодорожного транспорта с городской транспортной системой.

Проведённый обзор научной литературы позволяет выделить ключевые направления исследований в рассматриваемой области, среди которых особое место занимают:

- изучение и моделирование закономерностей формирования пассажиропотоков;
- совершенствование планировочной и функциональной структуры транспортно-пересадочных узлов;
- повышение согласованности и эффективности взаимодействия различных видов транспорта;
- развитие и внедрение мультимодальных транспортных систем.

Вместе с тем, несмотря на значительный объём выполненных научных работ, проблематика формирования и функционирования транспортно-пересадочных узлов в условиях динамично развивающихся городов Центральной Азии остаётся недостаточно раскрытой и требует дальнейшего углублённого исследования.

Методология исследования. Методическая база исследования сформирована на основе комплексного использования инструментов транспортного планирования, методов статистической обработки пассажиропотоков, системного анализа

элементов транспортной инфраструктуры, а также аппарата математического моделирования. Применение совокупности указанных подходов обеспечивает возможность количественной и качественной оценки влияния транспортно-пересадочных узлов на формирование пассажиропотоков железнодорожных вокзалов, а также позволяет определить результативность существующей организации пересадочных процессов.

Работа выполнялась поэтапно, с последовательным переходом от общего анализа к более детальному исследованию.

На начальной стадии был осуществлён комплексный системный анализ структуры транспортной системы города Ташкент. В рамках данного этапа были рассмотрены ключевые компоненты транспортной инфраструктуры, обеспечивающие взаимодействие различных видов транспорта, включая железнодорожный комплекс, метрополитен, автобусное сообщение и иные элементы городской транспортной сети (рисунок 1).

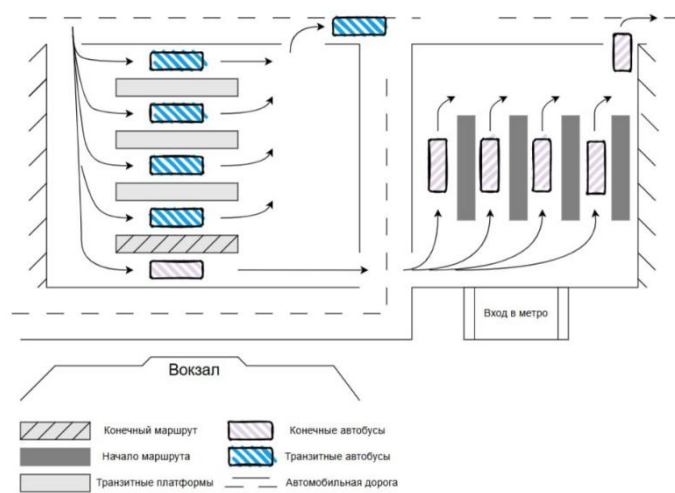


Рисунок 1 - Планируемая схема перемещения автобусов ТПУ Ташкент

В ходе системного анализа были детально рассмотрены следующие аспекты:

- пространственное размещение железнодорожных вокзалов в структуре городской транспортной сети;
- конфигурация и функциональные особенности маршрутов городского транспорта;
- взаимное расположение остановочных пунктов различных видов транспорта;
- организация и направленность пешеходных потоков в зонах пересадок.

Применение системного подхода позволяет интерпретировать транспортно-пересадочный узел как сложную многоуровневую структуру, объединяющую транспортную, пешеходную и сервисную составляющие. При этом результативность функционирования ТПУ определяется не только параметрами отдельных компонентов, но в значительной степени уровнем их согласованности и степенью интеграции между собой.

Анализ пассажирских потоков. Одним из центральных этапов проведённого исследования выступает изучение пассажиропотоков, формирующихся в зоне функционирования железнодорожных вокзалов.

Под пассажиропотоком в рамках работы понимается совокупность пассажиров, осуществляющих перемещение по заданным направлениям в пределах

определённого временного интервала. Исследование характеристик пассажирских потоков даёт возможность определить уровень интенсивности передвижения, выявить наиболее нагруженные участки транспортной сети, а также дать объективную оценку эффективности организации пересадочных процессов и взаимодействия различных видов транспорта (рисунок 2).

Интенсивность пассажирского потока определяется следующим соотношением:

$$I = \frac{N}{t} \quad (1)$$

где I – показатель интенсивности пассажиропотока, выражаемый в пасс./час;

N – общее количество пассажиров, прошедших через анализируемый участок;

t – продолжительность временного интервала наблюдения.

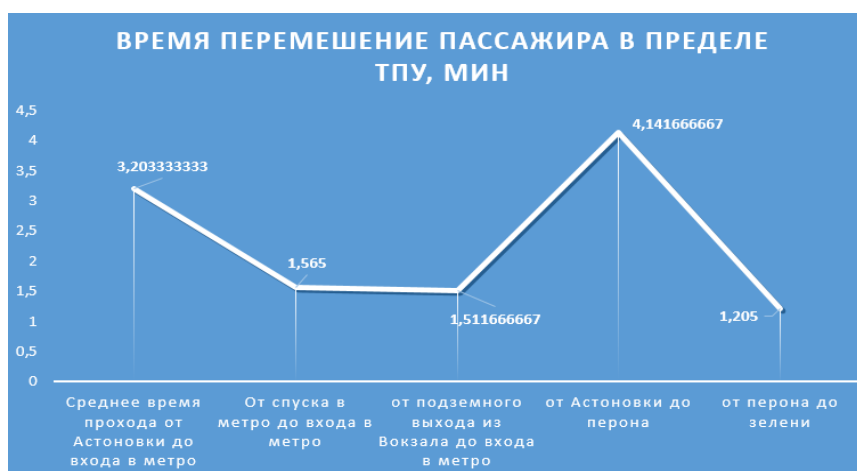


Рисунок 2 - Время перемещение пассажиров в пределах ТПУ Ташкент

Для более детального анализа распределения пассажиров в пределах транспортно-пересадочного узла применяется показатель плотности пассажиропотока, который характеризует степень концентрации людей на единице площади и позволяет оценить условия передвижения внутри узла:

$$D = \frac{S}{N} \quad (2)$$

где D – плотность пассажирского потока, чел/м²;

N – численность пассажиров, находящихся в рассматриваемой зоне;

S – площадь пространства, используемого для передвижения пассажиров.

В соответствии с международной практикой транспортного планирования, оптимальный уровень плотности пассажирского потока в зонах пересадок находится в пределах 1,5–2,5 чел/м². Превышение указанных значений, как правило, приводит к ухудшению условий передвижения, снижению скорости потоков и увеличению времени, необходимого для осуществления пересадки.

Вместе с тем следует учитывать, что выполненное исследование характеризуется рядом ограничений. Анализ пассажиропотоков основывался на доступной статистической информации и агрегированных показателях функционирования транспортной системы города Ташкент. Такой подход, хотя и позволяет получить общее представление о рассматриваемых процессах, не в полной мере отражает их динамику и локальные особенности.

В целях повышения достоверности и детализации получаемых результатов в перспективе представляется целесообразным проведение комплексных натурных обследований, а также применение специализированных программных средств

транспортного моделирования, позволяющих более точно учитывать поведенческие характеристики пассажиров и параметры функционирования транспортной инфраструктуры.

Вывод. Проведённое исследование позволило выявить значимость транспортно-пересадочных узлов в процессе формирования пассажиропотоков железнодорожных вокзалов, а также дать оценку результативности функционирования существующих ТПУ города Ташкент.

В ходе анализа установлено, что транспортно-пересадочные узлы выступают ключевыми компонентами городской транспортной системы, обеспечивающими согласованное взаимодействие различных видов транспорта и формирование устойчивых направленных пассажирских потоков. Рациональная организация пересадочных процессов способствует сокращению продолжительности поездок, повышению доступности общественного транспорта и улучшению качества транспортного обслуживания населения.

Результаты исследования показали, что на эффективность функционирования ТПУ наибольшее влияние оказывают такие факторы, как степень интеграции различных видов транспорта, уровень организации пешеходных потоков, пропускная способность пересадочных зон, а также наличие современной и удобной пассажирской инфраструктуры. Существенную роль при этом играет сокращение расстояний между остановочными пунктами различных видов транспорта и минимизация времени, затрачиваемого на пересадку.

Таким образом, совершенствование и развитие транспортно-пересадочных узлов следует рассматривать как одно из приоритетных направлений модернизации транспортной инфраструктуры города Ташкента, обеспечивающее повышение эффективности пассажирских перевозок в условиях возрастающей мобильности населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Monzón, A., Hernández, S., & Di Ciommo, F. (2016). Efficient Urban Interchanges: The City-HUB Model. *Transportation Research Procedia*, 14, 1124–1133. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.183
2. Fleming, D. K., & Hayuth, Y. (1994). Spatial characteristics of transportation hubs: centrality and intermediacy. *Journal of Transport Geography*, 2(1), 3–18. doi:10.1016/0966-6923(94)90030-2
3. Zhiman Xu, Qiang Bai, Yuqi Shao, Aihui Hu, Zhi Dong. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)* August 2022, Pages 591-60. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2022.02.001>
4. Bartholdi, J. J., & Gue, K. R. (2004). The Best Shape for a Crossdock. *Transportation Science*, 38(2), 235–244. doi:10.1287/trsc.1030.0077
5. Vojtek, M., Kendra, M., Zitrický, V., & Daniš, J. (2017). Principles of Logistics Applied to Railway Passenger Transport. *MATEC Web of Conferences*, 134, 00061. doi:10.1051/matecconf/201713400066
6. Fatnassi, E., Chaouachi, J., & Klibi, W. (2015). Planning and operating a shared goods and passengers on-demand rapid transit system for sustainable city-logistics. *Transportation Research Part B: Methodological*, 81, 440–460. doi:10.1016/j.trb.2015.07.016
7. Masson, R., Trentini, A., Lehuédé, F., Malhéné, N., Péton, O., & Tlahig, H. (2015). Optimization of a city logistics transportation system with mixed passengers and goods. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 6(1), 81–109. doi:10.1007/s13676-015-0085-5
8. Dedík, M., Čechovič, L., & Gašparík, J. (2020). Methodical Process for Innovative Management of the Sustainable Railway Passenger Transport. *Transportation Research Procedia*, 44, 305–312. doi:10.1016/j.trpro.2020.02.038
9. Dedík M., Hrudkay K., Sperka A. *Acta logistica – International Scientific Journal about Logistics*. 8 (2021), 19-25. doi:10.22306/a1.v8i1.198.

УДК 656.073

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ПАССАЖИРОПОТОКА В ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ

С.А. Леонова¹, Б.И. Абдуллаев², О.А. Бондаренко¹

Приволжский государственный университет путей сообщения¹,
Российская Федерация

Ташкентский государственный транспортный университет², Республика Узбекистан

Введение. Вопрос формирования системы транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) продолжает оставаться актуальным для городов и мегаполисов Российской Федерации, поскольку пересадочные узлы играют ключевую роль в развитии всей транспортной системы и обеспечении доступности ключевых точек города и пригородных районов [1, 2].

В настоящее время известны предлагаемые учеными алгоритмы и методики для выбора пересадочных узлов - пунктов взаимодействия видов транспорта, в которых осуществляются пересадки с одного вида транспорта на другой и пересадки пассажиров при смене направления движения в системе одного вида транспорта [3, 4]. Такие пересадочные узлы в дальнейшем целесообразно трансформировать в ТПУ, поскольку выбор транспортно-пересадочных узлов должен быть обоснован в первую очередь числом пассажиров, которые в случае создания ТПУ будут использовать его для осуществления корреспонденций.

Материалы и методы. Известно, что для оценки пассажиропотоков на городской транспортной сети используются статистические данные, табличные методы, опрос и анкетирование пассажиров [5, 6], исследование количества оформленных проездных документов [7], подсчет пассажиров с помощью искусственного интеллекта по данным видеокамер, установленных в салонах транспортных средств и на остановочных пунктах, вокзалах, станциях [8]. Также предлагается отслеживать передвижение пассажиров на основе данных операторов сотовой связи [9, 10]. Однако все эти методы позволяют получить данные о пассажиропотоках в текущем времени за определенный период. А в вопросе, связанном с ТПУ, необходимым является прогнозирование количества пассажиров, которые будут пользоваться тем или иным пересадочным узлом в случае его формирования вокруг остановочного пункта, вокзала или станции. Сложность заключается именно в исследовании поведения пассажиров при выборе ими маршрутов следования, в том числе и пересадочных пунктов.

Для исследования поведения пассажиров в системе городского общественного транспорта в случае создания на транспортной сети пересадочных узлов был предложен метод, основанный на выборе пассажирами оптимальных маршрутов по критерию минимального времени поездки [3, 11]. Разработанный метод позволяет на любой сети города определять места размещения ТПУ и прогнозировать число

пассажиры в каждом пересадочном узле. При этом получается задача большой размерности, которую следует решать согласно определенному алгоритму с использованием программных комплексов.

К предлагаемому алгоритму выбора мест размещения пересадочных узлов и расчета прогнозируемого числа пассажиров в ТПУ был разработан программный комплекс, который позволяет выполнять расчеты для любой городской транспортной сети (в том числе с учетом пассажиропотоков пригородных районов). В сравнении с известным алгоритмом [3, 11] в разработанном программном комплексе учитываются дополнительные факторы, обеспечивающие более точный результат при расчете пассажиропотока.

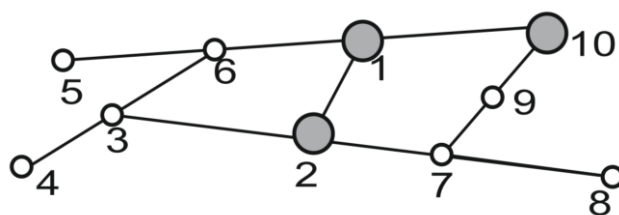
Программный комплекс представляет собой отдельно исполняемый файл с графическим интерфейсом, разработанный на языке программирования C#.

Первый модуль программного комплекса позволяет определить все оптимальные маршруты пассажиров в системе городского общественного транспорта по критерию минимального времени поездки с учетом расстояния, скорости движения транспортных средств на маршруте, ожидания транспорта при осуществлении посадки в первое транспортное средство и время ожидания другого транспортного средства в пункте пересадки (при необходимости).

Второй модуль программного комплекса позволяет решить задачу определения величины пассажиропотока в каждом остановочном пункте с учетом посадки, высадки и пересадки пассажиров на другой вид транспорта. Также имеется возможность учитывать и пассажиров пригородного сообщения, которые в пунктах взаимодействия с городским транспортом осуществляют пересадку на маршруты городского общественного транспорта. Расчет позволяет получить максимально возможную величину пассажиров в каждом пересадочном узле с учетом потенциальных пассажиров, которые в настоящее время используют другие (не оптимальные) маршруты городского общественного транспорта для осуществления поездки.

В качестве исходных данных для решения задачи выбора мест локализации пересадочных узлов и расчета пассажиропотока принимаются:

- схема маршрутов городского общественного транспорта с разбиением по видам транспорта (пример такой схемы представлен на рисунке 1);
- матрица корреспонденций (количество поездок пассажиров за сутки на городском общественном транспорте);
- характеристика маршрутов (средняя маршрутная скорость, остановочные пункты на маршруте, расстояние между остановками, время ожидания транспортного средства);
- время пересадки в пунктах взаимодействия видов транспорта.



○ – номера остановочных пунктов, ● – пересадочные узлы

Рисунок 1 – Схема маршрутной сети в виде графа с номерами остановочных пунктов

Интерфейс программного комплекса для определения пассажиропотока представлен на рисунках 2 – 6.

Исходные данные задаются поочередно в каждой вкладке: «Граф маршрутов» (который задается в виде числового кода), «Расстояние между остановочными пунктами», «Транспорт», «Пассажиропоток». Пример исходного графа сети представлен на рисунке 1.

Расчет выполняется нажатием на кнопку «Рассчитать маршруты и пассажиропоток» во вкладке «Результаты».

Граф маршрутов	Расстояния	Транспорт	Пассажиропоток	Результаты								
Задайте граф маршрутов: укажите остановку и связанные с ней остановки <table border="1"> <thead> <tr> <th>№ Остановки</th> <th>Связанные остановки (через запятую)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2,6,10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1,3,7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2,4,6</td> </tr> </tbody> </table>					№ Остановки	Связанные остановки (через запятую)	1	2,6,10	2	1,3,7	3	2,4,6
№ Остановки	Связанные остановки (через запятую)											
1	2,6,10											
2	1,3,7											
3	2,4,6											

Рисунок 2 – Задание графа сети в виде числового кода

Граф маршрутов	Расстояния	Транспорт	Пассажиропоток	Результаты												
Задайте расстояния между остановками (в метрах) <table border="1"> <thead> <tr> <th>От</th> <th>До</th> <th>Расстояние (метров)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>6</td> <td>280</td> </tr> </tbody> </table>					От	До	Расстояние (метров)	1	2	340	2	1	340	1	6	280
От	До	Расстояние (метров)														
1	2	340														
2	1	340														
1	6	280														

Рисунок 3 – Расстояние между остановочными пунктами

Граф маршрутов	Расстояния	Транспорт	Пассажиропоток	Результаты																
Задайте параметры транспортных средств <table border="1"> <thead> <tr> <th>Название транспорта</th> <th>Маршрут (через запятую)</th> <th>Скорость (км/ч)</th> <th>Интервал (мин)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Tram</td> <td>8,7,2,3</td> <td>18</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>2 Bus</td> <td>2,7,9,10,1,2,7,9,10,1</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>3 Bus</td> <td>4,3,2,7,9,10</td> <td>26</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>					Название транспорта	Маршрут (через запятую)	Скорость (км/ч)	Интервал (мин)	1 Tram	8,7,2,3	18	30	2 Bus	2,7,9,10,1,2,7,9,10,1	25	15	3 Bus	4,3,2,7,9,10	26	10
Название транспорта	Маршрут (через запятую)	Скорость (км/ч)	Интервал (мин)																	
1 Tram	8,7,2,3	18	30																	
2 Bus	2,7,9,10,1,2,7,9,10,1	25	15																	
3 Bus	4,3,2,7,9,10	26	10																	

Рисунок 4 – Характеристика маршрутов

Граф маршрутов	Расстояния	Транспорт	Пассажиропоток	Результаты												
Задайте пассажиропоток между остановками ☞ Более 700 пассажиров выделяются желтым, менее 50 - зеленым <table border="1"> <thead> <tr> <th>От</th> <th>До</th> <th>Пассажиропоток (чел/час)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>3</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>4</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>					От	До	Пассажиропоток (чел/час)	1	2	76	1	3	40	1	4	25
От	До	Пассажиропоток (чел/час)														
1	2	76														
1	3	40														
1	4	25														

Рисунок 5 – Матрица корреспонденций

Граф маршрутов	Расстояния	Транспорт	Пассажиропоток	Результаты
От: 8 До: 5 ☐ Маршрут от точки до точки ☒ Все возможные маршруты Рассчитать маршруты и пассажиропоток				

Рисунок 6 – Выбор оптимальных маршрутов по критерию времени поездки и расчет пассажиропотока

Анализ полученных результатов. Результаты анализа пассажиропотока, расчет которого выполнен в предлагаемом программном комплексе, можно получить в виде данных таблицы 1.

Таким образом, разработанный программный комплекс позволяет автоматизировать расчет пассажиропотока в пересадочных узлах по всей транспортной сети города, включая пассажиров пригородных районов.

Таблица 1

Результаты расчета прогнозируемого количества пассажиров в каждом остановочном пункте, включая пересадочные узлы

Номер остановочного пункта	Количество пассажиров в остановочных пунктах (пассажиры прибытия и пассажиры отправления), пасс./сут.	Количество пассажиров, осуществляющих пересадку в узле, пасс./сут.	Общее прогнозируемое количество пассажиров в каждом пересадочном узле (с учетом пассажиров прибытия, отправления и пересаживающихся пассажиров), пасс./сут.
1	5966	5137	11103
2	5944	2432	8376
3	6663	-	6663
4	7379	-	7379
5	5867	-	5867
6	6756	-	6756
7	7676	-	7676
8	6629	-	6629
9	7291	-	7291
10	6055	3209	9264

Практическое приложение результатов. Разработанный программный комплекс может быть использован в программах и проектах по развитию системы городского пассажирского транспорта, а также в рамках реализации мероприятий по синхронизации расписаний городского и пригородного транспорта.

Выводы. При проектировании транспортных систем важным является исследование пассажиропотоков, поведения пассажиров в системе городского пассажирского транспорта. При выборе мест размещения пересадочных узлов этот параметр является одним из ключевых. В работе предложен способ расчета и прогнозирования пассажиропотоков в каждом остановочном пункте городской транспортной сети.

Предложен программный комплекс, первый модуль которого предназначен для определения пересадочных узлов на основе анализа маршрутов городского общественного транспорта и матрицы корреспонденций по критерию минимального времени поездки пассажиров.

Второй модуль программного комплекса предназначен для расчета количества пассажиров в каждом остановочном пункте, а также определения числа пассажиров, осуществляющих пересадку в пересадочных узлах. Суммированием числа прибывающих, отправляющихся и пересаживающихся пассажиров можно получить общее прогнозируемое число пассажиров в пересадочных пунктах. На базе таких пересадочных пунктов и следует формировать транспортно-пересадочные узлы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года утверждена распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 №3363-р (ред. от 06.11.2024).
2. Коновалова, Т. В., Надирян С.Л. Методы размещения транспортно-пересадочных узлов в городах // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 1. – С. 182-185.
3. Москвичев О. В., Леонова С. А. Методика выбора мест размещения транспортно-пересадочных узлов на основе оптимизационной математической модели // Мир транспорта. – 2020. – Т. 18, № 2(87). – С. 198-213. – DOI 10.30932/1992-3252-2020-18-198-213.
4. Федорова М. В. Разработка методики оценки мест размещения многофункциональных транспортно-пересадочных узлов // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2021. – Т. 7, № 4. – С. 52-64. – DOI 10.17816/transsyst20217452-64.
5. Петрова Д. В., Головин О. В. Существующие методы обследования пассажиропотока // Сборник докладов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: Сборник докладов конференции, Белгород, 29–30 мая 2025 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2025. – С. 182-185.
6. Дорохин С. В., Дорохина А. С. Методы и способы обследования пассажиропотока // Современные направления и подходы к проектированию и строительству инженерных сооружений: Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева». – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2020. – С. 77-80.
7. Михеева Д. Н., Леонова С.А. Развитие системы транспортно-пересадочных узлов с участием железнодорожного транспорта // Соискатель - приложение к журналу "Мир транспорта". – 2023. – № 3(14). – С. 55-59.
8. Moskvichev O., Leonova S., Vasiliev D. An intelligent system for analyzing and planning the work of a motor transport enterprise based on an artificial neural network // International Scientific and Practical Conference "Railway Transport and Technologies" (RTT-2021): Collection of conference materials. Volume 2624, Ekaterinburg, 24–25 ноября 2021 года. Vol. 2624, Issue 1. – USA: AIP PUBLISHING, 2023. – P. 040061. – DOI 10.1063/5.0145910.
9. Yongkai HU, Binbin YANG, Xiangfeng JI, Jian ZHANG, Jianqiang NIE. Deriving Travel Behavior Data of Urban Subway Passengers from Mobile Phone Network. CICTP 2014: Safe, Smart, and Sustainable Multimodal 396 Transportation Systems © ASCE 2014. 396-405. DOI:10.1061/9780784413623.040.
10. Мартыненко А. В. Моделирование пространственной связности региона на основе данных сотовых операторов // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3(67). – С. 88-99. – DOI 10.20291/2079-0392-2025-3-88-99.
11. Леонова С. А. Выбор мест расположения пересадочных узлов сети городского пассажирского транспорта // Транспорт Урала. – 2019. – № 4(63). – С. 101-105. – DOI 10.20291/1815-9400-2019-4-101-105.

УДК 656.072

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗАННОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

А.А. Светашев, Т.Ш. Муминов

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Введение. Городские системы общественного транспорта включают транспортно-пересадочные узлы (ТПУ), которые являются важным элементом инфраструктуры, обеспечивающим быструю, удобную и безопасную пересадку пассажиров с одного вида транспорта на другой. Эффективность функционирования

таких узлов во многом определяется общим временем пересадки пассажиров, поскольку данный показатель напрямую влияет на привлекательность транспортной системы, качество обслуживания и уровень удовлетворённости пользователей [1].

В существующих научных исследованиях эффективность транспортно-пересадочных узлов чаще всего оценивается по отдельным показателям, таким как объём пассажиропотока, пропускная способность или вместимость инфраструктурных объектов. Однако временной показатель нередко рассматривается лишь как производный параметр, при этом взаимосвязи между факторами, формирующими данный показатель, недостаточно раскрыты и редко обосновываются на основе строгих статистических методов.

Настоящее исследование направлено на устранение данного научного пробела. В работе транспортный процесс, пассажиропотоки, а также инфраструктурные и сервисно-организационные факторы рассматриваются как единая система, а их влияние на общее время пересадки пассажиров определяется с использованием парного корреляционного анализа. Такой подход позволяет проводить количественную статистическую оценку функционирования транспортно-пересадочных узлов [2, 6].

В системах городского общественного транспорта транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) выступают центральным инфраструктурным элементом, обеспечивающим эффективную пересадку пассажиров между различными видами транспорта. Практический опыт показывает, что одним из ключевых показателей эффективности ТПУ является общее время пересадки пассажиров, поскольку именно этот показатель оказывает непосредственное влияние на уровень удовлетворённости пассажиров, привлекательность транспортной системы и её общую эффективность.

Вместе с тем анализ существующей научной литературы показывает, что факторы, влияющие на временные показатели функционирования ТПУ, чаще всего рассматриваются разрозненно, либо устанавливаются на основе субъективных оценок. В результате механизм взаимосвязи между факторами, формирующими время пересадки, остаётся недостаточно изученным, а степень приоритетности тех или иных факторов не имеет чётко обоснованного статистического подтверждения [3].

Материалы и методы. В данном исследовании факторы, формирующие общее время пересадки пассажиров в транспортно-пересадочных узлах, рассматриваются как единая системная совокупность, а их взаимосвязи обосновываются на основе методов парного корреляционного анализа.

В ходе исследования факторы, влияющие на общее время пересадки пассажиров в ТПУ, были разделены на следующие основные группы:

1. Факторы транспортного процесса:
 - интервалы движения транспортных средств;
 - регулярность движения транспортных средств;
 - уровень согласованности различных видов транспорта.
2. Факторы пассажиропотока:
 - плотность пассажирского потока;
 - уровень загрузки в часы пик;
 - поведенческие особенности пассажиров при пересадках.
3. Инфраструктурные факторы:
 - расстояние между платформами и остановочными пунктами;

- пропускная способность пешеходных путей;
- наличие вертикальных и горизонтальных связей.

4. Сервисно-организационные факторы:

- уровень информационного обеспечения;
- удобство системы оплаты проезда;
- качество обслуживания пассажиров [4, 5].

Для выявления взаимосвязей между факторами был выбран метод парного корреляционного анализа. Преимущество данного метода заключается в том, что он позволяет определить степень прямой взаимосвязи между исследуемыми факторами, а также выполнить их качественную интерпретацию на основе шкалы Чеддока.

В настоящем исследовании для оценки взаимосвязей между параметрами был использован метод наименьших квадратов. Данный метод позволяет получить реальные оценки параметров регрессионного уравнения и широко применяется при статистическом анализе зависимостей между исследуемыми переменными. При его применении учитываются значения независимой переменной x , а также предположения относительно случайной ошибки ε .

Сущность метода наименьших квадратов заключается в том, что оценки параметров модели выбираются таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений фактических значений показателя от их выровненных (теоретических) значений была минимальной. Иными словами, параметры регрессионной зависимости подбираются так, чтобы обеспечить наилучшее приближение расчетной функции к эмпирическим данным [7, 8].

Данное условие математически выражается следующим образом:

$$S = \sum (y_i - \bar{y}_i)^2 \rightarrow \min \quad (1)$$

В этом случае система нормальных уравнений может быть представлена в следующем виде:

$$a \cdot n + b \sum x = \sum y \quad (2)$$

$$a \sum x + b \sum x^2 = \sum xy \quad (3)$$

Для определения взаимосвязи была составлена расчётная таблица параметров регрессии (см. таблицу 1). Далее были определены параметры регрессионного уравнения.

Таблица 1

Основные параметры регрессии

x	y	x^2	y^2	$x \cdot y$
1	2	3	4	5
8	1,37	64	1,8769	10,96
6,6	1,33	43,56	1,7689	8,778
6,9	1,83	47,61	3,3489	12,627
5,9	1,78	34,81	3,1684	10,502
3	0,93	9	0,8649	2,79
5,25	2,01	27,5625	4,0401	10,5525
9,4	1,02	88,36	1,0404	9,588
11	1	121	1	11
13,5	0,85	182,25	0,7225	11,475
12,5	1,36	156,25	1,8496	17
14,5	2,03	210,25	4,1209	29,435
9,3	1,33	86,49	1,7689	12,369
12,8	1,43	163,84	2,0449	18,304

1	2	3	4	5
13,8	1,5	190,44	2,25	20,7
8,9	1,55	79,21	2,4025	13,795
15,2	1,17	231,04	1,3689	17,784
18,7	1,2	349,69	1,44	22,44
16,2	1,33	262,44	1,7689	21,546
12,3	1,2	151,29	1,44	14,76
16,25	1,17	264,0625	1,3689	19,0125
12,15	1,85	147,6225	3,4225	22,4775
15,9	1,2	252,81	1,44	19,08
13,25	1,23	175,5625	1,5129	16,2975
14,9	2	222,01	4	29,8
10,9	1,83	118,81	3,3489	19,947
11	1,28	121	1,6384	14,08
17,3	1,58	299,29	2,4964	27,334
12,15	1,32	147,6225	1,7424	16,038
12,15	1,75	147,6225	3,0625	21,2625
8,25	1,8	68,0625	3,24	14,85
347,95	43,25	121069,2	1870,563	15048,84

На следующем этапе были рассчитаны выборочные средние значения исследуемых показателей:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{347,95}{30} = 11,59$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{43,25}{30} = 1,44$$

$$\overline{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n} = \frac{15048,84}{30} = 501,628$$

Определены выбранные дисперсии:

$$\delta_{(x)}^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2 = \frac{121069,2}{30} - 11,59^2 = 4035,64 - 11,59^2 = 4024,05$$

$$\delta_{(y)}^2 = \frac{1870,563}{30} - 1,44^2 = 60,91$$

Определены среднеквадратические отклонения:

$$\delta(x) = \sqrt{\delta(x)^2} = \sqrt{4024,05} = 63,43$$

$$\delta(y) = \sqrt{60,91} = 7,80$$

Коэффициент корреляции b определяется через решение следующего уравнения:

$$b = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\delta^2(x)} = \frac{501,628 - 11,59 \cdot 1,44}{4024,05} = 0,12$$

Показатель тесноты связи определяется следующим образом:

$$\sum r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\delta(x) \cdot \delta(y)} = \frac{501,68 - 11,59 \cdot 1,44}{63,43 \cdot 7,80} = \frac{484,948}{494,754} = 0,98$$

Результаты проведённых расчётов показали, что между общим временем пересадки пассажиров в транспортно-пересадочных узлах (ТПУ) и такими показателями, как количество пересадок между видами транспорта, расстояние, преодолеваемое пассажирами до конечного пункта назначения, а также расстояние,

проходимое в процессе пересадки, наблюдается высокая положительная корреляционная связь (см. таблицу 2).

Таблица 2

Взаимосвязи между факторами

Показатели	Время ожидания транспорта	Время движения в транспорте	Время, потраченное на пересадку из одного транспорта в другой	Количество пересадок с одного вида транспорта на другой	Расстояние, пройденное пассажиром на пересадочном узле
Время ожидания транспорта	1	0,71752	0,63783	0,43394	0,63001
Время движения в транспорте	0,71752	1	0,96554	0,80774	0,96807
Время, потраченное на пересадку из одного транспорта в другой	0,63783	0,96554	1	0,80848	0,99836
Количество пересадок с одного транспорта на другой	0,43394	0,80774	0,80848	1	0,80764
Расстояние, пройденное пассажиром на пересадочном узле	0,63001	0,96807	0,99836	0,80764	1

Анализ полученных результатов. Проведённые расчёты показали, что общее время пересадки пассажиров в транспортно-пересадочных узлах (ТПУ) имеет высокую положительную корреляцию с рядом ключевых факторов. В частности, выявлены следующие закономерности:

- установлена значительная зависимость между общим временем пересадки и временем передвижения пассажиров в пределах транспортной системы;
- выявлена очень высокая корреляционная связь с временем, затрачиваемым на пересадку между различными видами транспорта;
- отмечена существенная положительная зависимость между общим временем пересадки, расстоянием, преодолеваемым пассажирами, а также количеством пересадок.

С практической точки зрения это создаёт следующие возможности:

- учитывать факторы, оказывающие наибольшее влияние на временной показатель, в качестве приоритетных критериев уже на этапе проектирования транспортно-пересадочных узлов;
- при реконструкции существующих ТПУ оптимизировать инфраструктурные элементы (пешеходные коммуникации, расположение платформ, информационные системы) с целью сокращения времени пересадки;
- принимать решения по согласованию расписаний различных видов транспорта на основе реального времени пересадки пассажиров.

Кроме того, результаты корреляционного анализа могут служить диагностическим инструментом для органов управления транспортной системой. В частности, резкое увеличение временных показателей может быть оперативно связано с определённым фактором, что позволяет быстрее выявлять источник проблемы и принимать соответствующие управленческие решения.

При оценке научной новизны проведённого исследования важно сопоставить его результаты с ранее выполненными научными работами. В зарубежных и отечественных исследованиях эффективность транспортно-пересадочных узлов, как правило, оценивалась по следующим показателям:

- объём пассажиропотока;
- пропускная способность транспортных средств;
- инфраструктурная вместимость.

Однако в большинстве этих работ временной показатель рассматривался как производный параметр либо анализировался преимущественно в контексте расписания движения транспорта. В настоящем исследовании, напротив, временной показатель рассматривается как центральный объект анализа, а факторы, формирующие его, раскрыты в системном и статистически обоснованном виде.

Ключевое отличие данного исследования заключается в том, что если в предыдущих работах взаимосвязи между факторами ограничивались качественными описаниями, то в данной работе они доказаны на основе количественного статистического анализа.

Научная значимость полученных результатов заключается в том, что временной показатель функционирования транспортно-пересадочных узлов обоснован как статистически значимая теоретическая категория, что расширяет возможности применения вероятностно-статистических методов при анализе транспортных систем.

Выводы. Результаты проведённого парного корреляционного и регрессионного анализа показали, что общее время пересадки пассажиров в транспортно-пересадочных узлах имеет сильную положительную зависимость от ряда ключевых факторов. В частности, основными детерминантами формирования временного показателя являются количество пересадок между видами транспорта, расстояние, преодолеваемое пассажирами, а также время, затрачиваемое непосредственно на процесс пересадки.

Полученные результаты подтверждают необходимость:

- оптимизации инфраструктурных элементов при проектировании и модернизации транспортно-пересадочных узлов;
- согласования расписаний движения различных видов транспорта;
- эффективного управления пассажиропотоками.

Вместе с тем корреляционный анализ может служить эффективным диагностическим инструментом для органов управления транспортной системой, позволяя оперативно выявлять факторы, вызывающие изменения временных показателей функционирования транспортно-пересадочных узлов.

Научная значимость исследования заключается в обосновании временного показателя как статистически аргументированного центрального критерия оценки эффективности транспортно-пересадочных узлов, что создаёт основу для более широкого применения вероятностно-статистических методов в анализе и управлении транспортными системами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2024-yil 14-noyabrdagi “Avtotransportda yo‘lovchi tashish xizmatlari sifatini baholash metodikasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi 855-sonli qarori
2. СП 395.1325800.2018. Транспортно-пересадочные узлы. Правила проектирования. Москва. Стандартинформ.
3. Mo‘minov T.Sh., Svetashev A.A., Ikramova D.Z. Shaharda transport-o‘tish bog‘lamalarini joylashtirish manzillari va parametrlarini tanlash: adabiyotlar sharhi.
4. Д.Н. Власов., Транспортно-пересадочные узлы. Монография. Москва, 2017. - 185 с.
5. Леонова, С. А. Методические основы выбора мест размещения транспортно-пересадочных узлов: специальность 05.22.01 "Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Леонова Светлана Александровна, 2020. – 172 с. – EDN TJNTKL
6. Власов Д.Н. Научно-методологические основы развития агломерационных систем транспортно-пересадочных узлов (на примере московской агломерации) диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, 2013 г.
7. Прокопенко В.Д., Ломоносов О.М. Определение коэффициентов весомости единичных показателей качества методом ранга. IX Международная студенческая научная конференция Студенческий научный форум – 2017.
8. A. Ishnazarov, Sh.Nurullayeva, M Muminova, N.Ro‘zmetova Ekonometrika asoslari o‘quv qo‘llanma, Toshkent-2019 45-55 betlar.

УДК 656.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СТРАТЕГИИ РАСФОРМИРОВАНИЯ СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Сунь Чун

Ляонинский железнодорожный институт, Китайская Народная Республика

Введение. Сортировочные станции – это железнодорожные станции, на которых централизованно выполняются операции по прибытию, расформированию, формированию и отправлению грузовых поездов. Уровень их перерабатывающей способности оказывает огромное влияние на повышение экономической эффективности грузовых перевозок. Ключевыми подсистемами технологической работы сортировочной станции являются система прибытия-расформирования и система формирования-отправления. В настоящее время составление плана маневровой работы в основном осуществляется вручную посредством автоматизированной системы управления станцией, из-за чего разрабатываемые планы иногда не учитывают всех факторов. Поскольку время прибытия грузовых поездов распределено неравномерно, график операций по их расформированию имеет ярко выраженный дискретный характер. В связи с этим система прибытия-расформирования представляет собой типичную систему дискретных событий. Из-за дискретности и стохастичности возникновения событий в таких системах, их расчет с использованием математических моделей крайне сложен. В настоящее время для исследования систем дискретных событий обычно применяется метод системного имитационного моделирования [1-2]. Поскольку грузовые поезда прибывают в разное время, необходимо составлять план расформирования для поездов, прибывающих в каждый конкретный момент, с последующим формированием очередности

(последовательности) расформирования. Различная очередность расформирования, находясь под влиянием времени технического обслуживания (ПТО) и времени самого роспуска, неизбежно приводит к разному общему времени расформирования. При этом, чем короче интервал времени между расформированиями составов, тем выше пропускная (перерабатывающая) способность станции. Таким образом, выбор стратегии расформирования для нескольких поездов, ожидающих роспуска, оказывает большое влияние на эффективность работы станции. Опираясь на существующие исследования, в данной работе предпринимается попытка вывести математический алгоритм для оптимизационной модели стратегии расформирования, нацеленной на максимизацию эффективности работы. Кроме того, с использованием программного обеспечения AnyLogic строится имитационная модель системы прибытия-расформирования сортировочной станции. Разработанный алгоритм интегрируется в имитационную модель для проверки его надежности и достоверности.

Математическая модель оптимизации стратегии расформирования. Сортировочная станция представляет собой сложную систему обслуживания, состоящую из множества взаимосвязанных и последовательно соединенных подсистем. Каждая подсистема включает в себя различные технологические процессы и множество единиц эксплуатационного оборудования. В частности, технологический процесс системы прибытия-расформирования показан на рисунке 1 (на примере одиночного надвига и одиночного роспуска). Из-за ограниченного количества такого оборудования, как сортировочные горки и маневровые локомотивы, при выполнении технических операций (прибытие, расформирование и т.д.) на сортировочных станциях с большим объемом работы неизбежно возникает непроизводительное время ожидания (межоперационный простой). Чем меньше непроизводительное время ожидания, тем выше эффективность работы станции. В связи с этим целевая функция строится на основе поиска оптимального решения, при котором непроизводительное время ожидания сводится к минимуму.

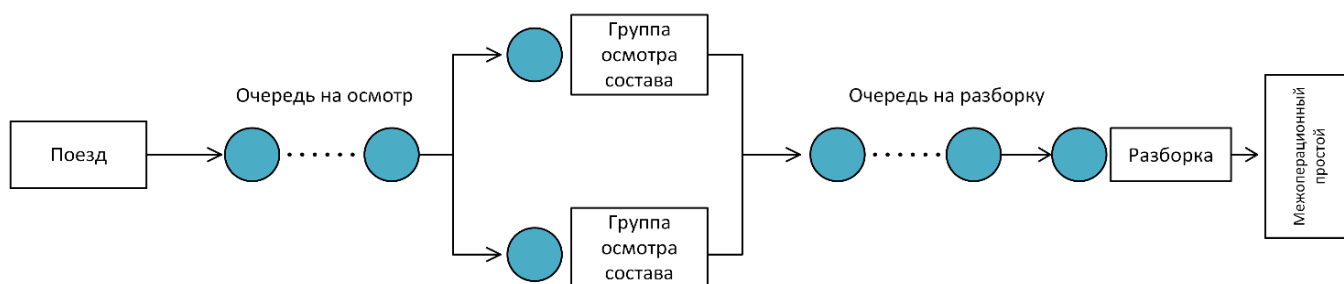


Рисунок 1 – Технологический процесс работы системы прибытия и расформирования

Построение целевой функции. Поезда нумеруются в порядке их прибытия. Для каждого прибывающего грузового поезда L_i связанные с ним технические операции обозначаются в хронологическом порядке: момент прибытия поезда на станцию (т.е. момент прибытия) $T_{L_i}^0$, момент начала технического обслуживания (ПТО) поезда $T_{L_i}^1$, момент окончания ПТО поезда $T_{L_i}^2$, момент начала расформирования поезда, ожидающего роспуска $T_{L_i}^3$, момент окончания расформирования поезда, ожидающего роспуска $T_{L_i}^4$.

Отсюда можно получить: время ожидания ПТО $t_{L_i}^1 = T_{L_i}^1 - T_{L_i}^0$, время ПТО $t_{L_i}^2 = T_{L_i}^2 - T_{L_i}^1$, время ожидания расформирования $t_{L_i}^3 = T_{L_i}^3 - T_{L_i}^2$, время расформирования поезда $t_{L_i}^4 = T_{L_i}^4 - T_{L_i}^3$

Целевая функция строится с целью минимизации времени ожидания:

$$V_{\max} = \min \sum_{1 \leq i \leq n} (t_{L_i}^1 + t_{L_i}^3) \quad (1)$$

в формулу (1) и преобразовав ее, получим:

$$V_{\max} = \min \sum_{1 \leq i \leq n} [T_{L_i}^3 - T_{L_i}^0 - (T_{L_i}^2 - T_{L_i}^1)]$$

где $T_{L_i}^0$ - детерминированная величина;

$T_{L_i}^2 - T_{L_i}^1$ - время ПТО.

Следовательно, нахождение минимума целевой функции равносильно нахождению минимума суммарного времени ожидания расформирования поездов.

Ограничения (условия ограничений). Поскольку время является ключевым фактором решения проблемы в целевой функции, функции ограничений также используют время в качестве условия.

(1) Базовое ограничение. Такие операции с поездом, как прибытие и ПТО, должны выполняться в строгой хронологической последовательности, то есть:

$$T_{L_i}^0 < T_{L_i}^1 < T_{L_i}^2 < T_{L_i}^3 < T_{L_i}^4 \quad (2)$$

(2) Ограничение очередности расформирования. На сортировочной станции с операциями одиночного надвига и одиночного роспуска момент начала расформирования последующего поезда должен наступить после момента окончания расформирования предыдущего поезда.

Применение целевой функции в имитационной модели системы прибытия и расформирования. Когда несколько поездов находятся в состоянии ожидания расформирования, возникают различные варианты очередности их роспуска. Разные варианты расформирования поездов приводят к получению различных наборов времени ожидания. Цель решения модели заключается в том, чтобы при условии контроля влияющих факторов получить оптимальный или близкий к оптимальному вариант расформирования поездов среди множества доступных. Для применения целевой функции в имитационной модели системы прибытия и расформирования вводится алгоритм максимальной степени координации [3].

Исходя из принципа приоритетного расформирования поездов с наименьшим временем роспуска, с учетом различной продолжительности расформирования разных поездов в сочетании с временем ожидания, исключается ситуация бесконечного нахождения поезда в очереди из-за слишком длительного времени его расформирования. Максимальная степень координации определяется как:

$$s_{L_i} = t_{L_i}^3 / t_{L_i}^4 \quad (3)$$

Алгоритм максимальной степени координации является алгоритмом динамического решения, где время ожидания расформирования выступает в качестве переменной. Перед назначением маневрового локомотива на работу вычисляется время ожидания всех поездов, подлежащих расформированию, а также с помощью функции рассчитывается предполагаемое время их расформирования. Модель отдает приоритет в расформировании поезду с максимальным значением отношения (этих величин). С течением времени время ожидания поездов постепенно увеличивается, благодаря чему поезда с длительным временем расформирования в конечном итоге

также будут расформированы. Таким образом достигается цель оптимизации стратегии расформирования.

Показатели оценки математической модели. Посредством компьютерного моделирования математическая модель переводится на язык программирования для реализации оптимизации стратегии операций расформирования, и используются соответствующие методы оценки для проверки целесообразности предложенного варианта. На основе этой теории предлагается формула расчета максимального коэффициента использования: для проверки степени оптимизации берется отношение абсолютного значения разности между временем ожидания расформирования после алгоритмической оптимизации и фактическим временем ожидания к фактическому времени ожидания расформирования. Чем ближе это отношение к 1, тем короче время ожидания в оптимизированном варианте, что, в свою очередь, свидетельствует о более высокой степени оптимизации.

Определим: фактическое время ожидания расформирования каждого поезда как T_i , время ожидания расформирования каждого поезда в оптимизационной модели как T'_i , разность между фактическим и оптимизированным временем ожидания каждого поезда как $|T_i - T'_i|$, фактическое (исходное) время ожидания расформирования всех поездов как $T_{\text{ит}} = \sum_{i=1}^n T_i$, время ожидания расформирования всех поездов в оптимизационной модели как $T_{\text{от}} = \sum_{i=1}^n T'_i$. Разность времени ожидания расформирования поездов между исходным и оптимизированным вариантами составляет:

$$|T_{\text{ит}} - T_{\text{от}}| = \left| \sum_{i=1}^n T_i - \sum_{i=1}^n T'_i \right| \quad (4)$$

По разности времени ожидания в двух вариантах можно судить о результатах оптимизации. На основе этого предлагается формула расчета максимального коэффициента использования:

$$\varepsilon = \frac{|T_{\text{ит}} - T_{\text{от}}|}{T_{\text{ит}}} = \frac{\left| \sum_{i=1}^n T_i - \sum_{i=1}^n T'_i \right|}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad (5)$$

Путем вычислений определяется степень оптимизации предложенного варианта по отношению к исходному.

Анализ имитационной системы операций прибытия и расформирования. Опираясь на современное состояние исследований в стране и за рубежом, выводится математическая модель оптимизации стратегии операций расформирования поездов. На основе теории массового обслуживания и принципов операций прибытия и расформирования, с использованием методов имитационного моделирования дискретных событий и теории агентного моделирования, разрабатывается имитационная модель системы прибытия-расформирования на базе дискретных событий и мультиагентного подхода [4-5].

Концептуальная модель системы прибытия-расформирования представлена на рисунке 2. Сменный план (план на смену) в модели представляет собой разрабатываемые железнодорожной станцией планы прибытия поездов, погрузочно-

разгрузочных работ, отправления и т.д., и является базовым планом станции. Поезда в имитационной модели должны генерироваться в соответствии со сменным планом. Станционное оборудование включает в себя стационарное и мобильное оборудование, а состояние оборудования означает статус его использования. Сменный план и данные о состоянии оборудования вводятся в модель системы прибытия-расформирования; система анализирует и обрабатывает данные для формирования планов, которые затем передаются на оборудование, а вся полученная информация сохраняется в блоке памяти системы.

Построена модель системы прибытия-расформирования (RMSA) на основе мультиагентного и дискретно-событийного имитационного моделирования: $RMSA = \{Huan, Zhua, Agent, Time, Chu, Mass, Zhti\}$.

где Huan обозначает среду (окружение) системы прибытия-расформирования;

Zhua обозначает состояние системы прибытия-расформирования;

Agent обозначает все типы агентов в системе прибытия-расформирования;

Time обозначает функцию времени (управляющую временем имитационного моделирования системы);

Chu обозначает начальные настройки системы;

Mass обозначает всю информацию в системе;

Zhti обозначает условия остановки имитационного моделирования системы, заданные в соответствии с требованиями.

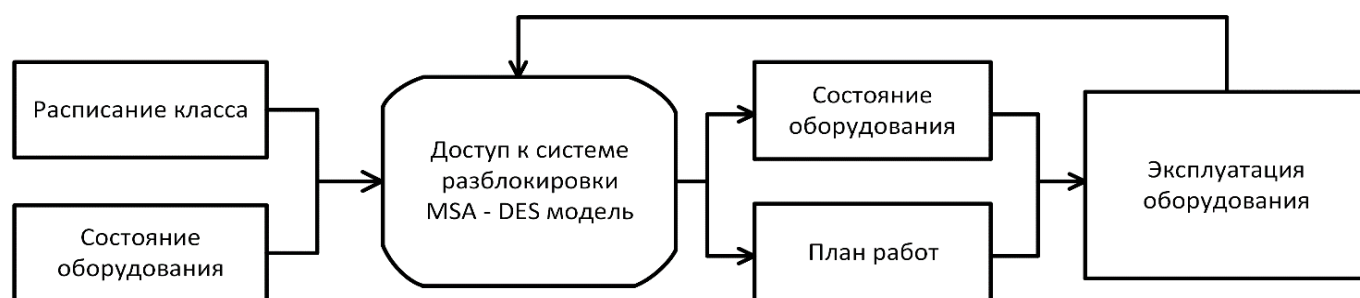


Рисунок 2 – Концептуальная модель системы прибытия-расформирования

Разработка имитационной модели системы прибытия-расформирования на примере конкретной сортировочной станции. Структура и процесс работы имитационной модели. В качестве инструмента моделирования используется программное обеспечение для имитационного моделирования AnyLogic. На основе данных об оборудовании конкретной сортировочной станции и в сочетании с теоретической моделью системы строится имитационная модель.

Для контроля операций по расформированию поездов в режиме реального времени и, следовательно, для реализации оптимальной очередности расформирования, в имитационной модели необходимо использовать отношение расчетного (ожидаемого) времени расформирования каждого поезда к времени его нахождения в ожидании роспуска. Чтобы фиксировать логику использования переменных в каждый момент времени, переменным присваиваются имена, соответствующие пяти фиксируемым моментам времени, и они вводятся в заданные позиции. Происходит фиксация каждой временной точки для каждого поезда, а в процессе прогона модели вычисляются время ожидания и время расформирования. Зафиксированное время ожидания и расчетное время расформирования подставляются в формулу степени координации для ее вычисления. На основе

полученных значений степени координации имитационная модель управляет очередностью операций по расформированию ожидающих поездов.

Аппроксимация многомерной нелинейной функциональной зависимости. Управление приоритетами операций расформирования является ядром всей модели. Алгоритм в реальном времени фиксирует время ожидания каждого поезда, подлежащего роспуску, и каждый раз, когда заканчивается расформирование одного поезда, обновляет время ожидания для всех оставшихся поездов в очереди. В алгоритме максимальной степени координации операций расформирования требуется вычислить расчетное (ожидаемое) время расформирования для каждого поезда. Метод расчета заключается в сборе данных о времени расформирования поездов на сортировочной станции за определенный период, математическом анализе связи между факторами, влияющими на время расформирования, и самим временем расформирования, а также в выведении формулы расчета времени расформирования на основе этих факторов.

Поскольку требуется получить лишь расчетное (оценочное) время расформирования, в рамках имитационной модели были проведены эксперименты с изменением параметров для двух основных влияющих факторов: количества автосцепок (расцепок) и количества вагонов. На основе результатов экспериментов была выведена функциональная зависимость между количеством автосцепок, количеством вагонов и временем расформирования, и путем аппроксимации (подгонки кривой) получено следующее выражение:

$$y = ae^{-x_1/b} + cx_2 + d \quad (6)$$

где y — время расформирования;

x_1 — количество отцепов;

x_2 — количество вагонов.

Результаты аппроксимации фактических данных и скомбинированной функциональной зависимости представлены в таблице 1. Из таблицы видно, что степень аппроксимации данной функции очень высока, и взаимосвязь между этими тремя параметрами может быть выражена с помощью данной функции.

В конечном итоге определена расчетная формула времени расформирования поездов для данной сортировочной станции:

$$y = -289.4111e^{-x_1/0.4860} + 0.5957x_2 + 17.3942 \quad (7)$$

Таблица 1

Таблица результатов аппроксимации функции

Параметр	Значение	Стандартное отклонение	Статистический показатель	
			Значение хи-квадрат	Скорректированный R^2
a	-289.4111	0	1.2639	0.8928
b	0.4860	0		
c	0.5957	0.0253		
d	17.3942	0.3135		

Анализ данных оптимизационной модели стратегии расформирования на основе имитационного моделирования. Анализ результатов имитационного моделирования. После завершения разработки имитационной модели системы прибытия и расформирования сортировочной станции необходимо ввести в нее

базовые данные. К ним относятся: скорость движения поездов, скорость маневрового локомотива при следовании резервом (порожний пробег), скорость надвига маневрового локомотива, время технического обслуживания (ПТО) и др. В то же время в имитационную модель необходимо ввести количество вагонов в прибывающих поездах и интервалы времени их прибытия. Это реализуется путем установления связи между свойствами логических элементов управления модели и внешними данными.

Время прогона модели принимается равным одним суткам. По завершении моделирования выводятся данные о времени ПТО, времени ожидания расформирования и времени самого расформирования. Проводится сравнительный анализ времени ожидания, полученного в ходе моделирования, и фактического времени ожидания на объекте. Параллельно выводятся данные о времени ожидания и другие релевантные показатели для анализа влияния этих факторов на операции по расформированию. Часть данных представлена в таблице 2.

Анализ данных показывает, что благодаря значительным интервалам между прибытием поездов и достаточному количеству групп технического осмотра (ПТО), время ожидания осмотра крайне мало. Это свидетельствует о том, что в текущих условиях влияние времени ожидания осмотра на операции расформирования незначительно и им можно пренебречь. В то же время количество поездов с измененной очередностью расформирования относительно невелико, что указывает на близость фактической очередности к оптимизированному варианту модели. Требуется лишь незначительные корректировки; при этом сравнение времени ожидания показывает, что после оптимизации очередности время ожидания для части поездов сократилось.

Таблица 2

Сравнительная таблица данных имитационного эксперимента (фрагмент)

Имитационная модель				Фактические данные		
Очередность расформирования	Время ожидания ПТО / мин	Время ожидания расформирования / мин	Время расформирования / мин	Очередность расформирования	Время ожидания расформирования / мин	Время расформирования / мин
83560	0	5.8550	28.7302	83560	30	29
21846	0	4.1942	27.5825	21846	10	28
11308	0	14.3518	22.5741	11308	10	24
88792	0	1.1931	24.5504	86796	10	25
86796	4.7941 68	22.9655	23.6821	21812	20	25
21812	0	8.1827	23.6633	88792	10	24
· · ·	· · ·	· · ·	· · ·	· · ·	· · ·	· · ·

Анализ оптимизированного варианта и рекомендации. При проведении сравнительного анализа с использованием формулы (5), расчетный показатель максимальной эффективности составил 0,2164. Видно, что изменения в оптимизированном варианте по сравнению с исходным невелики, что подтверждает близость исходного плана к оптимальному. Причиной такой ситуации являются длительные интервалы прибытия, благодаря которым прибывающим поездам не

требуется длительное ожидание перед началом отпуска. Однако при изменении интервалов прибытия в сторону их сокращения (интенсивное прибытие и отправление) ручное планирование операций расформирования будет занимать большую часть времени, и в этом случае использование данной имитационной модели станет гораздо более эффективным и удобным.

Операции по расформированию грузовых поездов являются ключевым звеном технологической работы сортировочной станции. Рациональное планирование расформирования позволяет эффективно повысить производительность станции. Анализ данных подтверждает, что техническое обслуживание (ПТО) также в определенной степени влияет на расформирование; грамотная организация работы групп ПТО и контроль численности персонала в них могут повысить общую эффективность. В то же время важнейшим фактором, влияющим на производительность, является очередность отпуска. Оптимальное назначение последовательности расформирования ожидающих поездов позволяет значительно повысить коэффициент использования маневровых локомотивов, сократить время ожидания и, как следствие, увеличить перерабатывающую и пропускную способность сортировочной станции.

Заключение. В данной работе проведено исследование имитационного моделирования системы прибытия и расформирования железнодорожной сортировочной станции. Разработана имитационная модель, интегрирующая теорию массового обслуживания, моделирование дискретных событий и мультиагентный подход. На основе анализа литературы построена математическая модель оптимизации стратегии расформирования, предложены показатели оценки эффективности модели, и алгоритм переведен на язык программирования. С использованием программного обеспечения AnyLogic была выполнена вторичная разработка и создана имитационная модель системы прибытия-расформирования. На конкретном примере подтверждена эффективность данной оптимизационной модели, а также предложены рекомендации по улучшению факторов, влияющих на производительность системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Янь Жэньсянь. Исследование имитационного моделирования работы станций высокоскоростного транспорта на магнитной подвеске на основе дискретных событий [J]. Компьютерные приложения на железной дороге (Railway Computer Application), 2021, 30(5): 42.
[Yan Renxian. Исследование имитационного моделирования работы станций маглева на основе дискретно-событийного подхода.]
2. Чжан Линь. Динамические системы дискретных событий и их применение в сетевом моделировании [J]. Технологии беспроводного интернета (Wireless Internet Technology), 2018, 15(22): 36.
[Zhang Lin. Дискретно-событийные динамические системы и их использование в имитационном моделировании сетей.]
3. Чэнь Пэн. Исследование закономерностей прибытия поездов на сортировочные станции и координации пропускной способности системы прибытия-расформирования [D]. Пекин: Пекинский транспортный университет, 2014.
[Chen Peng. Исследование закономерностей прибытия и координации мощностей системы прибытия-отпуска на сортировочных станциях.]
4. Гао Цзыхань, Ян Ли, Вэй Сяо. Применение мультиагентного моделирования в области сестринского дела [J]. Журнал сестринского дела Народно-освободительной армии Китая (Nursing Journal of Chinese PLA), 2020, 37(12): 71. [Gao Zihan, Yang Li, Wei Xiao. Использование агентного имитационного моделирования в сфере здравоохранения.]

5. Чжан Жунь. Исследование принятия инвестиционных решений по козловым кранам на контейнерных площадках на основе имитационного моделирования [D]. Далянь: Даляньский морской университет, 2019.
[Zhang Run. Исследование инвестиционных стратегий для кранового оборудования контейнерных терминалов на основе имитационных моделей.]

УДК 656.021.5

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ТРАНСПОРТНОГО РЫНКА

М.А. Марченко, Н.Б. Фёдорова, Ю.С. Халтуринская

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора
Александра I, Российская Федерация

Введение. Актуальность вопросов оптимизации логистических процессов приобретают особую актуальность в условиях интенсивной конкурентной борьбы. Транспортно-логистические предприятия сталкиваются с необходимостью обеспечения высокого уровня операционной гибкости и адаптивности к параметрам рыночной среды. В сложившихся условиях ключевым фактором наращивания и поддержания конкурентных преимуществ транспортно-логистической компании становится эффективность логистических процессов. По этой причине согласно [1] модернизация терминальной инфраструктуры представлена в качестве одной из основных задач развития транспортного комплекса Российской Федерации. Помимо модернизации инфраструктурной составляющей, к ключевым направлениям относится технологическая модернизация транспортно-логистических центров, подразумевающая развитие технологии роботизированного управления складской логистикой и ускоренной разгрузки контейнерных поездов [2].

Повышение эффективности логистических процессов достигается через логистическую оптимизацию, которая опирается на такие принципы, как комплексность, экономическая обоснованность, адаптивность, сбалансированность логистических звеньев, а также приоритетность критерия совокупной стоимости логистических операций [3,4].

Методы решения задачи. Одним из инструментов оптимизации логистических процессов является продукция с использованием контейнерных технологий. Их преимуществом является относительно высокая маршрутная скорость перевозок, достигаемая за счёт наибольшей доли перевозок контейнерной продукции железнодорожным транспортом, приоритетности пропуска контейнерных поездов, проследование без переработки технических станций и пропуск контейнерных поездов по выделенным ниткам графика [5]. Доля контейнерных поездов в общем объёме перевозок контейнеров на сети ОАО «РЖД» достигла 78%. При этом более 90% контейнерных поездов следуют по «твёрдым» ниткам графика [6] (рисунок 1).

Несмотря на сокращение объёма перевозок за первое полугодие 2025 года на 4,9%, динамика демонстрирует увеличение объёма перевезённых контейнеров на 81% на протяжении последних десяти лет. Это связано с изменением требований

клиентов к качеству транспортной услуги, расширением номенклатуры грузов, пригодных для перевозки в контейнерах, развитием контейнерной инфраструктуры и совершенствованием контейнерных технологий.

Изменения грузопотоков с 2022 года и перенаправление их с северо-западного направления на восточное привели к нехватке пропускной способности Транссибирской и Байкало-Амурской магистралей. Учитывая этот факт, а также рост популярности перевозок продукции контейнерными отправлениями железнодорожным транспортом, в 2023 году в ОАО «РЖД» с целью повышения провозной способности Восточного полигона было предложено осуществлять формирование контейнерных поездов минимальной длиной 71 условный вагон [8]. Такая длина контейнерного поезда признана рентабельной для назначения согласно научно-исследовательской работе, проведённой в 2018 году АО «ВНИИЖТ».

Реализации предложенных мероприятий по повышению установленной длины контейнерных поездов препятствует несоответствие транспортно-логистической инфраструктуры современным рыночным требованиям. Так, полезная длина погрузочно-разгрузочных фронтов большей части контейнерных терминалов рассчитана, как правило, на 57 условных вагонов. Кроме того, китайские сопредельные пограничные переходы обладают инфраструктурой, позволяющей производить обработку контейнерных поездов условной длиной не более 57 вагонов [9].

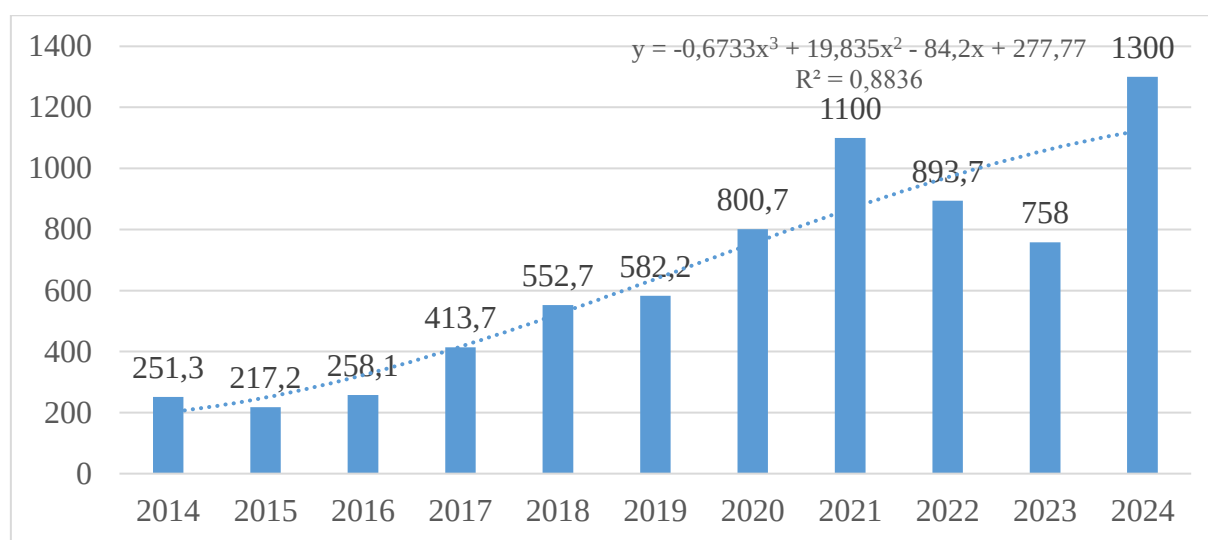


Рисунок 1 - Динамика изменения объёмов транзитных контейнерных перевозок [7]

На первый взгляд, оптимальным решением в данной ситуации будет техническая реконструкция грузовых станций и контейнерных терминалов для обеспечения возможности обработки контейнерных поездов условной длиной в 71 вагон, и в таком случае действующие организационно-технические требования перевозки контейнеров на сети ОАО «РЖД» обеспечат конкурентное преимущества железнодорожного транспорта в условиях современного транспортного рынка в части контейнерных перевозок. Однако соблюдение требования формирования поездов такой длины приведёт к ряду проблем. Увеличатся эксплуатационные расходы на накопление и консолидацию грузов, что приведёт к увеличению общих сроков доставки, потребности в дополнительных складских площадях, эксплуатационных расходов на хранение груза. По этой причине ключевым инструментом роста эффективности контейнерных железнодорожных перевозок

является оптимизация издержек в составе каждого элемента логистической цепочки доставки груза путём минимизации непроизводительных потерь. Для достижения данных результатов необходима разработка комплексного инструментария управления контейнерными потоками, учитывающего аспекты работы всех видов транспорта, осуществляющих перевозку контейнерной продукции и взаимодействующих между собой на контейнерных терминалах, а также технологию работы самих контейнерных терминалов, включая информационное взаимодействие между элементами логистической цепочки. Одним из элементов данного инструментария является математическая модель оптимальной длины выбора контейнерного поезда на заданном направлении [8].

Для перевозчика максимальная прибыль достигается при увеличении длины контейнерного поезда, поскольку в таком случае повышается эффективность использования пропускной способности и снижаются эксплуатационные расходы на тягу поездов. Однако уменьшение количества вагонов в составе контейнерного поезда увеличивает выгоду для клиента, поскольку это приводит к сокращению сроков доставки и издержкам на хранение груза. Кроме того, сокращение составности контейнерного поезда может нести дополнительную выгоду перевозчику, поскольку сокращение сроков доставки повышает конкурентное преимущество железнодорожного транспорта, что приводит к увеличению спроса на перевозки, в результате чего общий объём перевозок возрастает (1):

$$\begin{cases} \Pi_{\text{п}} = p \cdot K - c_k \cdot K - c_v \cdot V - c_l \cdot L - I = K \cdot (p - c) - a \cdot Y - s \cdot L - I \rightarrow \max \\ \Pi_{\text{к}} = S_{\text{в}} - p \cdot K - c_{\text{хр}} \rightarrow \max \end{cases}, \quad (1)$$

где Π – прибыль в номинальном объёме для перевозчика;

p – тариф на перевозку груза в контейнере по сети ОАО «РЖД»;

c – затраты на перевозку груза в контейнере по сети ОАО «РЖД»;

K – объём контейнеров;

a – затраты на обслуживание фитинговых платформ;

V – количество фитинговых платформ;

s – затраты на обслуживание локомотивов;

L – количество локомотивов;

I – затраты на содержание инфраструктуры;

$\Pi_{\text{к}}$ – прибыль в номинальном объёме для клиента;

$S_{\text{в}}$ – выгода для клиента от перевозки груза в денежном эквиваленте;

$c_{\text{хр}}$ – затраты на хранение груза.

Анализ полученных решений. Оптимизация перевозочного процесса подразумевает оптимизацию суммы прибыли как для перевозчика, так и для клиента. Другими словами, оптимальным будет нахождение такого решения системы уравнений (1), при котором длина контейнерного поезда в условных вагонах позволит получить максимальную прибыль как для перевозчика, так и для клиента.

Практическое приложение результатов. Найти решение системы уравнений (1) возможно согласно условиям уравнения Нэша [10]. Однако в современных рыночных условиях, в которых издержки не являются постоянной величиной и присутствует большое количество внешних факторов, оказывающих влияние на систему, наибольшую точность позволит получить применение инструментария машинного обучения с использованием полносвязных нейронных сетей. Благодаря данной технологии возможно производить анализ большого объёма данных, включающих в

себя изменения на транспортном рынке, тарифов на перевозку, эксплуатационных затрат и поведения конкурирующих транспортно-логистических компаний [11].

Выводы. Таким образом, изменения в структуре транспортного рынка и организации перевозочного процесса диктуют перевозчикам новые условия обеспечения качества транспортной услуги. Вследствие этого в последние годы набирают особую популярность контейнерные перевозки, значительный объём которых приходится на железнодорожный транспорт. В таких условиях приобретает актуальность обеспечить оптимальную длину контейнерного поезда, позволяющую минимизировать издержки на перевозку контейнерной продукции железнодорожным транспортом. В статье предложен подход, описывающий достижение экономической эффективности контейнерных перевозок и описан способ для его применения на сети ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. – М.: Правительство Российской Федерации, 2021. – 282 с.
2. Мамаев, Э. А. Логистическая оптимизация как фактор повышения конкурентоспособности транспортного предприятия / Э. А. Мамаев, А. И. Бабешко // Управление социально-экономическим развитием регионов: проблемы и пути их решения: Сборник научных статей 15-й Международной научно-практической конференции. В 2-х томах, Курск, 27 июня 2025 года. – Курск: ЗАО "Университетская книга", 2025. – С. 314-319.
3. Guzenko, A. Process optimization for last mile logistics / A. Guzenko, N. Guzenko // Transportation Research Procedia. – 2022. – Vol. 63. – P. 1700-1707. – DOI 10.1016/j.trpro.2022.06.184.
4. Никифорова, Г. И. Применение цикла Деминга-Шухарта в логистических цепях доставки грузов / Г. И. Никифорова // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2023. – № 11. – С. 10-14.
5. Москвичев, О. В. Развитие логистики перевозки грузов контейнерными поездами: новые аспекты, требования, решения / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, Д. В. Васильев // Транспорт Урала. – 2025. – № 1(84). – С. 60-65. – DOI 10.20291/1815-9400-2025-1-60-65.
6. Москвичев, О. В. Совершенствование технологии терминальной обработки контейнерных поездов на основе оптимизации порядка выполнения перегрузочных операций / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, Д. В. Васильев // Транспорт Урала. – 2022. – № 3(74). – С. 10-15. – DOI 10.20291/1815-9400-2022-3-10-15.
7. Росстат. Транспорт в России. – М.: Федеральная служба государственной статистики, 2025. – Стат. сб. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455>.
8. Москвичев, О. В. Экономико-математическая модель установления организационно-технологических требований к организации маршрутных контейнерных перевозок / О. В. Москвичев, Д. В. Васильев // Академик Владимир Николаевич Образцов - основоположник транспортной науки : труды международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию университета, Москва, 22 октября 2021 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 509-520. – DOI 10.47581/2022/Obrazcov.68.
9. РЖД удлинит контейнерные поезда [Электронный ресурс] // информационный портал infanews – URL: <https://www.infranews.ru/logistika/zheleznaya-doroga/63772-rzhd-udlinyaet-kontejnerye-poezda/> (дата обращения: 17.10.2025).
10. Костромин А.В., Мухаметгалеев Д.М. Теория игр. Конспект лекций / А.В.Костромин, Д.М.Мухаметгалеев; Каз.федер.ун-т. – Казань, 2013. –87 с.
11. Иващенко М.Г., Нестеренков С.Н., Ситников А.В. Эффективное использование нейронных сетей в решении задач автоматизации в логистике / Иващенко М.Г., Нестеренков С.Н., Ситников А.В. // В сборнике: Десятая Международная научно-практическая конференция «BIG DATA and Advanced Analytics. BIG DATA и анализ высокого уровня», Минск, Республика Беларусь, 13 марта 2024 год. – С. 368-372.

КАТЕГОРИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПРИГОРОДНЫМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Д.А. Полиэктов, А.А. Грачёв

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора
Александра I, Российская Федерация

Введение. Тенденции современного рынка услуг выдвигают повышающиеся с каждым днём требования к качеству обслуживания клиентов. Железная дорога, оказывающая транспортные услуги населению, должна поддерживать высокий уровень клиентоориентированности, в том числе при организации пригородных пассажирских перевозок, учитывая при этом интересы с инфраструктурной и ресурсно-технологической точек зрения. Ориентация на пассажира для учёта соотношения спроса и предложения является важным инструментом регулирования результата деятельности, поэтому детальное изучение клиентов, их категорирование способно рационализировать процесс организации пригородных перевозок выгодным для всех сторон перевозки образом.

Метод решения задачи. Анализ текущего подхода к прогнозированию и сегментированию пассажиров при прогнозировании пассажиропотока пригородных поездов и формирование новых важных к учёту признаков разделения пассажиров

Практическое приложение результатов. Заключается в потенциальном использовании результатов исследования при совершенствовании технологии определения пригородных пассажиропотоков, транспортного сопротивления пассажира для наиболее рациональной и ресурсосберегающей технологии работы пригородного железнодорожного комплекса.

В настоящее время при проектировании технологии работы пригородного железнодорожного транспорта пассажиропоток категорировать исходя из целей совершения поездки: рабочая (учебная), рекреационная, социальная, разовая необходимость или пр. Однако, зачастую прибегают к использованию только первых двух категорий. Различные цели поездки побуждают совершать поездку в разное время, различными маршрутами при наличии альтернатив. Помимо мотивов совершения поездки на выбор маршрута следования, комбинаций видов транспорта для совершения поездки, в качестве факторов можно выделить уровень дохода пассажира.

Исходные данные для разработки технологии транспортного обслуживания. Исходной информационной базой при разработке технологии транспортного обслуживания населения пригородным железнодорожным транспортом являются данные о пассажиропотоках, формируемые на основе статистической отчётности перевозчиков, результатов натурных обследований и специализированных социологических исследований транспортной подвижности населения. В соответствии с Методологическими рекомендациями Госкомстата РФ по обследованию использования общественного транспорта различными категориями граждан данные об объемах и структуре перевозок подлежат уточнению на основе

выборочных обследований и расчёта нормативных показателей транспортной подвижности различных групп населения [1:5-9].

Существующий подход к категорированию пассажиров по целям поездки. В отечественной практике исследования пассажиропотоков и транспортной подвижности населения пассажиры пригородного сообщения, как правило, классифицируются по цели совершения поездки на две укрупнённые группы. Так в [2:208-212] при расчёте транспортного сопротивления пассажира при совершении поездки в пригородных поездах учитываются только деловые и рекреационные цели поездок. Активно развивающаяся в последние годы социальная, спортивная инфраструктура стимулирует пассажиров к совершению поездки, в том числе железнодорожным транспортом, что требует отдельного учёта. Обуславливается это пассажирским поведением – моделью поведения на транспорте в соответствии с целью поездки.

Учет территориальной дифференциации транспортной подвижности и социально-демографического состава населения обеспечивает более реалистичное описание спроса и служит основой для последующей сегментации пассажиров по целям поездки и уровню дохода. Данное научное направление в железнодорожной науке оформилось как «транспортное территориально зонирование», которое активно развито в [3:53-79].

Наиболее распространённым является выделение трудовых (на работу и учёбу) и рекреационных (досуговых, туристических) поездок, что соответствует общепринятым подходам к классификации путешествий в транспортной и туристской статистике.

Такая укрупнённая классификация позволяет выделить основные сегменты спроса и связать их с характерными временными профилями пассажиропотоков, однако она в ограниченной степени отражает разнообразие социальных и досуговых мотивов поездок, значимых для пригородного железнодорожного транспорта [4:78-82]. Кроме того, существующий подход, как правило, не учитывает систематически социально-экономические характеристики пассажиров (уровень дохода, структура домохозяйства), хотя эти факторы непосредственно влияют на эластичность спроса по цене и выбор вида транспорта.

Предлагаемое уточнённое категорирование по целям поездки. Для повышения адекватности описания спроса на пригородные железнодорожные перевозки предлагается детализация существующей классификации по целям поездки за счёт выделения дополнительных категорий, отражающих социальные, релаксационные и эпизодические мотивы совершения поездок. Предлагаемая детализация соответствует тенденциям развития транспортной и туристской статистики, в которой помимо трудовых и рекреационных поездок выделяются социальные, бытовые и событийные поездки. В рамках настоящей работы целесообразно выделить следующие группы целей поездки:

- трудовые и учебные поездки – регулярные поездки на работу и в учебные заведения;
- деловые поездки – служебные и профессиональные поездки, командировки, участие в деловых мероприятиях;
- социальные поездки – посещение родственников и знакомых, поездки по семейным и бытовым делам, обращение в социально значимые учреждения (медицинские, административные, образовательные и др.);

- рекреационные и релаксационные поездки – поездки в дачные, туристские и рекреационные зоны, посещение объектов отдыха и досуга, культурно-массовых мероприятий;
- разовые и эпизодические поездки – нерегулярные поездки, связанные с единичными событиями, требующими использования пригородного железнодорожного транспорта.

Такое разбиение позволяет, с одной стороны, сохранить сопоставимость с традиционной схемой «рабоче-деловые – рекреационные» поездки, а с другой – выделить отдельный сегмент социальных поездок, существенно отличающийся по требованиям к доступности и тарифной политике, а также сегмент разовых/эпизодических поездок, формирующих кратковременные пики пассажиропотоков. Разделение рекреационных и релаксационных поездок в отдельную группу обусловлено их высокой сезонностью, выраженной выходной и праздничной концентрацией, а также повышенной чувствительностью к уровню тарифа и качеству сервиса.

Включение такой детализации в технологические расчёты позволяет дифференцировать требования к параметрам транспортного обслуживания – повысится дифференциация расчётов транспортного сопротивления (составляющей, связанной с тарифом).

Предлагаемое категорирование пассажиров по уровню дохода. С учётом того, что эластичность спроса на пассажирские перевозки по цене тесно связана с уровнем дохода и структурой расходов населения, предлагается дополнить классификацию пассажиров пригородного железнодорожного транспорта категорированием по уровню дохода. В исследованиях, посвящённых формированию и регулированию пассажирских тарифов, отмечается необходимость учёта платёжеспособного спроса и уровня жизни населения при выборе тарифной стратегии и обосновании льготных категорий пассажиров.

В качестве основы для выделения категорий по доходу целесообразно использовать показатели денежных доходов на душу населения и долю транспортных расходов в бюджете домохозяйств, применяемые в официальной статистике и работах по тарифной политике на пассажирском транспорте.

Федеральная служба государственной статистики выделила пять 20-ти процентных групп населения по уровню денежных доходов (таблицы 1,2):

Таблица 1

Распределение объёма денежных доходов населения Российской Федерации

Денежные доходы населения, % населения РФ	2024	2025
первая (с наименьшими доходами)	5,3	5,2
вторая	10,1	9,8
третья	15,1	14,9
четвёртая	22,6	22,5
пятая (с наивысшими доходами)	46,9	47,6
Всего	100	100

Распределение населения по величине среднедушевых денежных доходов

Доля населения со среднедушевыми месячными доходами в рублях, % населения РФ	2024	2025
до 7000	0,6	0,4
7000-10000	1,4	1,0
10000-14000	3,4	2,5
14000-19000	5,9	4,7
19000-27000	11,4	9,4
27000-45000	24,1	21,7
45000-60000	14,9	14,6
60000-75000	10,5	11,0
75000-100000	11,1	12,4
Свыше 100000	16,7	22,3
Всё население	100	100

На этой базе можно выделить несколько групп пассажиров с точки зрения пассажирско-ценовой способности:

- пассажиры с низким уровнем дохода (в том числе близким к прожиточному минимуму), для которых характерна высокая чувствительность к изменению тарифа и значительная роль льгот и субсидий;
- пассажиры со средним уровнем дохода, демонстрирующие умеренную чувствительность к тарифу и более высокие требования к качеству и скорости перевозок;
- пассажиры с высоким уровнем дохода, для которых тариф в меньшей степени влияет на выбор вида транспорта, а ключевое значение имеют комфорт, время в пути и наличие альтернатив.

При этом целесообразно учитывать, как доход на одного человека, так и совокупный семейный доход, поскольку именно структура домохозяйства (число работающих членов, наличие детей и пенсионеров) определяет суммарные транспортные затраты семьи и её восприимчивость к изменению тарифов. В моделях спроса на пригородные перевозки удобнее использовать доход на одного человека как нормирующий показатель, а затем оценивать влияние числа поездок в семье на общую чувствительность к тарифу.

Более детальное изучение структуры пассажиропотока, категорирование его позволит более точно рассчитывать параметры эксплуатационной работы пригородного комплекса железнодорожного транспорта, следовательно, более рационально использовать материально-технические и экономические ресурсы перевозчика, владельца инфраструктуры и оптимизировать временные затраты пассажиров, что будет являться фактором, повышающим привлекательность и увеличивающим количество пользователей железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методологические рекомендации по проведению обследования по определению степени использования общественного транспорта различными категориями граждан (транспортной подвижности граждан) / Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Орловской области [Электронный ресурс]. URL: [https://57.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Metod_natur\(1\).pdf](https://57.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Metod_natur(1).pdf) (дата обращения 17.03.2026)

2. Железнодорожные пассажирские перевозки: Монография [А.Г. Котенко, В.А. Кудрявцев, Е.А. Макарова и др.] / под ред. Г.В. Верховых. – СПб.: Северо-Западный региональный центр «РУСИЧ», «Паллада-медиа», 2012. – 520 с.
3. Правдин, Н. В. Пригородные зоны и зоны тяготения на железнодорожном транспорте: (для условий средних и больших городов Республики Беларусь) / Н. В. Правдин, Т. А. Власюк. – Гомель : Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2007. – 207 с. – ISBN 978-985-468-323-2.
4. Правдин, Н. В. Прогнозирование пассажирских потоков (методика, расчеты, примеры) / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей. – Москва : Транспорт, 1980. – 222 с.
5. Социально-экономическое положение России: доклад / Министерство экономического развития Российской Федерации, Федеральная служба государственной статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-01-2026.pdf> (дата обращения 17.03.2026).

УДК 656.09

ВЛИЯНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОТКАЗА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПЕРЕЕЗДЕ НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАРУШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

М.А. Бацеко

Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Железнодорожные переезды представляют собой самый опасный элемент транспортной инфраструктуры на стыке взаимодействия нескольких видов транспорта, поскольку являются точкой пересечения потоков с принципиально различными динамическими характеристиками. Значительное различие величин тормозного пути железнодорожного и автомобильного транспорта предопределяет высокие требования к обеспечению безопасности движения.

Согласно анализу данных [1] (за последние 5 лет), ежегодно на железнодорожных переездах происходит 150–200 дорожно-транспортных происшествий, при этом в значительном большинстве случаев причиной является нарушение водителями автотранспортных средств правил проезда при запрещающем сигнале железнодорожного светофора. Данные нарушения возникают в связи как с техническими отказами в работе элементов инфраструктуры, так и с поведенческими факторами, выраженными в рискованных решениях водителями. Одним из ключевых факторов, влияющих на поведение водителей, является продолжительность нахождения железнодорожного переезда в «закрытом» состоянии, в том числе в период отказа технического средства, то есть продолжительность работы запрещающего сигнала светофора. С ростом продолжительности данного параметра, а также увеличением транспортного потока перед переездом возникает психологическое напряжение водителей, что в итоге повышает вероятность нарушения правил дорожного движения ими.

В связи с этим возникает научная задача: разработать описательную модель влияния продолжительности отказа железнодорожного переезда на вероятность возникновения нарушений безопасности движения с учётом воздействия внешних факторов.

Основная часть. Анализируя процесс возникновения нарушений на железнодорожном переезде, следует отметить, что он носит вероятностный характер и определяется совокупностью независимых решений отдельных водителей. Каждый водитель, находящийся в транспортном потоке перед переездом, принимает решение о соблюдении или нарушении запрещающего сигнала светофора индивидуально, под воздействием ряда факторов, включая продолжительность ожидания, плотность транспортного потока и внешние условия. При этом вероятность того, что конкретный водитель совершит нарушение, является относительно малой величиной, однако при увеличении числа транспортных средств перед переездом вероятность появления хотя бы одного нарушителя существенно возрастает. Таким образом, рассматриваемый процесс можно интерпретировать как поток редких случайных событий (появлений склонных к нарушению водителей), а процесс возникновения нарушений мог бы быть описан биномиальной моделью, в рамках которой каждый водитель рассматривается как независимый элемент, принимающий решение о нарушении с некоторой вероятностью.

При моделировании процесса возникновения нарушений правил проезда железнодорожного переезда необходимо учитывать, что данный процесс формируется как совокупность индивидуальных решений находящихся в транспортном потоке водителей, каждый из которых в отдельности принимает решение о соблюдении или нарушении правил дорожного движения, причём вероятность проезда запрещающего показания светофора для одного водителя является относительно малой величиной.

С формальной точки зрения, при фиксированном числе транспортных средств перед переездом данный процесс может быть описан биномиальной схемой, в рамках которой каждый водитель рассматривается как независимый элемент с двумя возможными исходами — нарушение или его отсутствие.

Для формализации вероятности возникновения нарушений рассмотрим процесс появления водителей, склонных к нарушению правил проезда железнодорожного переезда, как случайный процесс:

$$X \sim \text{Bin}(N, p)$$

В таком случае, вероятность того, что случайная величина X примет конкретное значение k (то есть произойдёт ровно k успехов из N испытаний), вычисляется по формуле:

$$P(X = k) = C_N^k * p^k * (1 - p)^{N-k}$$

Однако практическое применение биномиальной модели для анализа транспортных потоков связано с рядом ограничений, прежде всего с громоздкостью вычислений и сложностью аналитического описания при увеличении числа транспортных средств [2]. В реальных условиях функционирования железнодорожных переездов наблюдается ситуация, при которой число автомобилей перед переездом может быть достаточно велико, тогда как вероятность нарушения для каждого отдельного водителя остаётся малой. При этом среднее ожидаемое число нарушителей в потоке сохраняет конечное значение. Такая совокупность условий соответствует классической постановке задачи о потоке редких случайных событий.

В подобных условиях биномиальное распределение асимптотически переходит в распределение Пуассона и следует из того, что распределение Пуассона – предельный случай биномиального распределения при специальном поведении параметров

биномиального распределения [3,4]. Данный переход обусловлен тем, что при увеличении числа независимых испытаний и одновременном уменьшении вероятности наступления события при сохранении постоянного среднего значения числа событий, вероятность наблюдения фиксированного числа событий начинает подчиняться пуассоновскому закону распределения.

Применительно к рассматриваемой задаче это означает, что процесс появления водителей, склонных к нарушению, может быть интерпретирован как поток редких независимых событий с определённой интенсивностью

$$X \sim \text{Poisson}(\lambda)$$

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda}}{k!} * \lambda^k \quad (1)$$

где λ – параметр распределения;

k – число наблюдаемых событий.

Использование распределения Пуассона позволяет перейти от дискретного описания индивидуального поведения водителей к обобщённой вероятностной характеристике транспортного потока в целом [5]. При этом сохраняется физический смысл модели, поскольку учитываются как независимость решений водителей, так и малая вероятность нарушения при большом числе участников движения.

Таким образом, взятый за основу пуассоновский подход является обоснованным как с математической, так и с физической точки зрения и позволяет адекватно описывать процесс возникновения нарушений на железнодорожных переездах в условиях реального транспортного потока. Полученное на основе распределения Пуассона выражение позволяет определить вероятность появления в транспортном потоке хотя бы одного водителя, склонного к нарушению. Однако наличие такого водителя ещё не означает, что нарушение будет реализовано. Реализация нарушения является результатом принятия решения конкретным водителем, которое зависит от совокупности транспортных, поведенческих и физических факторов, включая продолжительность ожидания, плотность транспортного потока, наличие средств контроля, а также внешние условия.

В рамках такой интерпретации существенно упрощается аналитическое описание процесса, а также появляется возможность получить компактные выражения для вероятности возникновения опасных ситуаций. Вероятность того, что, хотя бы один из участников дорожного движения, допустит нарушение определяется как:

$$P(X \geq 1) = 1 - P(X = 0) \quad (2)$$

$$P(X = 0) = \frac{e^{-\lambda}}{0!} * \lambda^0 = e^{-\lambda} \quad (3)$$

Подставив полученное значение из формулы (3) в формулу (2), получим вероятность возникновения хотя бы одного нарушения описанную с использованием пуассоновской модели:

$$P(X \geq 1) = 1 - e^{-\lambda} \quad (4)$$

Параметр λ не является постоянным и требует дополнительной декомпозиции. Предлагается представить его в виде произведения трёх составляющих:

$$\lambda = q \cdot T * p(T) * g(L) \quad (5)$$

где qT – интенсивность потока автотранспорта через переезд за временной интервал;

$p(T)$ – вероятность того, что один водитель является потенциальным нарушителем (или совершает опасное действие);

$g(L)$ – коэффициент влияния длины очереди транспортных средств.

Первая составляющая в формуле (5) указывает на тот факт, что увеличение продолжительности закрытия переезда напрямую приводит к росту числа потенциальных участников движения, среди которых может возникнуть нарушитель. Вторая составляющая показывает, что с увеличением времени нахождения переезда в закрытом состоянии происходит рост психологического напряжения водителей, снижение дисциплины и увеличение склонности к принятию рискованных решений. Данный эффект описывается возрастающей функцией времени, например логистической зависимостью, отражающей наличие порогового эффекта в поведении водителей. Третья составляющая учитывает влияние длины очереди транспортных средств перед переездом, увеличение которой сопровождается усилением социального давления, эффектом подражания и снижением индивидуальной ответственности, что дополнительно повышает вероятность нарушения. Данный фактор учтён с помощью монотонно возрастающей функции от длины очереди.

Одним из ключевых допущений модели является независимость решений водителей при принятии решения о начале движения. Данное допущение существенно упрощает математическую постановку задачи и позволяет получить аналитические выражения для основных характеристик системы. На практике полная независимость решений не всегда выполняется. В частности, может наблюдаться эффект «первый поехал — остальные за ним»: решение одного водителя начать движение провоцирует аналогичные действия у соседних участников потока. Это создаёт положительную корреляцию между решениями и может влиять на общую пропускную способность участка. В рамках настоящего исследования данный эффект не учитывается. Принятое допущение рассматривается как первое приближение, адекватное для оценки базового сценария.

Вероятность совершения нарушения отдельным водителем рассматривается как функция времени ожидания и описывается с использованием логистической зависимости, широко применяемой в задачах моделирования вероятностного поведения человека.

Вероятности того, что один водитель является потенциальным нарушителем, определим при помощи логистической функции [6,7], поскольку в транспортных моделях вероятность поведения водителя имеет двоичный исход (нарушение допущено / нарушение не допущено) и такие процессы стандартно моделируются через логистическую регрессию:

$$p(T) = \frac{p_{\max}}{1 + e^{-a(T-T_0)}} \quad (6)$$

где $p_{\max}$ — предельная вероятность нарушения;

a — параметр чувствительности к времени ожидания;

T_0 — характерное время, соответствующее резкому росту вероятности.

Использование логистической функции обусловлено тем, что она позволяет учитывать наличие порогового эффекта и ограниченность вероятности, что соответствует реальному поведению водителей в условиях ожидания.

Влияние длины очереди транспортных средств перед железнодорожным переездом на вероятность возникновения нарушений безопасности движения носит сложный поведенческий характер и не имеет однозначного аналитического описания. В отличие от параметров транспортного потока, для которых существуют устоявшиеся математические модели, влияние очереди определяется совокупностью

психологических и социальных факторов, таких как эффект подражания, снижение индивидуальной ответственности и изменение восприятия риска водителями.

В связи с этим для учёта данного фактора в рамках вероятностной модели целесообразно использовать аппроксимационный подход. Функция влияния длины очереди $g(L)$ вводится как монотонно возрастающая функция, отражающая усиление склонности к нарушению по мере увеличения числа транспортных средств перед переездом [8].

При выборе конкретного вида функции необходимо учитывать следующие требования:

- функция должна возрастать с увеличением L ;
- рост эффекта должен носить замедляющийся характер, поскольку влияние каждого дополнительного автомобиля снижается при увеличении общей длины очереди;
- функция должна быть ограниченной и не приводить к неограниченному росту интенсивности нарушений.

Указанным требованиям удовлетворяет логарифмическая зависимость, которая широко применяется в задачах аппроксимации нелинейных процессов с эффектом насыщения. В связи с этим влияние длины очереди предлагается учитывать с помощью выражения:

$$g(L) = 1 + \beta * \ln(1 + L) \quad (7)$$

где β – эмпирический коэффициент, характеризующий степень влияния длины очереди на поведение водителей (принимается 0,1).

Наблюдается заметное увеличение вероятности нарушения, тогда как при дальнейшем росте очереди влияние каждого дополнительного транспортного средства постепенно уменьшается. Это соответствует реальным условиям, в которых первоначальное формирование очереди оказывает наиболее существенное влияние на поведение водителей, тогда как при большой плотности потока дополнительное увеличение числа автомобилей не приводит к пропорциональному росту риска.

Таким образом, введённая аппроксимационная зависимость позволяет учесть влияние длины очереди транспортных средств на вероятность возникновения нарушений безопасности движения при сохранении аналитической простоты модели и её физической интерпретируемости.

Заключение. Полученные результаты показывают, что вероятность возникновения нарушений определяется нелинейным взаимодействием времени ожидания и интенсивности транспортного потока. При достижении критических значений данных параметров риск возникновения опасной ситуации возрастает скачкообразно и приближается к единице, что свидетельствует о необходимости ограничения времени закрытия железнодорожных переездов и управления транспортными потоками.

Предложенная модель позволяет учесть одновременно три ключевых механизма формирования опасной ситуации:

1. увеличение числа транспортных средств при росте времени закрытия переезда;
2. изменение поведенческих характеристик водителей в процессе ожидания;
3. влияние структуры транспортного потока, выраженное через длину очереди.

Это обеспечивает более адекватное описание реальных условий функционирования железнодорожных переездов и позволяет перейти от статической

оценки риска к анализу его динамики во времени. Практическая применимость полученной модели будет расширена за счёт уточнения функциональных зависимостей $p(T)$ и $g(L)$ на основе получения эмпирических данных и их дальнейшей верификации: сбор статистики по времени ожидания на железнодорожных переездах и частоте нарушений; анализ видеозаписей с камер наблюдения для фиксации решений водителей; калибровка параметров p_{max} , a , T_0 для функции $p(T)$, а также коэффициента β для $g(L)$.

Для повышения точности модели планируется введение коэффициента корреляции между соседними участниками потока; моделирование кластерного поведения водителей в очереди; оценка влияния лидирующего автомобиля на решения остальных участников движения. В рамках дальнейших исследований будет проанализировано воздействие: погодных условий (дождь, снег, гололёд) на склонность к нарушениям; времени суток и уровня освещённости (день/ночь); типа транспортного средства (легковой/грузовой автомобиль, автобус); наличия средств контроля (камер фиксации нарушений) и их видимости для водителей; плотности трафика на смежных участках дороги.

Реализация указанных направлений позволит создать более точную и универсальную модель оценки рисков, пригодную для внедрения в системы интеллектуального управления транспортной инфраструктурой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГосАвтоИнспекция: [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 23.02.2026).
2. Константинова О.В. Закон распределения Пуассона в Российской космической отрасли // Теория и практика современной науки. 2016. №12-1(18). С. 609-612, [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zakon-raspredeleniya-puassona-v-rossiyskoy-kosmicheskoy-otrasli> (дата обращения: 12.03.2026).
3. Хохлов, Ю. С. Теория вероятностей и математическая статистика : Учебное пособие / Ю. С. Хохлов, О. И. Сидорова, И. В. Захарова. – Издание 2-е, переработанное и дополненное. – Тверь : Тверской государственный университет, 2014. – 227 с. – ISBN 5-7609-0101-X. – EDN VLWODX.
4. «Чистая» и прикладная математика: [Электронный ресурс]. URL: https://function-x.ru/probabilities_distribution_poisson.html (дата обращения: 12.03.2026).
5. Софронова Е.А., Воронин Е.А. Вероятностная модель описания транспортных потоков на регулируемом перекрестке, выбор критерия и алгоритма оптимального управления // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2024. №4 (149). С. 128-139, [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/veroyatnostnaya-model-opisaniya-transportnyh-potokov-na-reguliruemom-perekrestke-vybor-kriteriya-i-algoritma-optimalnogo> (дата обращения: 23.03.2026).].
6. Salamati K, Schroeder BJ, Geruschat DR, Roupail NM. Event-Based Modeling of Driver Yielding Behavior to Pedestrians at Two-Lane Roundabout Approaches. Transp Res Rec. 2013. PP. 1-11. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3947582/>
7. Логистическая функция. [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_function?utm_source=chatgpt.com (дата обращения: 09.03.2026).
8. Kalasova A., Fabian P., Culik K. Modeling Informal Driver Interaction and Priority Behavior in Smart-City Traffic Systems. Smart Cities. 2025. № 8, PP. 193-210.
9. Иващенко, Г. И. Современные технологии обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте / Г. И. Иващенко // Современные проблемы лингвистики и методики преподавания русского языка в ВУЗе и школе. – 2022. – № 38. – С. 1119-1122.
10. Феофанова, А. А. Обеспечение безопасности на железнодорожных переездах: гравитационное устройство обнаружения препятствий на железнодорожном переезде / А. А. Феофанова, Е. П. Епифанова // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2021. – Т. 1. – С. 294-299.

УДК 656.07

НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПОДХОД К ОБРАБОТКЕ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЪЕКТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Н.М. Луганченко, О.Н. Числов

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Цифровая трансформация железнодорожной отрасли, определенная Стратегией развития ОАО «РЖД» до 2030 года, требует создания принципиально новых подходов к обработке больших массивов данных (Big Data), генерируемых объектами транспортной инфраструктуры [1]. Грузовые и сортировочные станции, транспортные узлы, припортовые комплексы ежедневно производят терабайты информации: параметры вагонопотоков, временные характеристики операций, данные о занятости путей, показатели работы маневровых локомотивов и т.п. Эффективное использование этих данных для прогнозирования и принятия управленческих решений невозможно без применения методов искусственного интеллекта, в частности рекуррентных нейронных сетей (РНС), способных учитывать временную динамику процессов [2].

В предыдущих исследованиях авторов была разработана методика аксиоматного моделирования транспортно-технологических процессов (АМТП), позволяющая формализовать процесс функционирования объектов транспортной инфраструктуры в виде последовательности аксиомат — устойчивых алгоритмов действий [3]. Однако базовая аксиоматная модель (АМТП-Б) не учитывает вероятностный характер транспортных процессов и требует дополнения методами интеллектуальной обработки данных.

Цель данной работы — разработка нейросетевого подхода к обработке больших массивов данных параметров технологических процессов на основе комбинирования методов аксиоматного моделирования и рекуррентных нейронных сетей.

Методы исследования: аксиоматное моделирование и рекуррентные нейронные сети. Аксиоматное моделирование базируется на представлении любого транспортно-технологического процесса в виде набора аксиомат — алгоритмов, представляющих собой последовательность определенных действий, связанных между собой устойчивой логикой выполнения [3, 4]. Аксиомата формализуется следующим образом:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \quad (1)$$

где a_i — элементарное действие (операция) с заданными временными и ресурсными параметрами.

Совокупность аксиомат, решающих массив транспортных задач, образует аксиоматную модель транспортно-технологических процессов (АМТП). Для

грузовой припортовой станции выделяются следующие логические группы аксиомат (таблица 1):

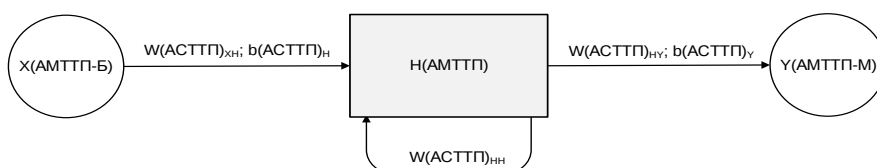
Таблица 1

Логические группы аксиомат грузовой припортовой станции

Обозначение	Логическая группа аксиомат	Характеристика аксиомат
АСТТП ₁	$\{GL \leftrightarrow PG \leftrightarrow GFP_1\}$	Прием поезда, обработка в парке, подача на грузовой фронт порта
АСТТП ₂	$\{GL \leftrightarrow PG \leftrightarrow GFN_3\}$	Прием, обработка, подача на фронт пути необщего пользования
АСТТП ₃	$\{GL \leftrightarrow PG \leftrightarrow SU \leftrightarrow PSO\}$	Прием, расформирование, накопление, отправление
АСТТП ₄	$\{GL \leftrightarrow PG \leftrightarrow \mu_A(GFN_4) \leftrightarrow \mu_A(GFN_5)\}$	Прием поезда с учетом нечетких условий эксплуатации

Для учета вероятностного характера транспортных процессов и повышения точности прогнозирования временных параметров выполнения аксиомат предлагается использовать рекуррентные нейронные сети (РНС). Архитектура РНС для прогнозирования параметров АМТПП представлена на рисунке 1. Процесс моделирования начинается с подачи на вход параметров временных данных АСТТП существующей (базовой) АМТПП-Б – $X(AMTTP-B)_{t-1}$, затем значения умножаются веса входного слоя аксиомат $W(АСТТП)_{ХН}$, добавляются временные смещения согласно стратегии управления $b(АСТТП)_{Н}$ и данные пропускаются через функцию активации F . Находятся значения АСТТП скрытого слоя $H(AMTTP)_{t-1}$. Семантика выполняемого процесса имеет вид: $H(AMTTP)_{t-1} = F \{W(АСТТП)_{ХН} \cdot X(AMTTP-B)_{t-1} + b(АСТТП)_{Н}\}$. Так как АСТТП являются связанными технологическими процессами, то умножая их времена на веса $W(АСТТП)_{НУ}$ и учитывая смещение $b(АСТТП)_{У}$ выходного слоя получаем существующее первое прогнозное значение $Y(AMTTP)_t$: $Y(AMTTP)_t = W(АСТТП)_{НУ} \cdot H(AMTTP)_{t-1} + b(АСТТП)_{У}$.

а)



б)

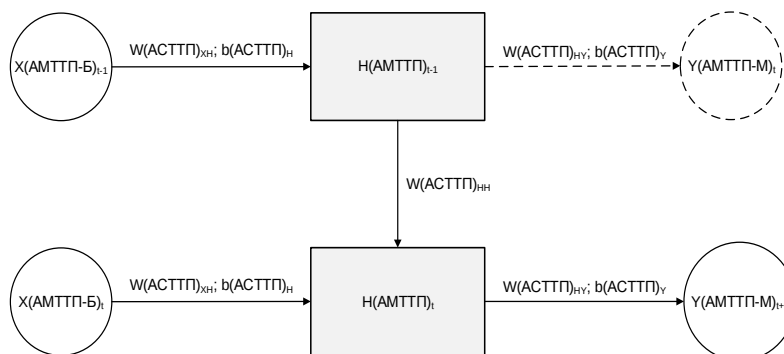


Рисунок 1 - Схема управления прогнозом параметров АМТПП: а – стандартная архитектура; б – архитектура РНС с аксиоматной «петлей»

Интерес вызывает прогноз значений времен АСТТП по будущим вариантам управления, согласно стратегии технологического развития или изменений условий

транспортной работы. Для этого одновременно используются временные значения АСТТП на текущий момент $X(\text{АМТТП-Б})_t$ и значение скрытого слоя на предыдущем варианте управления $H(\text{АМТТП})_{t-1}$ в виде: $H(\text{АМТТП})_t = F\{W(\text{АСТТП})_{\text{ХН}} \cdot X(\text{АМТТП-Б})_t + W(\text{АСТТП})_{\text{НН}} \cdot H(\text{АМТТП})_{t-1} + b(\text{АСТТП})_{\text{Н}}\}$. Далее определяются прогнозные значения аксиомат модели $Y(\text{АМТТП-М})_{t+1}$: $Y(\text{АМТТП-М})_{t+1} = W(\text{АСТТП})_{\text{НУ}} \cdot H(\text{АМТТП})_t + b(\text{АСТТП})_{\text{У}}$.

Входной слой принимает временной ряд показателей: $x_t = \{x_{t-k}, \dots, x_{t-1}, x_t\}$, где x_t — значения параметров (время выполнения операций, занятость элементов, интенсивность потока) в момент времени t . Скрытые слои представлены LSTM-ячейками (Long Short-Term Memory), которые позволяют эффективно обучаться на длинных последовательностях данных благодаря механизму «ворот»: $i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$; $f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$; $o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o)$; $\tilde{c}_t = \tanh(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c)$; $C_t = f_t \odot C_{t-1} + i_t \odot \tilde{c}_t$; $h_t = o_t \odot \tanh(C_t)$. где i_t, f_t, o_t — входные, забывающие и выходные ворота; C_t — состояние ячейки; h_t — скрытое состояние; σ — сигмоидальная функция активации; $\odot$ — поэлементное умножение.

Анализ результатов моделирования транспортных конфликтов. В рамках аксиоматного подхода особое внимание уделяется моделированию транспортных конфликтов — ситуаций, при которых множеству транспортных средств требуется одна и та же аксиомата (конфликт первого рода) или аксиоматы с одноуровневыми пересечениями маршрутов (конфликт второго рода) [3].

Рассмотрим моделирование транспортного конфликта на примере взаимодействия двух аксиомат АТПП_1 и АТПП_2 . Вероятностная модель возникновения конфликта строится на основе теории вероятностей. При начальных условиях $P(\text{АТПП}_1) = 0,1$ и $P(\text{АТПП}_2) = 0,4$ вычисляются вероятности различных исходов: $P(A_0) = P(\text{АТПП}_1) \cdot P(\text{АТПП}_2) = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04$; $P(A_1) = 1 - P(A_0) = 0,96$; $P(A_2) = P(\text{АТПП}_1) \cdot \bar{P}(\text{АТПП}_2) + \bar{P}(\text{АТПП}_1) \cdot P(\text{АТПП}_2) = 0,1 \cdot 0,6 + 0,9 \cdot 0,4 = 0,42$

Продолжительность совпадения маршрутов (время конфликта) определяется по формуле:

$$T_{\text{АТПП}_1-\text{АТПП}_2} = \frac{T_{p1} \cdot T_{p2}}{T_p} \approx 7 \text{ минут} \quad (2)$$

где T_{p1}, T_{p2} — периоды занятости пересекающихся элементов аксиоматами; T_p — расчетный период.

Для оценки влияния транспортных конфликтов на показатели работы станции были проведены итерационные эксперименты с использованием программного комплекса Axiomatic v. 1 [5]. Результаты 100 экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты моделирования транспортных конфликтов

Показатель	Без учета конфликта	С учетом конфликта	Отклонение
Время занятия для АТПП_1 , ч	4,22	4,45	+0,23 (+5,5%)
Время занятия для АТПП_2 , ч	7,56	7,80	+0,24 (+3,2%)
Вероятность одновременного возникновения	0,00	0,04	+0,04

Полученные результаты демонстрируют, что транспортные конфликты приводят к увеличению времени занятия инфраструктуры на 3–5%, что для крупных железнодорожных объектов транспортной инфраструктуры с высокой интенсивностью движения оборачивается существенными потерями.

Повышение стационарности данных для нейросетевого прогнозирования. Качество обучения нейронных сетей напрямую зависит от характеристик входных данных. Анализ суточных показателей работы грузовой станции (рисунок 3) выявил наличие тренда, сезонности и неравномерной дисперсии, что нарушает условие стационарности временных рядов.

Для устранения этих эффектов предложена последовательная обработка данных (рисунок 2):

1. Дифференцирование — удаление тренда: $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$;
2. Логарифмическое преобразование — стабилизация дисперсии: $y_t^* = \ln(y_t)$;
3. Удаление сезонности — сезонное дифференцирование: $\Delta_s y_t = y_t - y_{t-s}$.

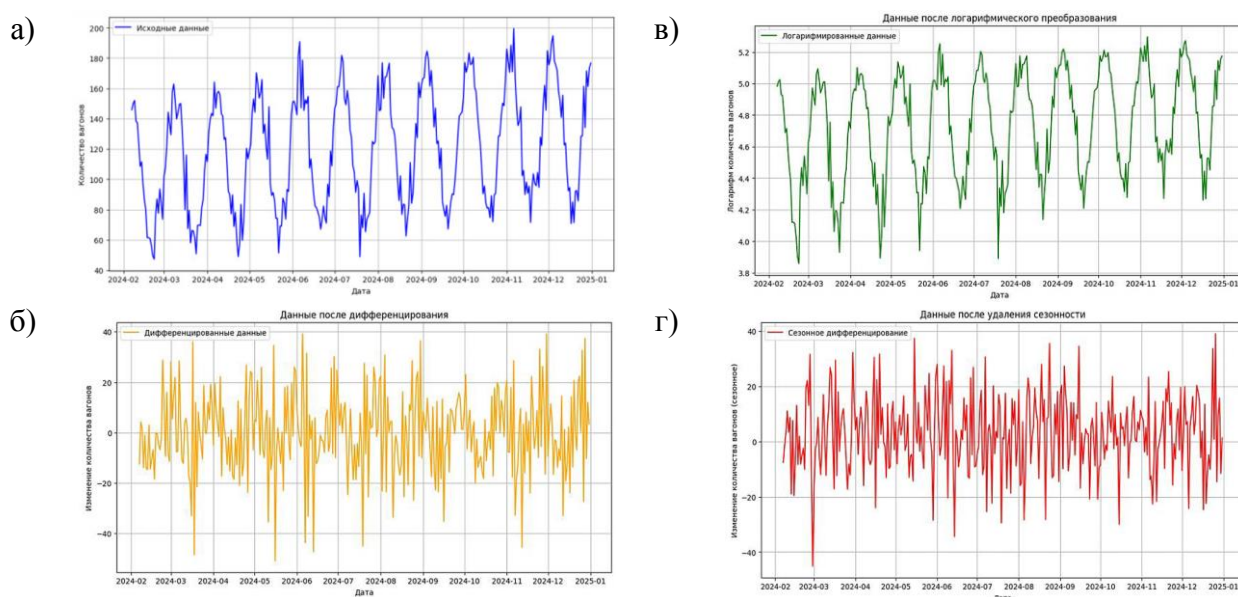


Рисунок 2 - Применение методов повышения стационарности показателей работы грузовой станции: а — исходные данные; б — после дифференцирования; в — после логарифмирования; г — после удаления сезонности

Применение данных методов позволило повысить точность прогнозирования нейросетевой модели на 15–20% по сравнению с использованием необработанных данных.

Практическая реализация нейросетевого подхода. Разработанный нейросетевой подход реализован в программном комплексе Axiomatic v. 1 (рисунок 3) на языке Python с использованием библиотек TensorFlow и Keras.

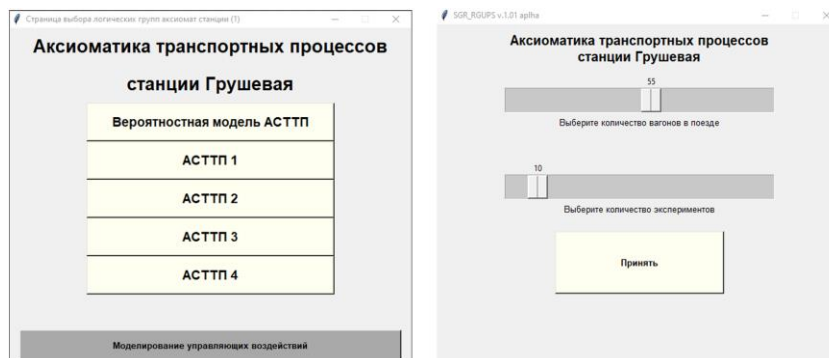


Рисунок 3 - Программная реализация нейросетевого подхода в комплексе Axiomatic v. 1

Фрагмент программного кода, реализующего LSTM-сеть для прогнозирования параметров АМТПП, представлен на рисунке 4.

```
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import LSTM, Dense, Dropout

model = Sequential()
model.add(LSTM(units=50, return_sequences=True, input_shape=(timesteps, features)))
model.add(Dropout(0.2))
model.add(LSTM(units=50, return_sequences=False))
model.add(Dropout(0.2))
model.add(Dense(units=prediction_horizon))
model.compile(optimizer='adam', loss='mse')
```

Рисунок 4 - Фрагмент программного кода, реализующего LSTM-сеть для прогнозирования параметров АМТПП

Заключение. В результате проведенного исследования разработаны принципы нейросетевого подхода к обработке больших массивов данных параметров технологических процессов объектов железнодорожной транспортной инфраструктуры. Основные научные и практические результаты:

1. Формализована структура аксиоматной модели транспортно-технологических процессов (АМТПП) грузовой припортовой станции, выделены логические группы аксиомат.
2. Разработана архитектура рекуррентной нейронной сети на основе LSTM-ячеек для прогнозирования временных параметров выполнения аксиомат.
3. Выполнено моделирование транспортных конфликтов с использованием вероятностного подхода, определена продолжительность совпадения маршрутов аксиомат (7 мин) и влияние конфликтов на увеличение времени занятия элементов инфраструктуры (3–5%).
4. Предложены методы повышения стационарности данных (дифференцирование, логарифмирование, удаление сезонности), позволяющие увеличить точность нейросетевого прогнозирования на 15–20%.
5. Программная реализация подхода в комплексе Axiomatic v. 1 подтвердила его работоспособность и пригодность для решения практических задач управления железнодорожными станциями.

Дальнейшие исследования предполагают применение разработанного подхода к более широкому кругу объектов транспортной инфраструктуры, включая сортировочные станции и мультимодальные логистические центры, а также интеграцию разработанных алгоритмов в автоматизированные системы управления перевозочным процессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р.
2. О применении искусственных нейронных сетей на железнодорожном транспорте / В. Б. Положишников, В. А. Акманов, С. Н. Томащенко, Т. В. Шипунов // Железнодорожный транспорт. – 2019. – № 4. – С. 33-36.
3. Развитие методики цифрового аксиоматного моделирования объекта транспортной инфраструктуры / О. Н. Числов, Н. М. Луганченко, В. В. Хан, Н. М. Магомедова // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(68). – С. 22-32. – DOI 10.52170/1815-9265_2024_68_22
4. Луганченко, Н. М. Принципы интеллектуализации в методах моделирования железнодорожных транспортно-логистических процессов / Н. М. Луганченко, О. Н. Числов // Интеллектуальные транспортные системы : Материалы III Международной научно-практической конференции, Москва, 30 мая 2024 года. – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2024. – С. 239-246. – DOI 10.30932/9785002446094-2024-239-246.
5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022681955 Российская Федерация. Axiomatic v. 1 – программа расчета параметров транспортных процессов : № 2022681124 : заявл. 07.11.2022 : опубл. 17.11.2022 / О. Н. Числов, Н. М. Луганченко, Д. С. Безусов [и др.].
6. Числов, О. Н. Графологический подход к выбору вариантов цифровых управленческих решений в транспортном производстве железнодорожных станций / О. Н. Числов, Н. М. Луганченко // Транспортная наука и инновации : Материалы международной научно-практической конференции, Самара, 01–02 июня 2023 года. – Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 314-318.

УДК 656.22 + 06

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ, ОСНОВАННАЯ НА ТЕОРИИ БЛАГОСОСТОЯНИЯ

М.В. Бакалов, В.М. Задорожний, В.А. Посвежинная

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Эффективное распределение и маршрутизация порожних вагонопотоков представляет собой одну из центральных задач оптимизации в современных системах железнодорожного транспорта. Переход от централизованного управления подвижным составом к рыночным структурам собственности значительно усложнил управление вагонопотоками, в частности порожними. Наличие большого количества независимых операторов в сочетании с неравномерным пространственным распределением спроса на погрузку приводит к структурным дисбалансам в доступности вагонов и использовании инфраструктуры. В результате инфраструктура железных дорог сталкивается с увеличением пробега порожних вагонов, простоями на сортировочных станциях, увеличением времени оборота и ростом общих логистических затрат.

Перевозки порожних вагонов составляют значительную долю общего объема железнодорожных перевозок и существенно влияют на экономическую эффективность грузовых перевозок. Поэтому минимизация пробега порожних вагонов при обеспечении своевременной доступности вагонов на станциях будущей погрузки является ключевой операционной задачей для перевозчика и логистических операторов.

Общий парк грузовых вагонов на сети железных дорог постоянно увеличивается, и на декабрь 2025 г. составил 1402,7 тыс. единиц, рабочий парк составил 1134,1 тыс. единиц (рисунок 1).

В данной статье представлена многокритериальная модель распределения порожних вагонов, интегрирующая экономические, временные и вероятностные критерии в рамках теории благосостояния. Модель обеспечивает сбалансированное принятие решений среди заинтересованных сторон.

Ниже приводится краткий анализ содержания некоторых работ, выполненных в указанном направлении [1–3, 5].

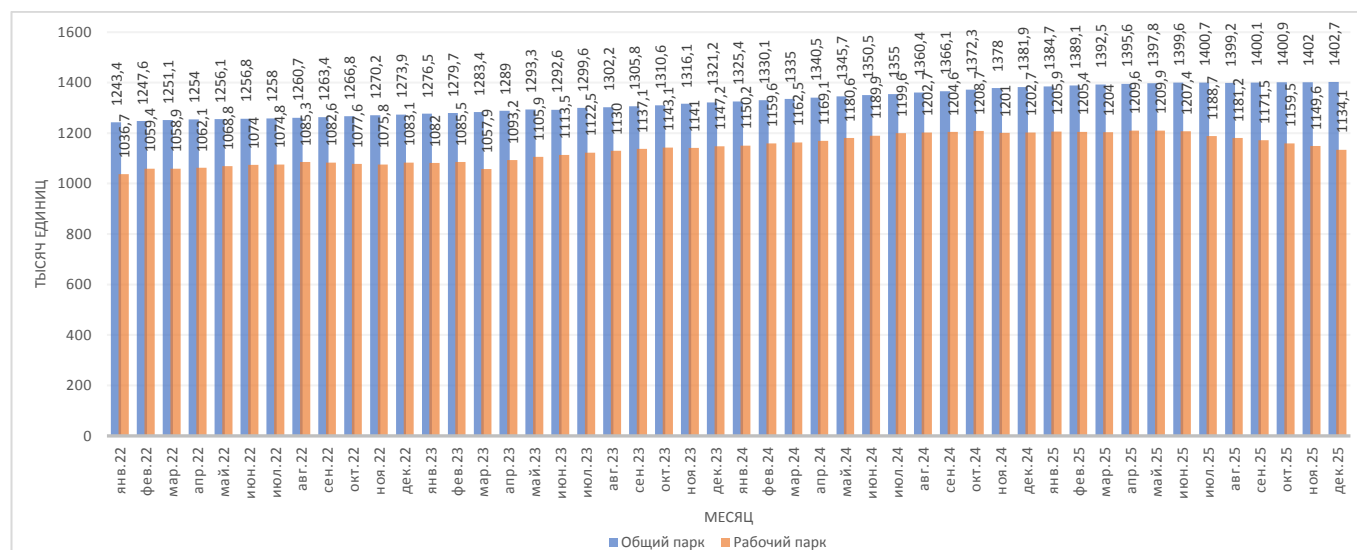


Рисунок 1 – Динамика общего и рабочего парков вагонов (все рода подвижного состава) в 2022 - 2025 гг., тыс. единиц

Вопросы оптимального распределения порожних поездопотоков [1], а также эффективной организации продвижения вагонопотоков на основе сквозного контроля сроков доставки грузов [2] рассматриваются в исследованиях с помощью различных методов и моделей.

Исследование принципов многокритериальной оптимизации получает развитие в [3].

Методы решения задачи. Методологическая основа настоящего исследования представлена принципиальным положением эгалитарного подхода в теории благосостояния (см. [4]), согласно которому взаимодействие «агентов» (термин из [4]) в каком-либо созидательном процессе должно осуществляться при соблюдении баланса их интересов («полезностей») (далее будем пользоваться термином из теории благосостояния). Агентами в рассматриваемой ситуации являются субъекты перевозочного процесса, а построенная математическая модель распределений порожних вагонопотоков на железнодорожном полигоне представляет собой многокритериальную нелинейную задачу транспортного типа.

Структура математической модели довольно подробно изложена в [5]. Здесь отметим развитие в части стохастической составляющей модели и дальнейшей перевозке на следующем этапе логистической цепи. Именно, предполагается, что для каждой j -й станции назначения ($j=1,2,...,n$) известна прибыль Q_j , получаемая каким-либо (или какими-либо) из рассматриваемых агентов в результате поступления

каждого маршрутного поезда с этой станции на любую из станций выгрузки. С учетом теоретико-вероятностных построений будем рассматривать целевую функцию вида:

$$F = \sum_{j=1}^n Q_j P_j \quad (1)$$

Здесь P_j есть вероятность того, что на j -ю станцию назначения в течение промежутка времени длительности τ_j прибудет хотя бы один маршрутный поезд.

Практическое приложение модели представлено транспортно-логистическим проектом, в котором предполагается, что сформированные из порожних вагонов маршрутные поезда находятся на восьми припортовых станциях отправления. Станциями назначения являются шесть станций будущей погрузки.

Анализ полученных результатов практического приложения. Целью предварительных исследований (план 1) является анализ поведения введенных показателей в процессе максимизации значений показателя F , а также минимизации значений показателя ζ (см. [5]).

Следующим этапом предварительных исследований является переход к минимизации значений показателя ζ (план 2).

При решении многокритериальной оптимизационной задачи распределения порожних вагонопотоков используем принцип единогласия в эгалитарном подходе теории благосостояния, реализуемым посредством критерия Парето в рамках совокупности показателей F , ζ и T .

Используем логическую связку вида (план 3):

$$F > F^* \text{ и } \zeta \leq \zeta^* \text{ и } T \leq T^*, \quad F \geq F^* \text{ и } \zeta < \zeta^* \text{ и } T \leq T^*, \quad F \geq F^* \text{ и } \zeta \leq \zeta^* \text{ и } T < T^*. \quad (2)$$

Приведем еще один оптимальный по Парето план распределений (см. рисунок 2, план 4).

Теперь рассмотрим численные значения, полученные для одного из оптимальных по Парето планов распределения числа поездов, найденных в рамках оптимизации с двумя показателями F , ζ (план 5).

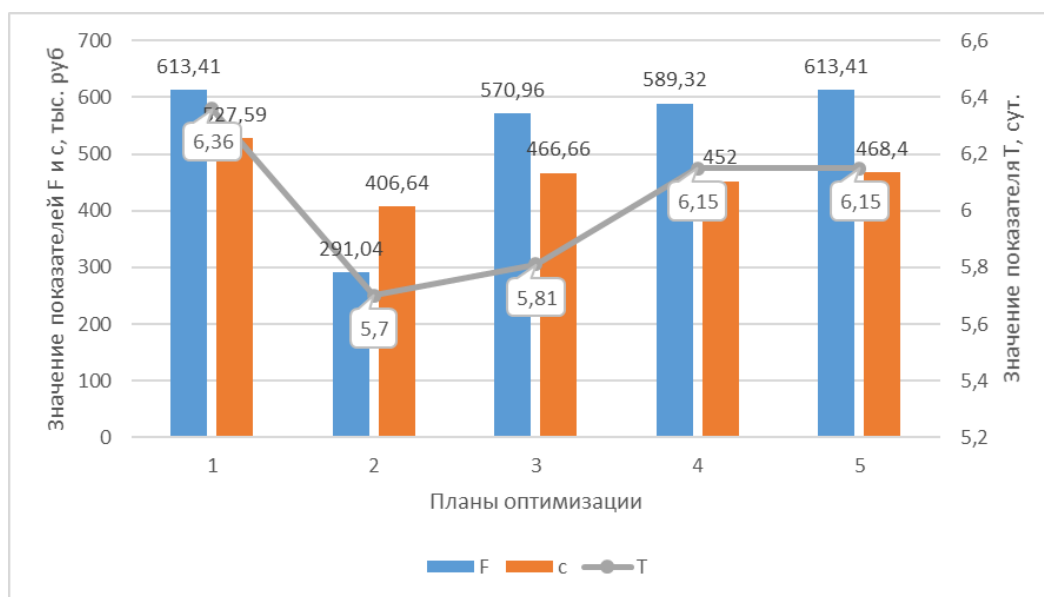


Рисунок 2 – Значения показателей F , ζ и T для оптимальных планов перевозок

Выводы. Предложен подход в оптимизационном моделировании распределений порожних поездопотоков на железнодорожном полигоне, основа которого

представлена многокритериальной нелинейной стохастической задачей транспортного типа со стоимостными и временными показателями.

Акцент в исследовании сделан на поведении стоимостного показателя, конструкция которого представляет собой аналог математического ожидания дискретной случайной величины и позволяет в теоретико-вероятностной форме связать два последовательных преобразующих звена логистической системы грузоперевозок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шенфельд К. П. Задача распределения порожних вагонов под погрузку в современных условиях // Вестник ВНИИЖТ. 2012. № 3. С. 3–7.
2. Москвичев, О. В. на основе сквозного контроля сроков доставки грузов и порожних вагонов / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, Е. А. Мищенко // Железнодорожный транспорт. - 2022. - № 9. - С. 12-16.
3. Концепция гибридной многокритериальной модели устойчивой цепи поставок / Н. А. Осинцев, А. Н. Рахмангулов, П. Н. Мишкурин [и др.] // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 1(93). – С. 90-104.
4. Мулен, Эрве. Кооперативное принятие решений: аксиомы и модели, /пер. с англ. под ред. И.С.Меньшикова/, М., «Мир», 1991 - 463 с.
5. Анализ конкурентоспособности малых портов Азово-Черноморского бассейна в мультимодальных перевозках: технологические аспекты, оптимизационная задача транспортного типа / М. В. Колесников, В. А. Богачев, В. М. Задорожний, М. В. Бакалов // Мир транспорта. - 2023. - Т. 21, № 3(106). - С. 74-84.

УДК 656.6 + 06

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ КОНФИГУРАЦИИ ДИСПЕТЧЕРСКИХ УЧАСТКОВ В УСЛОВИЯХ ПОЛИГОННОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕВОЗКАМИ

Е.А. Чеботарева

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Анализ современной научной литературы, распоряжений ОАО «РЖД» и методических указаний позволяет констатировать факт отсутствия унифицированных требований и единых принципов конфигурации диспетчерских участков в условиях полигонной модели управления перевозками и волатильности перевозок.

При этом анализ прогрессивного отечественного и международного опыта в сфере диспетчерского управления [1: 1], применяемых технологий и принципов диспетчерского управления [2 : 153] показывает, что перспективные решения на отечественном железнодорожном транспорте в области методов обеспечения безопасности движения поездов и технических средств диспетчерского управления не уступают зарубежным системам либо превосходят их. По уровню развития применяемых технических решений ОАО «РЖД», в большей степени, имеет опережающий или сопоставимый уровень развития. Концепция развития и модернизации диспетчерских центров управления перевозками была разработана и принята в 2014 г. на основе сравнения нескольких вариантов структуры управления

перевозками, в дальнейшем дополнено полигонной моделью. Однако за последние годы с учетом волатильности перевозок, изменения специализации главных ходов для ряда железных дорог (пассажирского и грузового), перспективами развития скоростного и высокоскоростного движения вопросы анализа загрузки диспетчерского аппарата и оценки конфигурации диспетчерских участков в условиях полигонной модели управления перевозками становятся также важнейшим направлением совершенствования работы транспортного комплекса в современных условиях.

Методы решения задачи. Структура подобных исследований включает исследование исходного состояния системы диспетчерского управления с оценкой действующей конфигурации диспетчерских участков, выявление противоречий при организации пропуска поездопотоков, выполнении местной работы, в организации тягового обслуживания и др.. На данном этапе проводится анализ наличия технологических, технических, административных стыков, сдерживающих продвижение вагонопотоков. Изучается опыт ликвидации противоречий [3 : 10], а также передовые методы диспетчерского руководства. На следующем этапе выполняются расчеты текущей загрузки поездных диспетчеров в соответствии с действующей методикой [4 : 1]. Нужно отметить, что в настоящее время в зависимости от специфики железных дорог и конкретных участков число диспетчерских участков и расчетная загрузка поездных диспетчеров имеют значительный разброс (рисунки 1, 2).

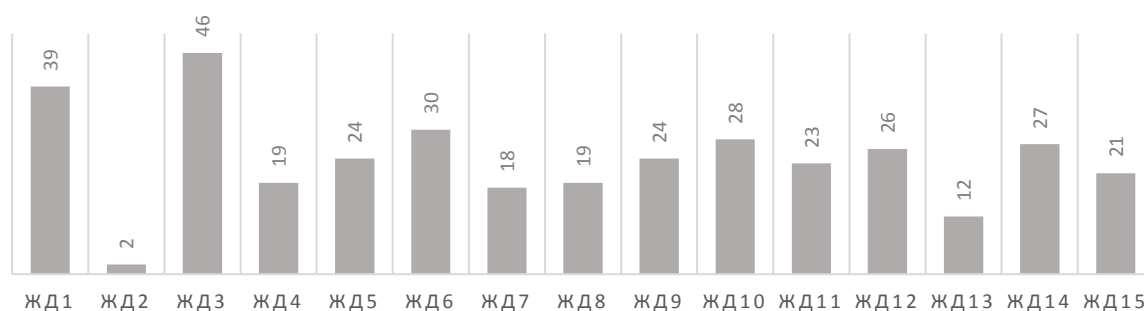


Рисунок 1 - Количество диспетчерских участков

В настоящее время в среднем по сети железных дорог диспетчер поездной одного участка руководит движением поездов на участке с 15,2 железнодорожными станциями. Среднее число станций одного диспетчерского участка (ДУ) изменяется от 10,9 – 22, что обусловлено различиями в объемах и сложности работы. Волатильность перевозок, а также рост объемов перевозок на ряде ключевых направлениях может привести к росту числа диспетчерских участков, для которых загрузка поездных диспетчеров будет выше нормативной. Так в целом по сети железных дорог (по экспертным оценкам) число диспетчерских участков с загрузкой ДНЦ более 1,0 по сравнению с 2023 годом возрастет на 24 участках в 2025 году и на 36 участках в 2030 году; при этом с недопустимой загрузкой более 1,2 – на 28 участках в 2025 году и на 50 участках в 2030 году. Поэтому необходимо разработать мероприятия по переходу системы диспетчерского управления к целевому состоянию и обеспечению коэффициента загрузки поездных диспетчеров в пределах нормативных значений.

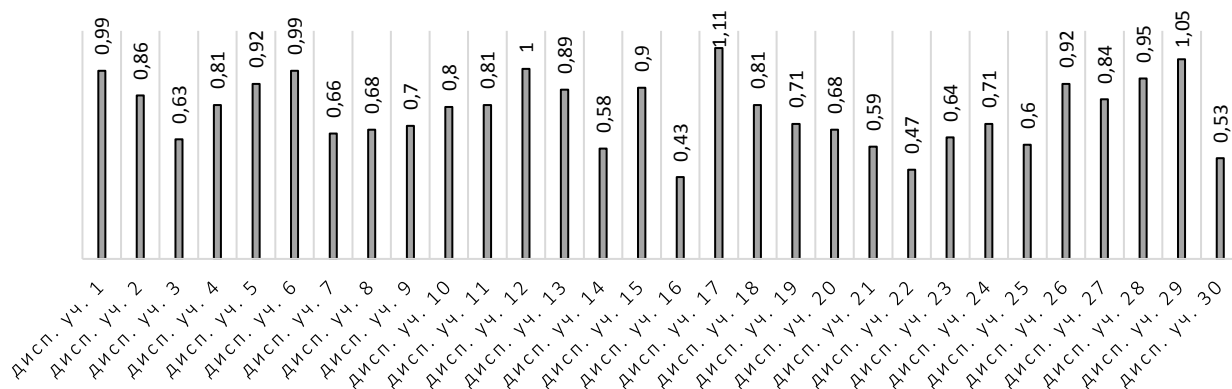


Рисунок 2 - Расчетная нагрузка поездных диспетчеров (на примере одной железной дороги)

В условиях полигонной модели управления перевозками построение перспективной системы диспетчерского руководства на сети железных дорог должно обеспечивать управление движением на основе сквозных принципов [5: 7], важнейшие из которых:

- равномерное и беспрепятственное продвижение поездопотоков в границах сети железных дорог ОАО «РЖД» и их подвод к железнодорожным станциям, портам и крупным потребителям;
- организация пропуска сетевых отправительских маршрутов с унифицированными полигонными нормами массы и длины составов, контейнерных поездов и поездов, следующих по расписанию;
- рациональное распределение и использование локомотивного парка и организация рабочего времени и времени отдыха локомотивных бригад на укрупненных полигонах железных дорог ОАО «РЖД»;
- планирование проведения работ по содержанию и ремонту инфраструктуры по технологии «в единых створах».

Практическое приложение результатов, выводы. Перераспределение границ диспетчерских участков с приведением загрузки ДНЦ к нормативным значениям может потребовать увеличения штата. Поэтому следующим этапом становится анализ кадрового потенциала. На рисунке 3 приведен фрагмент анализа, в котором учитывается возраст поездных диспетчеров, задействованных на одной из железных дорог.

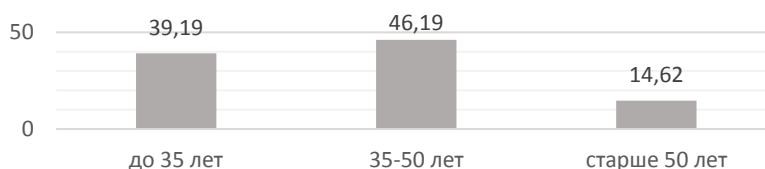


Рисунок 3 - Анализ кадрового потенциала (по возрасту)

Другим направлением отработки новой конфигурации диспетчерских участков, является отработка данных мероприятий с учетом исследований в области технологий и «цифровых двойников» железнодорожных участков. Нужно отметить, что переход к новой целевой модели развития диспетчерских центров, включающих адаптивное планирование и управление на основе «цифровых двойников» железнодорожных участков [6: 177] требует значительных научно-поисковых работ и экспериментальных исследований. Однако выполненные исследования в данном

направлении позволяют судить о перспективности данных разработок, что позволит выделить новые принципы декомпозиции оперативно-диспетчерской структуры по участкам и зонам управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Optimization of the length of dispatching polygon sections railways / E. Chebotareva, V. Chebotnicov, V. Chebotarev // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 383. – DOI 10.1051/e3sconf/202338301024.
2. Чеботарев В.В. Организация работы диспетчерского аппарата на направлениях с большой интенсивностью смешанного движения / В.В. Чеботарев // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2014. – №2. – С.153-142.
3. Эффективные параметры оперативного планирования и диспетчерского управления поездной работой / А. Ф. Бородин, Т. А. Громова, Е. А. Алексевнин, Р. Т. Мерзликин // Железнодорожный транспорт. – 2023. – № 9. С. 10–18.
4. Методика определения оптимальных границ диспетчерских участков, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от 02.03.2020 № 452/р.
5. Методика определения границ полигонов управления перевозочным процессом с учетом принципов клиентоориентированности, а также технических, технологических, организационных, социальных и других факторов, утвержденная в ОАО «РЖД» от 14.04.2017 № 612.
6. Принципы имитационного моделирования реального участка железной дороги с точки зрения разработки его топологической структуры и её связи с цифровыми моделями объектов инфраструктуры / Верескун В.Д., Притыкин Д.Е., Даглдиян Б.Д., Романова Д.В. // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2022. № 4 (88). С. 177-183.

УДК 656.21

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ ГОРЛОВИНЫ В УСЛОВИЯХ РАЗНОРОДНОГО ПО ДЛИНЕ ПОЕЗДОПОТОКА

А.А. Фрибус, С.В. Карасев

Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. На сегодняшний день действующие железнодорожные станции функционируют в условиях возрастающей интенсивности и неоднородности поездопотоков, что предъявляет повышенные требования к эффективности управления их работой. Практика последних лет показывает, что одним из ключевых инструментов освоения возрастающих объёмов перевозок становится организация обращения контейнерных поездов повышенной длины. Количество таких поездов уже возрастает: операторы расширяют географию их курсирования, увеличивают частоту отправок [1,2].

Однако увеличение количества длинносоставных поездов ставит перед железнодорожной отраслью серьёзную инфраструктурную задачу [3]. Для устойчивой организации движения длинносоставных поездов требуется адаптация существующего путевого развития [4,5], прежде всего переустройство горловин, так как данный элемент является одним из наиболее сложных и загруженных объектов инфраструктуры станции. Прием поездов различной длины требует использования различных маршрутов, что по-разному задействует инфраструктурные ресурсы станции. Таким образом, в этих условиях традиционные аналитические методы

расчета пропускной способности станции или парка оказываются недостаточно эффективными, что обуславливает необходимость применения методов имитационного моделирования. Задачей данной работы является математическая формализация имитационной модели в среде Anylogic, предназначенной для исследования условий работы стрелочных горловин участковой станции при работе с поездами различной длины с использованием приемоотправочных путей различной вместимости.

Методы решения задачи. Одним из основных преимуществ имитационного моделирования является возможность единообразного учета всех объектов и субъектов, задействованных при выполнении технологических операций, связанных с обработкой поездов, в формате единой имитационной модели железнодорожной станции. Имитационные модели, основанные на представлении системы как дискретно-событийной, позволяют детально учитывать динамику занятости ресурсов, логику диспетчерских решений и структуру потоков поездов. Это дает возможность исследовать различные сценарии работы станции и оценивать её пропускную способность [4].

Целью данной работы является разработка математической формализации имитационной модели работы горловины железнодорожной станции в условиях разнородного по длине поездопотока. Для достижения поставленной цели решаются задачи формализации множества поездов, описания ресурсов инфраструктуры, задания маршрутов приёма и условий их доступности, а также моделирования очереди ожидания.

Разработку математической формализации имитационной модели рассмотрим на примере четной горловины и западного приемоотправочного парка станции М железной дороги К. Станция М по характеру работы является участковой, по объему и сложности отнесена к 1 классу. Станция является стыковой по роду тока, вследствие чего происходит смена локомотивов у всех поездов, которые останавливаются на данной станции. Выбор объекта обусловлен перечисленными выше особенностями, из-за которых объект является достаточно сложным для моделирования [5].

Конструктивная схема путевого развития четной горловины станции М в осях путей представлена на рисунке 1.

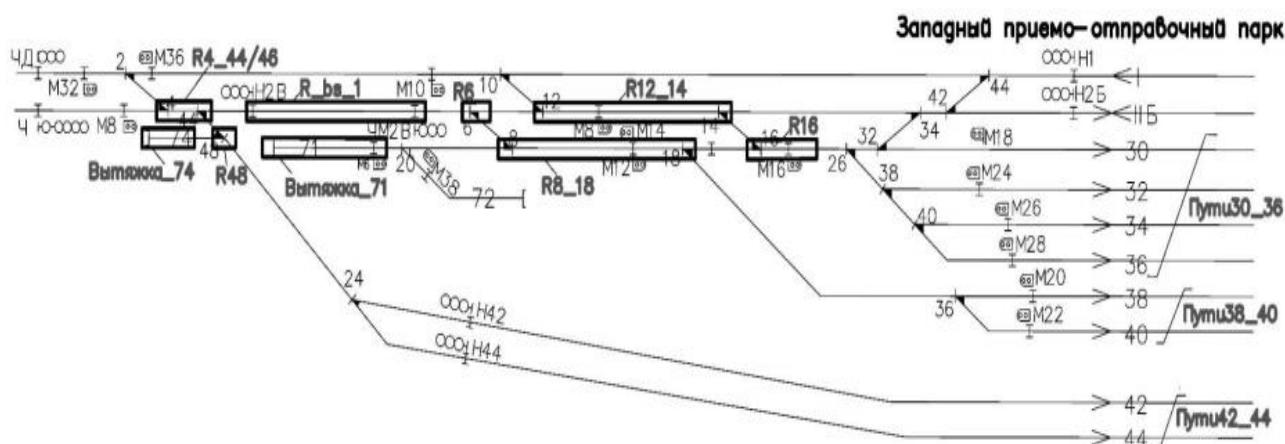


Рисунок 1 - Конструктивная схема приемоотправочного станции М с расчетными элементами

На рисунке 2 представлена ресурсная модель четной горловины станции М в системе Anylogic.

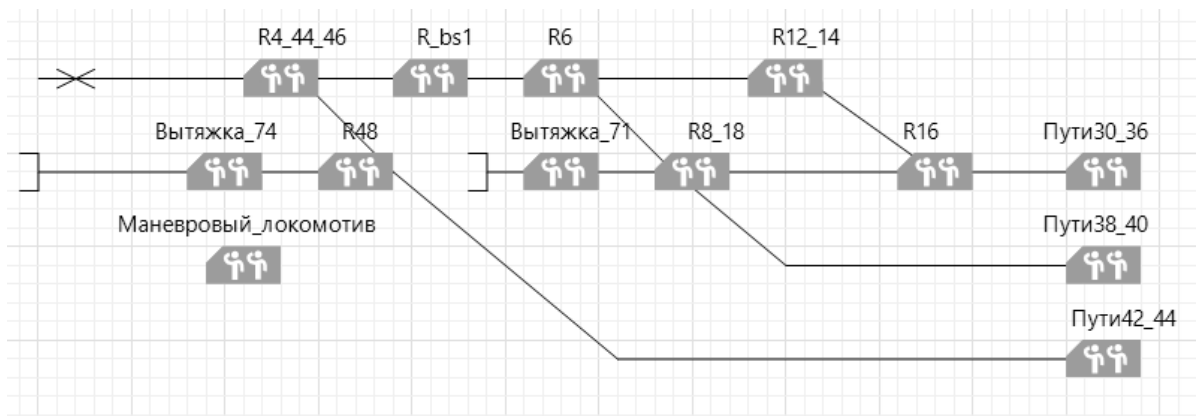


Рисунок 2 - Ресурсная модель четной горловины станции М

Процесс приёма поездов на железнодорожную станцию с математической точки зрения целесообразно рассматривать как дискретно-событийную систему [6], в которой изменения состояния происходят в фиксированные моменты времени - в моменты наступления событий (прибытие поезда, освобождение маршрута, завершение занятия секции и т.д.).

Модель ориентирована на формализацию логики диспетчерских решений и оценку пропускной способности станции при различных сценариях загрузки элементов инфраструктуры. Для математической формализации предлагаемой модели предлагается использовать аппарат математической логики, дискретной математики и теории множеств.

Все поезда, поступающие на станцию, образуют множество, которое состоит из поездов стандартной и повышенной длины:

$$T = T^S \cup T^P, \quad (1)$$

где T^S - поезда стандартной длины;

T^P - поезда повышенной длины.

Для каждого поезда $i \in T$ задан момент времени прибытия a_i , определяемый расписанием движения. Принадлежность поезда к соответствующему подмножеству определяет допустимые маршруты его приёма и порядок их использования в модели.

В модели длина состава не задается числовым значением. Принадлежность поезда к определенной категории задается допустимым маршрутам приема. Каждый маршрут приема представляется в виде множества ресурсов, а именно стрелочных переводов или секций, вытяжных или приемоотправочных путей, то есть любым элементом инфраструктуры, который непосредственно участвует в эксплуатационном процессе. Данное множество можно представить следующей формулой:

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}. \quad (2)$$

Так, состояние ресурса стрелочной секции r в момент времени t описывается бинарной функцией [7]:

$$b_r(t) = \begin{cases} 1, & \text{ресурс занят,} \\ 0, & \text{ресурс свободен.} \end{cases} \quad (3)$$

Таким образом, моделируется занятие стрелочной секции на заданный промежуток времени, тем самым имитируя длительность занятости данного элемента инфраструктуры.

Приём поездов осуществляется по заданным маршрутам, образующим следующие множество [6]:

$$M = \{m_0, m_1, m_2 \dots m_n\}. \quad (4)$$

Каждый маршрут задаётся набором ресурсов, которые должны быть свободны для его использования. То есть маршрут m считается доступным в момент времени t , если все входящие в него ресурсы свободны:

$$A(m, t) = 1 \Leftrightarrow \forall r \in R(m): b_r(t) = 0 \quad (5)$$

Для поездов стандартной длины на данной станции имеется один основной маршрут приема, который состоит из следующего множества ресурсов:

$$R(m_0) = \{R4_44_46, R_bs1, R6, R12_14, R16, \text{Пути } 30_36\}. \quad (6)$$

Если данный маршрут занят, то идет проверка на свободу варианта маршрута 1, который состоит из следующего множества ресурсов:

$$R(m_1) = \{R4_44_46, R_bs1, R16, R8_18, \text{Пути } 30_36\}. \quad (7)$$

Если и этот маршрут занят, то поезд принимается на соседнюю секцию по маршруту, который состоит из следующего множества ресурсов:

$$R(m_2) = \{R4_44_46, R_bs1, R6, R8_18, \text{Пути } 38_40\}. \quad (8)$$

Для поездов повышенной длины имеются два специализированных пути, способных принимать поезда без отцепки хвостовой части. Маршрут приема на эти пути имеет следующее множество ресурсов:

$$R(m_3) = \{R4_44_46, R48, \text{Пути } 40_42\}. \quad (9)$$

При занятости таких путей, поезда принимаются на соседнюю секцию с осаживанием хвостовой части на вытяжной путь. Маршрут приема на эти пути имеет следующее множество ресурсов:

$$R(m_4) = \{R4_44_46, R_bs1, R6, R8_18, \text{Пути } 38_40, \text{Вытяжка } 71\}. \quad (10)$$

При занятости секции путей 38-40, поезда принимаются на пути секции 30_36 с осаживанием хвостовой части на вытяжной путь. Маршрут приема на эти пути имеет следующее множество ресурсов:

$$R(m_5) = \{R4_44_46, R_bs1, R6, R8_18, R16, \text{Пути } 30_36, \text{Вытяжка } 71\}. \quad (11)$$

Если для i -го поезда в момент времени a_i отсутствует свободный маршрут приема, то данный поезд перемещается в очередь ожидания приема поездов $Q(t)$:

$$\forall m \in M_i(m): A(m, a_i) = 0 \Rightarrow i \in Q(a_i). \quad (12)$$

Обработка очереди происходит по принципу FIFO.

Анализ полученных результатов.

Таким образом, в рамках решения поставленной задачи разработана математическая формализация имитационной модели работы горловины железнодорожной станции, учитывающая разнородность поездопотока по длине, для реализации в среде имитационного моделирования Anylogic.

Предложенный подход основан на представлении системы в виде дискретно-событийной модели, что позволяет описывать процессы занятия и освобождения инфраструктурных ресурсов во времени. В модели формализованы множества поездов, маршрутов и ресурсов, а также введены условия доступности маршрутов и правила обработки очереди ожидания на основе принципа FIFO.

Практическое приложение результатов.

Разработанная модель может быть использована для проведения вычислительных экспериментов, анализа различных сценариев организации движения и обоснования

управленческих решений, направленных на повышение эффективности работы железнодорожных станций.

Выводы:

1) В условиях увеличения массы и длины части поездов железнодорожные станции, в т.ч. технические, обеспечивают переработку смешанного по длине поездов поездопотока. При этом полезная длина приемоотправочных путей, как правило, соответствует установленной стандартной длине, а зачастую (по местным условиям) и менее. Таким образом, переработка части поездопотока происходит в условиях недостаточной полезной длины путей, что влияет на технологию работы станции и условия работы стрелочных горловин и парков. Вопрос количественной оценки работы горловин в таких условиях исследован в недостаточной степени и требует разработки новых соответствующих научных методов и средств.

2) С учетом значительного влияния случайных факторов, влияющих на процесс переработки смешанного по длине поездопотока на технических станциях, а также в связи с невозможностью комплексного исследования этого процесса в реальных условиях, адекватным исследовательским инструментом предлагается считать имитационное моделирование.

3) Для разработки необходимой имитационной модели предлагается использование универсальной системы имитационного моделирования Anylogic.

4) В рамках разработки соответствующей имитационной модели в данной статье представлена математическая формализация имитационной модели работы горловины в условиях разнородного по длине поездопотока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НХТК отправит первый контейнерный поезд из 142 вагонов в 1 квартале // ИНФРА НЬЮС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infranews.ru/logistika/69672-nhtk-otpravit-pervyj-kontejnernyj-poezd-iz-142-vagonov-v-1-kvartale/> (дата обращения: 15.03.2026).
 2. «Трансконтейнер» на 64% увеличил отправки удлиненных поездов в 2025 году // ИНФРА НЬЮС [Электронный ресурс]. URL: <https://www.infranews.ru/logistika/69359-transkontejner-na-64-uvelichil-otpravki-udlinennyh-poezdov-v-2025-godu/> (дата обращения: 15.03.2026).
 3. Черняк, А. Р. Особенности путевого развития специализированных железнодорожных линий для обеспечения бесшовных технологий перевозки тяжеловесных грузов / А. Р. Черняк, С. В. Карасев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2022. – № 4(63). – С. 15-27.
 4. Фрибус, А. А. Комплексный расчет занятости стрелочных горловин при работе с поездами нестандартной длины / А. А. Фрибус, С. В. Карасев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 3(75). – С. 53-65. – DOI 10.52170/1815-9265_2025_75_53.
 5. Карасев, С. В. Методологические аспекты оценки эффективности специализации объектов железнодорожного транспорта в перевозочном процессе / С. В. Карасев // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. – 2022. – № 8. – С. 17-25.
 6. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 343 с. 8. Новиков Ф.А. Дискретная математика для инженеров. — СПб.: Питер, 2012. — 384 с.
- Петров Александр Васильевич Моментные функции бинарного процесса // Вестник ИргТУ. 2016. №9 (116). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/momentnye-funktsii-binarnogo-protssessa> (дата обращения: 15.03.2026).

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИЕМА И РАССМОТРЕНИЯ ЗАЯВОК НА ОТПРАВКУ ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ

О.В. Москвичев, Е.А. Куприянова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. В рамках реализации программы развития процессного подхода в системе управления ОАО «РЖД» разработана Единая процессная модель (ЕПМ), закреплённая нормативными документами компании, в том числе Распоряжением № 859/р от 04.04.2024 г. ЕПМ представляет собой интегрированную систему описания сквозных процессов, отражающую взаимосвязь функций подразделений, исполнителей, нормативной базы и применяемых информационных технологий.

Важным структурным элементом, предшествующим формированию ЕПМ, является Карта процессов верхнего уровня. Согласно приложению № 5 к Своду правил моделирования процессов ОАО «РЖД» № 859р от 04.04.2024, Карта процессов верхнего уровня определяет перечень основных производственных процессов и зоны ответственности подразделений за их выполнение, однако не отражает всей полноты взаимосвязей между ними. В отличие от Карты, ЕПМ представляет собой совокупность связанных сквозных процессов, построенных по принципу «от клиента к результату», что позволяет выявлять дублирование операций, оценивать полноту нормативного обеспечения, контролировать наличие ответственных исполнителей на каждом этапе и своевременно обнаруживать барьерные места, препятствующие достижению целевых показателей. Таким образом, если Карта процессов верхнего уровня фиксирует ответственность и укрупнённую структуру, то ЕПМ объединяет все процессы в единое целое, обеспечивая возможность контроля деятельности на всех уровнях управления [1].

Особую значимость процессный подход имеет в сфере организации перевозочного процесса, где результат достигается за счёт согласованных действий большого числа подразделений. Одним из ключевых направлений является управление вагонным парком, в частности порожними вагонами, эффективность которого напрямую влияет на выполнение качественных и количественных показателей работы железнодорожной сети.

Основная часть. Процессная модель управления парком порожних грузовых вагонов разработана на основании Регламента процесса планирования показателей работы парка порожних грузовых вагонов на железных дорогах ОАО «РЖД» № 1397/р от 02.07.2025 г. Данный Регламент устанавливает методологию применения алгоритмов расчета показателей работы порожних грузовых вагонов, а также порядок взаимодействия подразделений ОАО «РЖД» и операторов подвижного состава, участвующих в нормировании корреспонденций порожних грузовых вагонов, в целях увеличения объема погрузки. Целью создания процессной модели управления парком порожних вагонов является обеспечение грузоотправителей необходимым количеством порожних грузовых вагонов в условиях многообразия операторских услуг [2].

Рассматриваемая процессная модель управления парком порожних грузовых вагонов (ПМ УППГВ) построена по принципу сквозного бизнес-процесса, охватывающего полный цикл управления вагонным парком – от формирования заявок на перевозку до анализа эффективности использования вагонного парка и корректировки плановых параметров. Модель включает три укрупнённых блока: входной, центральный и корректировки, каждый из которых детализирован до уровня конкретных операций и ответственных исполнителей.

Входной блок ПМ УППГВ. Исходными данными для функционирования модели служат заявки грузоотправителей на перевозку грузов (заявка формы ГУ-12). На этапе приёма и регистрации они проходят первичную обработку, включающую проверку корректности заполнения, идентификацию плательщика и при необходимости согласование с экспедитором. После успешного прохождения первичного контроля информация передаётся в блоки планирования. Здесь на основе поступивших заявок и с учётом регламентирующих документов (нормативных актов, технологических ограничений) формируются планы работы парка порожних вагонов и осуществляется их распределение по направлениям.

Центральный блок ПМ УППГВ. Включает этапы мониторинга текущих показателей работы вагонного парка, планирования параметров эксплуатации (оборот вагона, погрузка/выгрузка, приём/сдача), анализа состояния порожнего парка и выявления отклонений от нормативов, а также принятия решений о перераспределении вагонопотоков. Каждый из этих этапов обеспечивается данными от операторов подвижного состава, технологическими нормативами и аналитическими отчётами о фактическом использовании вагонов. В рамках центрального блока задействованы автоматизированные системы АС ЭТРАН НП и единая модель данных перевозочного процесса подсистема управления эксплуатационной работой (ЕМД ПП УЭР), которые обеспечивают информационную поддержку принятия решений и контроль за соблюдением установленных ограничений. Регулярный мониторинг позволяет оперативно обнаруживать "узкие" места, например, такие как превышение допустимого парка на станциях или задержки в движении вагонопотоков.

Блок корректировки ПМ УППГВ. На основе сопоставления плановых и фактических показателей формируются аналитические данные, которые служат основанием для корректировки нормативных показателей. Процедуры корректировки позволяют адаптировать плановые показатели к реальному состоянию транспортной сети. Корректировки могут быть инициированы как перевозчиком (при существенных отклонениях фактического парка от планового), так и операторами подвижного состава (при изменении объема заявок). Решения о перерасчете принимаются не чаще одного раза в декаду и утверждаются руководителями ЦДУД и ЦТФТО. Таким образом, модель реализует принцип непрерывного совершенствования, обеспечивая гибкость и обоснованность принимаемых решений.

Все операции в модели выполняются в строгом соответствии с нормативной базой, представленной в виде отдельных информационных элементов, задающих правила и ограничения на каждом этапе процесса. К числу таких документов относятся федеральные законы, приказы Минтранса России, распоряжения ОАО «РЖД», а также внутренние инструкции и технологические карты. Их интеграция в процессную модель обеспечивает единство методологической основы и снижает риски ошибок, связанных с несоблюдением установленных требований.

Исходными данными, для описанной процессной модели, являются заявки на перевозку грузов железнодорожным транспортом формы ГУ-12, поступающие от грузоотправителей. Именно от оперативности и качества обработки этих заявок, на начальных этапах, зависит достоверность последующего планирования работы парка порожних вагонов. Детальный анализ процедуры рассмотрения и приема заявок позволяет выявить существующие системные недостатки. В связи с этим далее представлено последовательное описание действующих этапов блока «Приём заявок на перевозку грузов ф. ГУ-12», по результатам которого будет обосновано предложение по оптимизации работы [3].

Этап 1. Первичный приём и регистрация. На данном этапе заявка принимается в работу либо на бумажном носителе, либо в электронном виде через автоматизированную систему (АС ЭТРАН НП). Выполняется проверка корректности заполнения, наличия обязательных реквизитов, а также идентификация плательщика. По итогам первичного рассмотрения заявка либо принимается к дальнейшей обработке (с присвоением регистрационного номера), либо возвращается клиенту на доработку, либо отклоняется. Результатом этапа является зарегистрированная заявка, готовая к детальному анализу.

Этап 2. Детальное рассмотрение. На втором этапе заявка поступает к специалистам перевозчика (ТЦФТО, АФТО) и иным участникам перевозочного процесса (экспедиторы), подключённым к информационной системе АС ЭТРАН НП. Производятся проверка статуса согласования заявок на перевозку грузов ф. ГУ-12 и согласование заявок с экспедиторами. При необходимости направляются запросы, телеграммы, осуществляется рассылка массива заявок заинтересованным сторонам. Цель этапа – сформировать консолидированное мнение участников о возможности или невозможности удовлетворения заявки.

Этап 3. Принятие окончательного решения. На заключительном этапе обобщаются решения всех участников перевозочного процесса, после чего принимается окончательное решение о согласовании либо отклонении заявки. Клиент уведомляется о результате. В случае положительного решения данные заявки используются для дальнейшего планирования показателей работы вагонного парка и организации погрузки. В действующей Модели на этом этапе выполняется ввод информации о заявке в динамическую модель загрузки инфраструктуры (ДМ ЗИ) путём переноса данных из автоматизированной системы централизованной подготовки и оформления перевозочных документов (АС ЭТРАН НП) для проверки пропускных и перерабатывающих способностей железнодорожной инфраструктуры. Если результаты проверки показывают, что загрузка не превышает установленных нормативов, то формируется реестр заявок на перевозку грузов формы ГУ-12, а клиент уведомляется о согласовании заявки. В случае превышения допустимых параметров производится перерасчёт графиков подачи вагонов с целью поиска альтернативного варианта организации перевозки. При наличии технической возможности реализации альтернативного графика заявка также включается в реестр, после чего клиент информируется о согласовании с учётом скорректированных сроков. Если же альтернативный график не может быть реализован по причине отсутствия необходимых пропускных или перерабатывающих мощностей, заявка отклоняется и возвращается клиенту для корректировки параметров перевозки либо повторного согласования в ином временном периоде.

Анализ существующей процессной модели позволил выявить, что внесение данных в ДМ ЗИ осуществляется лишь на завершающем этапе, после прохождения основных этапов согласований. При этом, по информации Территориального центра фирменного транспортного обслуживания (ТЦФТО), совокупное время приёма и рассмотрения заявки формы ГУ-12 составляет не более двух суток, что полностью соответствует требованиям Приказа Министерства транспорта РФ от 17 июля 2025 г. № 216 и гарантирует соблюдение установленных 10–15-дневных сроков рассмотрения [4]. Однако ключевая проблема заключается не в продолжительности процесса, а в его логике и эффективности. Действующая последовательность операций предполагает проведение согласований с участниками перевозочного процесса (этап 2) до момента проверки возможности выполнения перевозки с точки зрения пропускных и перерабатывающих способностей инфраструктуры (этап 3). Это приводит к тому, что трудовые и временные ресурсы специалистов ТЦФТО, перевозчика, экспедиторов и иных участников расходуются на согласование заявок, которые впоследствии могут быть отклонены по причине инфраструктурных ограничений. Согласно техническим решениям, реализованным в ДМ ЗИ, динамическая модель способна работать в непрерывном режиме и практически мгновенно реагировать на поступающие запросы ГУ-12, позволяя оценить загрузку инфраструктуры и принять решение о возможности или невозможности выполнения перевозки на самой ранней стадии.

В рамках совершенствования процессной модели предлагается перенести операцию ввода данных в ДМ ЗИ с третьего этапа на первый (ввод данных в ДМ ЗИ параллельно с вводом данных в АС ЭТРАН НП) – непосредственно после регистрации заявки. Технически это означает, что уже на этапе приёма и форматного контроля заявка будет фиксироваться в динамической модели, что позволит обеспечить раннюю актуализацию данных о планируемой загрузке инфраструктуры, повысить прозрачность процесса для всех участников перевозочного процесса.

Вывод. Проведённый анализ существующей процессной модели управления парком порожних грузовых вагонов позволил выявить системный недостаток, снижающий эффективность мероприятий по приему и рассмотрению заявок формы ГУ-12. Реализация предложенного мероприятия по переносу ввода данных в ДМ ЗИ из 3-го этапа в 1-й не требует значительного изменения существующей технологии работы и может быть осуществлена за счёт модернизации информационного взаимодействия между АС ЭТРАН НП и ДМ ЗИ, а также дополнения регламентной документации.

Ожидаемыми результатами, от введения предложенного мероприятия, является сокращение дополнительных временных затрат на этапе приема и рассмотрения заявок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свод правил моделирования процессов ОАО «РЖД» от 04.04.2024 г. №859/р
2. Регламент процесса планирования показателей работы парка порожних грузовых вагонов на железных дорогах ОАО «РЖД» №1397/р от 07.07.2025 г.
3. Порядок сквозного производственного планирования объемов работ и потребности в ресурсах филиалов ОАО «РЖД» № 2603/р от 25.11.2020 г.
4. Федеральный закон от 10.01.2003 N 18-ФЗ «Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации»

5. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 17 июля 2025 г. № 216 «Об утверждении Правил приема перевозчиком заявок грузоотправителей на перевозку грузов железнодорожным транспортом»
6. Москвичев, О. В. Проблема профицита вагонного парка и механизмы его регулирования в практике ОАО «РЖД» / О. В. Москвичев, Е. А. Куприянова // Вестник транспорта Поволжья. – 2025. – № 5(113). – С. 90-95

УДК 656.02

МЕТОДИКА ВЫБОРА ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К ВНЕДРЕНИЮ В ЕДИНЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ГРУЗОВЫХ СТАНЦИЙ ПРИМЫКАНИЯ И ПУТЕЙ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

О.В. Москвичев, А.А. Грузд

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Взаимодействие железнодорожных станций примыкания и путей необщего пользования остается одним из наиболее чувствительных элементов грузового процесса. Приоритетным подходом к обеспечению эффективности единых технологических процессов в железнодорожных грузовых узлах, сокращению простоев вагонов, повышению прозрачности операций и высвобождению резервов перерабатывающей способности без непропорционального роста капитальных вложений является цифровизация [1, 2]. Для перехода от локальной автоматизации к единой цифровой модели производственного процесса требуется разработка методического подхода к внедрению в работу грузовых железнодорожных станций примыкания и путей необщего пользования цифровых технологий, позволяющего оценить их влияние на показатели работы железнодорожного грузового узла и учитывающего наиболее эффективное информационное и технологическое взаимодействие, а также минимизацию трудовых ресурсов.

Основная часть. Для реализации цифровой трансформации узла "железнодорожная станция - путь необщего пользования - грузовой фронт" предлагается методика выбора наиболее целесообразных к внедрению цифровых организационных и технико-технологических решений.

На первом этапе для выявления лимитирующих элементов (операций) в технологии организации и продвижения вагонопотоков в рамках железнодорожного грузового узла разработана математическая модель, представленная в виде сети из 12 взаимосвязанных элементов [3], каждый из которых отражает отдельный этап единого технологического процесса взаимодействия, рисунок 1. Математическая модель учитывает техническое оснащение инфраструктуры общего и необщего пользования, технологические параметры, включающие в том числе временные затраты, связанные с обработкой данных и оформлением первичных и перевозочных документов. Применение модели позволяет оценить загрузку отдельных элементов системы, определить её предельные возможности и выявить наиболее перегруженные участки, ограничивающие общую эффективность работы железнодорожного грузового узла и вызывающие задержки вагонопотоков [4,5].

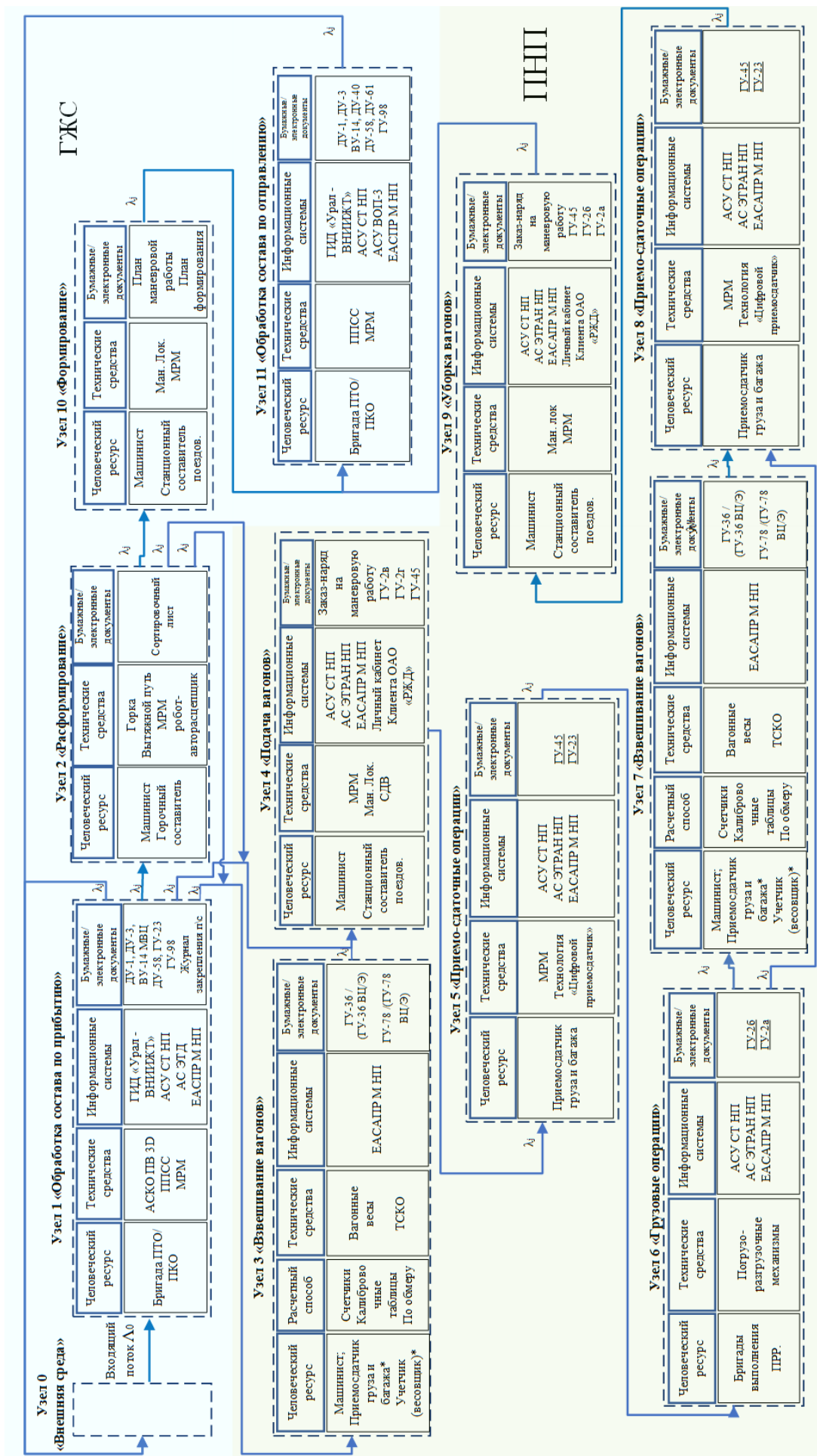


Рисунок 1 – Структурная схема сети массового обслуживания грузовой железнодорожной станции примыкания и пути общего пользования

На втором этапе осуществляется выбор возможных цифровых организационных и/или технико-технологических решений с использованием разработанного классификатора, позволяющего для каждого этапа единого технологического процесса взаимодействия определить возможные варианты цифровых решений, устраняющие информационные и технологические задержки. В результате формируется перечень альтернатив для последующего анализа и выбора [3].

Данный классификатор сформирован на основе перечня цифровых технологий, фактически внедрённых в технологический процесс работы железнодорожных станций на сети железных дорог ОАО «РЖД». Вместе с тем, учитывая, что цифровая трансформация железнодорожного транспорта находится в стадии активного развития, классификатор предусматривает возможность его последующего пополнения по мере внедрения новых решений. Фрагмент классификатора представлен в таблице 1.

Для сравнения альтернативных вариантов и выбора наилучшего решения для реализации цифровой трансформации единых производственных процессов железнодорожных станций и примыкающих путей необщего пользования установлена система критериев оценки.

Формирование критериев осуществлялось с учётом положений нормативных документов в области цифровой трансформации [1,2], в которых в качестве ключевых направлений обозначены автоматизация технологических процессов, сокращение доли ручного труда и снижение влияния человеческого фактора на производственную деятельность. В этой связи приоритетными являются показатели, характеризующие рост производительности труда и снижение времени нахождения работников в опасных зонах [6]. Дополнительно, для обеспечения комплексной оценки эффективности внедряемых цифровых решений учитывались показатели, характеризующие эксплуатационные и экономические показатели работы грузовой станции - простой местного вагона на ответственности ОАО «РЖД» и себестоимость переработки одного вагона. В таблице 2 представлена сформированная система критериев.

Таблица 1

Фрагмент классификатора цифровых технико-технологических решений

№	Элемент	Показатели	Технологическая операция	Цифровое решение	Технологический эффект при внедрении
1	2	3	4	5	6
1.	Обработка состава по прибытию	$Q_{\text{узла 1}} < 85\%$	Технический осмотр состава по приему	1.1. Интегрированный пост автоматического приема и диагностики подвижного состава (ППСС)	- автоматически выявляет негабарит подвижного состава; - автоматическое измерение массы порожних и груженных вагонов в динамическом режиме; - автоматическое выявление перегруза вагона и т.д.
				1.2. МРМ осмотрщика вагонов	- сокращение времени на заполнение документации по приему подвижного состава;
			Коммерческий осмотр состава по приему	1.3. МРМ бригады ПКО	- сокращение времени на выполнение операций с вагонами и составами и т.д.

1	2	3	4	5	6
	Обработка состава по прибытию	$Q_{\text{узла 1}} < 85\%$	Коммерческий осмотр состава по приему	1.4. АСКО ПВ 3D	- сокращение времени на коммерческий осмотр состава по прибытию;
				1.5 АСКО «Смотровая вышка»	- повышение производительности труда за счет сокращения штата сотрудников и т.д.
				1.6.1. Модуль электронного документооборота	- сокращение времени и трудозатрат на заполнение документов по приему; - позволяет оперативно передавать документы всем причастным работникам станции без физического присутствия и т.д.
			1.6 ЦЖС	1.6.2. Табло коллективного пользования	- повышение эффективности принятия решений, связанных с управлением технологического процесса станции; - снижение штата сотрудников ввиду малозадействованности персонала и т.д.
				1.6.3. Функциональный навигатор	- сокращение времени на принятие управленческих решений и распределение плановых задач персоналу связанных с технологическим процессом работы станции и т.д.
				1.6.4. Модуль Планирования очередности приема, отправления и обработки поездов	- автоматически формирует план приема, отправления и обработки поездов; - исключение влияния человеческого фактора; - повышение пропускной способности станции за счет оптимального планирования занятости путей станции и т.д.
				...	...

Таблица 2

Характеристика критериев

№ п\п	Наименование критерий	Единица измерения	$f_i(x) \rightarrow \max \setminus \min$
1.	Себестоимость переработки одного вагона	рублей в год	$f_1(x) \rightarrow \min$
2.	Простой местного вагона на ответственности ОАО «РЖД»	час	$f_2(x) \rightarrow \min$
3.	Производительность труда	ваг/чел	$f_3(x) \rightarrow \max$
4.	Время нахождения персонала в опасной зоне	Чел.-минут	$f_4(x) \rightarrow \min$

Для определения влияния предложенных критериев на типовые цифровые технологии, установления взаимосвязи между исследуемыми факторами и

результатирующими показателями был проведен анализ (рисунки 2-5), основанный на данных официальных документов и отраслевой статистики.

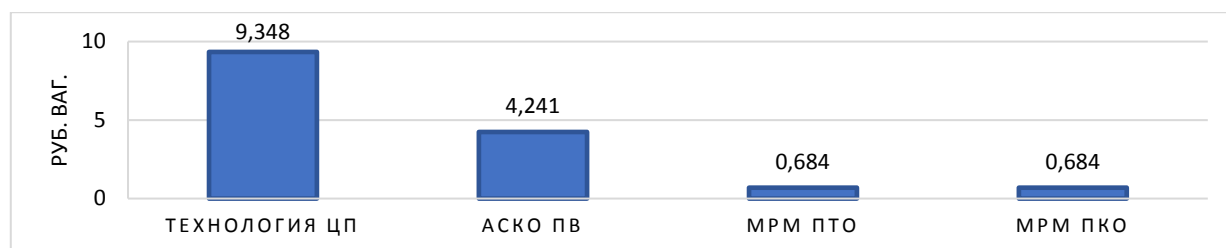


Рисунок 2 - Влияние цифровых технологий на сокращение себестоимости переработки местного вагона

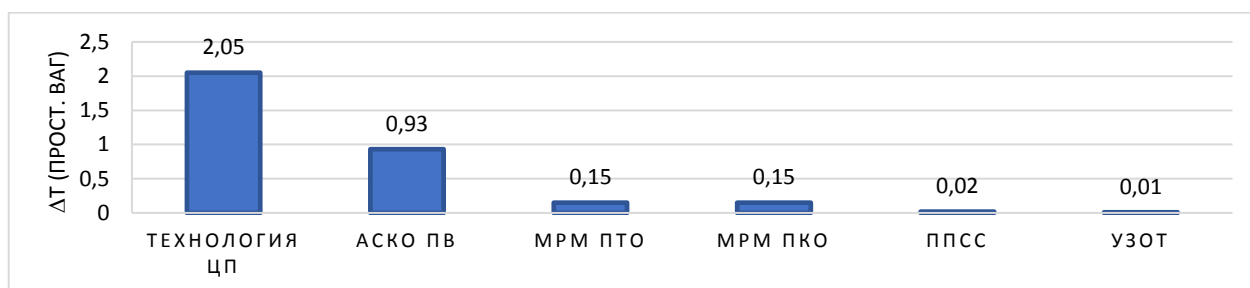


Рисунок 3 - Влияние цифровых технологий на уменьшение простоя местного вагона на ответственности ОАО «РЖД»

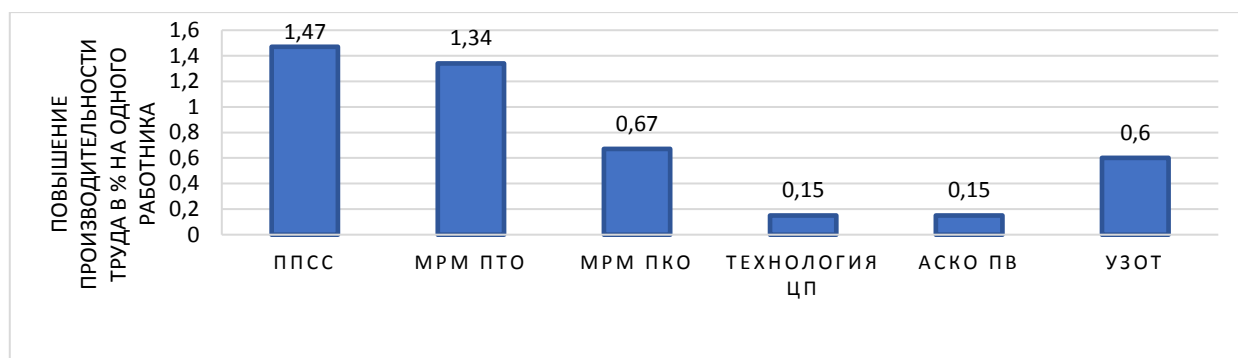


Рисунок 4 - Влияние цифровых технологий на повышение производительности труда



Рисунок 5 - Влияние цифровых технологий на снижение времени нахождения персонала в опасной зоне

Ввиду того, что представленные критерии обладают разнородностью и характеризуются различными единицами измерения, их непосредственное сопоставление затруднено. В связи с этим задача выбора оптимального варианта цифрового технико-технологического решения приобретает характер задачи многокритериальной оптимизации [7].

При этом выбор метода решения данной задачи обусловлен необходимостью одновременного учёта всей совокупности сформированных критериев, поскольку в условиях цифровой трансформации недопустимо осуществлять выбор решений исключительно на основе качественных и количественных показателей работы станции, тогда как приоритетами цифровизации, закреплёнными в нормативных документах, являются снижение влияния человеческого фактора, переход от автоматизированного к автоматическому управлению работой железнодорожной станции и вывод персонала из опасной зоны.

Таким образом, возникает необходимость применения такого метода многокритериальной оптимизации, который обеспечивал бы сбалансированный учёт всех критериев без субъективного ранжирования. Вместе с тем, применение распространённых подходов, таких как скаляризация или метод главного критерия, связано с заданием весовых коэффициентов либо выделением доминирующего показателя. Это требует привлечения экспертов и неизбежно вносит субъективную составляющую в процесс принятия решений, создавая риск смещения оценки в зависимости от предпочтений лица, принимающего решение.

В связи с этим, в рамках настоящей методики используется подход, ориентированный на обеспечение объективности оценки, при котором все критерии рассматриваются как равнозначимые. Это позволяет исключить влияние субъективных факторов и обеспечить комплексный и сбалансированный учёт всех аспектов эффективности внедряемых цифровых решений [6].

Таким образом, *третий этап* разработанной методики: процесс принятия решения по выбору наилучшего варианта, состоит из двух частей.

1. Безусловная оптимизация, которая подразумевает формирование оптимального множества Парето путем исключения заведомо неэффективных альтернатив [6]. В рамках безусловной оптимизации множество оцениваемых альтернатив заносятся в «Критериальную таблицу», где r_{ij} - оценка i -ой альтернативы (варианта цифрового технико-технологического решения) m_i по j -му критерию (F_k) $i = \overline{1, k}$; $k = \overline{1, 4}$, таблица 3.

Таблица 3

Критериальная матрица альтернатив

Критерии	Варианты				
	m_1	m_2	m_3	...	m_n
K_1	r_{11}	r_{12}	r_{13}	...	r_{1n}
K_2	r_{21}	r_{22}	r_{23}	...	r_{2n}
...	...	...	...	...	...
K_i	r_{i1}	r_{i2}	r_{i3}	...	r_{in}

Далее производится сравнение альтернатив (m_i) и (m_j), по каждому критерию и на основании данного сравнения формируется множество Парето-оптимальных решений, рисунок 6.

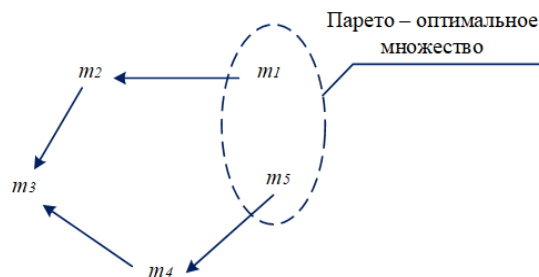


Рисунок 6 – Схема Парето - оптимального множества альтернатив

2. Условная оптимизация, предполагающая выбор конкретного предпочтительного решения из сформированного множества Парето на основе дополнительных принципов оптимальности. Применение данного этапа обусловлено необходимостью получения объективной оценки альтернатив, исключающей влияние субъективных факторов, связанных с экспертными предпочтениями.

Одним из эффективных методов условной оптимизации является принцип равенства критериев. Этот метод основан на нормализации критериев и минимизации суммы отклонений от средней величины, что позволяет избежать доминирования одного показателя и достичь гармонии между конкурирующими интересами.

Заключение. Таким образом, разработанная методика выбора наиболее целесообразных цифровых технологий к внедрению в работу грузовых железнодорожных станций и путей необщего пользования позволит обеспечить формирование тиражируемой нормативно-методической базы цифровой трансформации железнодорожных грузовых узлов, а также служить инструментом поддержки управленческих решений, позволяющим повышать надежность и качество транспортного обслуживания клиентов ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства РФ от 27 ноября 2021 года №3363-р.
2. Концепция «Цифровая железнодорожная станция» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 07.11.2018 № 1049 (в ред от 05.06.2020 № 1217/р)
3. Москвичев, О. В. Научно-методический подход к интеграции цифровых технологий в работу железнодорожных грузовых станций и примыкающих путей необщего пользования / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, А. А. Грузд // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. – 2025. – № 3(118). – С. 43-47.
4. Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем. Санкт Петербург, 2009. 363 с.
5. Плескунов М.А. Теория массового обслуживания: учебное пособие. М- во науки и высшего образования РФ, Урал. федер. ун-т.— Екатеринбург, 2022. 264с.
6. Москвичев, О. В. Многокритериальный подход к оценке эффективности внедрения цифровых технологий в работу грузовых железнодорожных станций / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, А. А. Грузд // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2025. № 2(74). С. 55-62. – DOI 10.52170/1815-9265_2025_74_55.
7. Ногин В. Д. Множество и принцип Парето [Текст] : Учеб. пособие для вузов — 2-е издание, исправленное и дополненное. / В.Д. Ногин — СПб.: Издательско-полиграфическая ассоциация высших учебных заведений, 2022. – 110 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАРШРУТНЫХ ПОЕЗДОВ ИЗ «УГОЛЬНЫХ ХВОСТОВ» НА ОПОРНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЯХ

Д.А. Басманов, Е.Д. Псеровская

Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. На протяжении последних нескольких лет ОАО «РЖД» сталкивается с трудностями, связанными с невозможностью удовлетворения потребностей грузоотправителей в перевозках грузов в направлении Восточного полигона в полном объеме. Реализуемые проекты по реконструкции железных дорог требуют значительного времени на поэтапное наращивание пропускных и провозных способностей железнодорожной инфраструктуры. В текущих условиях особую актуальность имеют мероприятия, направленные на повышение эффективности железнодорожных перевозок за счет имеющихся в настоящий момент у владельца инфраструктуры и перевозчика резервов. К таким мероприятиям можно отнести организацию вагонопотоков с углем, не охваченных прямой отправительской и прямой станционной ступенчатой маршрутизацией («угольные хвосты»), в маршрутные поезда на опорных железнодорожных станциях. В качестве опорных рассматриваются станции, имеющие достаточное путевое развитие и техническое оснащение, что позволит как сократить расстояние доставки вагонов до станции формирования маршрутов, так и снять нагрузку с ближайших технических станций [1]. Целью исследования является разработка технологии взаимодействия перевозчика и грузоотправителей угля при организации маршрутных поездов из «угольных хвостов» на опорных железнодорожных станциях.

Методы. В процессе исследования выполнен статистический анализ данных об отправлениях угля со станций Западно-Сибирской железной дороги, обобщены имеющиеся теоретические и практические знания в области маршрутизации вагонопотоков, а также применено графическое моделирование при разработке технологии взаимодействия участников маршрутизации вагонопотоков с углем на опорных станциях.

Разработка технологии взаимодействия. Маршрутизация на опорных станциях представляет собой технологию организации вагонопотоков, при которой накопление и формирование маршрутов установленной массы и длины осуществляется на небольших грузовых и промежуточных станциях, на которые вагоны поступают с разных станций погрузки в местных поездах. В данные поезда включаются вагоны, которые не охвачены прямой отправительской и прямой станционной ступенчатой маршрутизацией. Наличие таких вагонов на Западно-Сибирской железной дороге подтверждается проведенным анализом принятых к перевозке на станциях Кузбасского региона отправок с углем в 2025 году назначением на Дальневосточную железную дорогу. Несмотря на значительное преобладание на данном направлении

отправительских маршрутов, суммарное количество вагонов, включенных в поезда до попутных технических станций железных дорог Восточного полигона для последующего расформирования, оказалось достаточным для потенциального формирования с Западно-Сибирской железной дороги до 8 дополнительных маршрутов в месяц.

Реализация технологии маршрутизации на опорных станциях требует внесения изменений в действующий план формирования поездов и технологию планирования перевозок грузов. От качества предлагаемой технологии зависит своевременность предъявления и приема угля к перевозке, а также уровень риска возникновения дополнительных простоев вагонов на опорных станциях в ожидании накопления на составы поездов [2, 3]. На уровне региона железной дороги планирование должен обеспечиваться Агентствами фирменного транспортного обслуживания (далее АФТО), входящими в состав Территориальных центров фирменного транспортного обслуживания (далее ТЦФТО), а также Центрами организации работы железнодорожных станций (далее ДЦС), являющимися структурными подразделениями Дирекции управления движением (далее Д) на железной дороге отправления угля.

Процесс планирования на первом этапе должен включать в себя анализ имеющейся грузовой базы. В рамках данного анализа необходимо выявлять объемы угля, перевозка которых при действующей системе организации вагонопотоков должна быть организована в поездах, перерабатываемых на попутных технических станциях.

В ДЦС с учетом запланированных объемов перевозок грузов на предстоящий месяц и планом-графиком производства ремонтно-путевых работ должен быть сформирован перечень станций, которые могут быть выделены в качестве опорных, и направить его в АФТО. Решение об отнесении той или иной станции к опорной должно приниматься с учетом предлагаемой системы критериев, учитывающей как техническое оснащение станции, так и план формирования поездов.[4].

По результатам анализа, выполненного АФТО, и полученных от ДЦС сведений в АФТО рассчитывается предварительный вариант формирования маршрутов на опорных станциях и оценивается его экономическая эффективность. Для решения данной задачи в рамках проводимого исследования был разработан программный продукт «Аналитическая модель оперативной маршрутизации вагонов с углем на опорных станциях» (АМ ОМБУ ОП). Данный программный продукт включает в себя две подсистемы: подсистему разработки плана формирования маршрутов на опорных станциях и подсистему имитационного моделирования формирования маршрутов.

На следующем этапе планирования важно рассмотреть возможность улучшения полученного предварительного варианта формирования маршрутов за счет концентрации погрузки угля в конкретные даты. С этой целью в АМ ОМБУ ОП осуществляется корректировка действующего графика предъявления угля к перевозке с учетом минимизации значения следующего выражения:

$$\sum nd = \sum_{i=1}^h \sum_{j=1}^m n_{ij} d_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где n_{ij} – заявленный объем перевозки угля i -го назначения в j -ю дату, ваг.;

d_{ij} – величина корректировки предварительной даты предъявления угля i -го назначения, сут.

Физический смысл выражения (1) заключается в поиске такого варианта корректировки, при которой обеспечивается внесение минимальных изменений в первоначальный план погрузки грузов.

По результатам выполненных корректировок АФТО согласовывает полученный график погрузки с каждым грузоотправителем, после чего в АМ ОМВУ ОП рассчитывается итоговый вариант формирования маршрутов, который согласовывается с ДЦС.

Основным риском, который может негативно влиять на качество технологии формирования маршрутов на опорных станциях, является невыполнение грузоотправителями достигнутых при планировании договоренностей с перевозчиком в части предъявления грузов в установленные сроки. Для снижения данного риска АФТО разрабатывает проекты соглашений и направляет их на согласование и подписание грузоотправителям. Для стимулирования грузоотправителей заключать соглашения перевозчиком должны предусматриваться гарантии, связанные с приемом грузов в согласованные даты и расчетом нормативного срока доставки исходя из более высоких норм суточного пробега вагонов, относительно предусмотренных для повагонных и групповых отправок Правилами исчисления сроков доставки грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом [5].

После проведения работы по заключению соглашений руководителями АФТО и ДЦС утверждается разработанный вариант формирования маршрутов на опорных станциях. В дальнейшем организация перевозочного процесса должна быть осуществлена в соответствии с утвержденным вариантом формирования маршрутов на опорных станциях, являющимся важным технологическим документом при реализации предлагаемой технологии маршрутизации. При этом в зависимости от оперативной эксплуатационной обстановки, складывающейся на железной дороге формирования маршрутов, ДЦС может принимать решения по перенаправлению вагонопотоков на другие опорные станции.

В процессе ежесуточного планирования АФТО осуществляется контроль выполнения соглашений как со стороны грузоотправителей в части своевременного предъявления вагонов с углем, так и со стороны ДЦС в части согласования суточного клиентского плана погрузки (СКПП) и своевременного приема вагонов с углем к перевозке. В случае невыполнения грузоотправителями обязательств по соглашениям с них взыскивается штраф. При этом АФТО проводится работа с другими грузоотправителями для выявления резервов по восполнению непредъявленных объемом грузов.

С целью алгоритмизации процесса планирования перевозок «угольных хвостов» маршрутными поездами, формируемыми на опорных станциях, и распределения ответственности на каждом этапе между грузоотправителями, АФТО и ДЦС была разработана схема, представленная на рисунке 1.



Рисунок 1 - Порядок планирования формирования маршрутов с углем на опорных станциях с распределением ответственности между участниками процесса

Заключение. В рамках проведенного исследования была разработана технология взаимодействия участников перевозочного процесса при формировании маршрутных поездов из «угольных хвостов» на опорных железнодорожных станциях. Реализация предложенной технологии в рамках реальных производственных процессов позволит использовать имеющиеся резервы для повышения уровня маршрутизации вагонопотока, снизить нагрузку на попутные технические станции и повысить качество перевозочного процесса без привлечения значительных капитальных затрат. Положения, отраженные в данной статье, могут быть использованы при разработке местных инструкций на железных дорогах формирования маршрутов с углем на опорных станциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Псеровская, Е. Д. Логистика перевозок массовых грузов в направлении Дальнего Востока / Е. Д. Псеровская, Д. А. Басманов // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 15 октября 2025 года. – Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2025. – С. 49-53.
2. Распоряжение ОАО «РЖД» от 29.07.2021 N 1687/р «Об утверждении Методики планирования перевозок грузов на лимитирующих направлениях» [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/608395880>
3. Постановление Правительства РФ от 22.05.2020 N 734 «О внесении изменений в Правила недискриминационного доступа перевозчиков к инфраструктуре железнодорожного транспорта общего пользования» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=353641&rnd=NuqY3g#Cr yGy7VLqcdtqSO5>
4. Псеровская, Е. Д. Повышение уровня маршрутизации угля за счет организации маршрутообразования на опорных станциях / Е. Д. Псеровская, Д. А. Басманов // Транспорт Урала. – 2025. – № 4(87). – С. 57-61. – DOI 10.20291/1815-9400-2025-4-57-61

5. Приказ Минтранса России от 07.08.2015 N 245 «Об утверждении Правил исчисления сроков доставки грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом» [Электронный ресурс].

URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_195371/7e56a5d7bcd2354f625a48f146ddf2d50d752d0f/

УДК 656.212.5

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ СТАНЦИЙ И ПОДЪЕЗДНОГО ПУТИ

С.А. Щеглов

Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. В современных условиях интенсивного развития транспортной инфраструктуры и роста объемов грузоперевозок, вопросы оценки пропускной способности станций и подъездных путей становятся особенно актуальными. Эффективное функционирование железнодорожного транспорта напрямую зависит от способности инфраструктуры справляться с возросшими нагрузками, что требует постоянного совершенствования методов анализа и оценки пропускной способности.

Станции и подъездные пути играют ключевую роль в обеспечении бесперебойного движения поездов и оптимизации логистических процессов. Неправильная оценка пропускной способности может привести к задержкам, увеличению времени простоя подвижного состава и, как следствие, к значительным экономическим потерям. Поэтому разработка и внедрение современных методов оценки, учитывающих динамику изменений в транспортных потоках, становится необходимостью.

Основная часть. На сегодняшний день в железнодорожной отрасли используются различные методы определения пропускной способности станций и подъездных путей. Среди них наиболее распространены моделирование на основе теории массового обслуживания, расчетные методы, а также имитационное моделирование на ЭВМ.

Традиционные расчетные методы основываются на статистических данных о грузообороте, интенсивности входных и выходных потоков, а также на характеристиках инфраструктуры. Они позволяют получить приближенные оценки, однако зачастую не учитывают динамические изменения и особенности конкретных условий эксплуатации, а именно взаимодействие станции примыкания и подъездного пути.

Несмотря на свою простоту и доступность, эти методы имеют ряд ограничений:

- 1) недостаточная точность при изменяющихся условиях работы станции;
- 2) не учитывается влияние временных факторов, таких как сезонные колебания или пиковые нагрузки;
- 3) ограниченность в моделировании сложных сценариев взаимодействия потоков;
- 4) высокая трудоемкость при необходимости учета большого количества параметров [1:60].

Эти недостатки приводят к недооценке или переоценке пропускной способности, что негативно сказывается на планировании и эксплуатации железнодорожных объектов.

В настоящее время в ОАО «РЖД» активно функционирует автоматизированная система Динамическая Модель Загрузки Инфраструктуры (ДМЗИ), которая в реальном времени позволяет определить возможность осуществления перевозки в планируемые даты.

В АС ДМЗИ в обычном режиме осуществляется согласование заявок на перевозку грузов формы ГУ-12. С ноября 2024 года введена возможность согласования запросов-уведомлений на перевозку порожних вагонов.

Важную роль, в согласовании, играет инфраструктура, а именно пропускные способности участков, входящих в предполагаемый маршрут следования вагона. На основе информации, поступающей из АС ЭТРАН НП, об объемах перевозок и маршрутах следования по плану формирования поездов и маршрутов, вычисляются необходимые объемы возможностей инфраструктуры, а далее они сравниваются с доступными емкостями инфраструктуры.

Занятость инфраструктуры определяется:

- 1) по уже согласованным заявкам ГУ-12;
- 2) по количеству вагонов, находящихся в движении;
- 3) по количеству вагонов, которые подходят к стыковым пунктам со стороны других железных дорог.

При расчете пропускной способности учитываются планы-графики производства ремонтно-путевых работ. Вагоны, отставленные от движения, учитываются как объекты, занимающие пропускную способность инфраструктуры. Исключением является отстой вагонов по договору с клиентом.

Алгоритм расчета свободных объемов пропускной и перерабатывающей способностей инфраструктуры представлен на рисунке 1.

Динамическое изменение перерабатывающих способностей станций примыкания и подъездных путей никак не учитываются в связи с использованием определенных результатов классических методов расчета. Это, в свою очередь, ограничивает работу станций примыкания по взаимодействию и обслуживанию ПНОПов [2:206].

Для повышения точности и надежности оценки пропускной способности предлагается использовать современные подходы, основанные на компьютерном моделировании и аналитическом анализе. В частности, рекомендуется внедрение систем имитационного моделирования с использованием программных комплексов (например, AnyLogic, FlexSim), позволяющих учитывать динамические изменения потоков и взаимодействие различных элементов инфраструктуры.

Также целесообразно развивать методы статистического анализа с применением машинного обучения для прогнозирования пиковых нагрузок и выявления факторов, влияющих на пропускную способность. Это позволит создавать адаптивные модели, учитывающие реальные условия эксплуатации [3:77].

Для решения вопроса ограничений в работе станций примыкания и подъездных путей предлагается разработка экспресс-методов оценки наличной пропускной и провозной способности систем «Станция-ПНОП» на основе модели типа «черный

ящик» и методов нейронных сетей. А уже в дальнейшем предлагается рассматривать функционирование инфраструктуры в виде многоуровневых моделей.

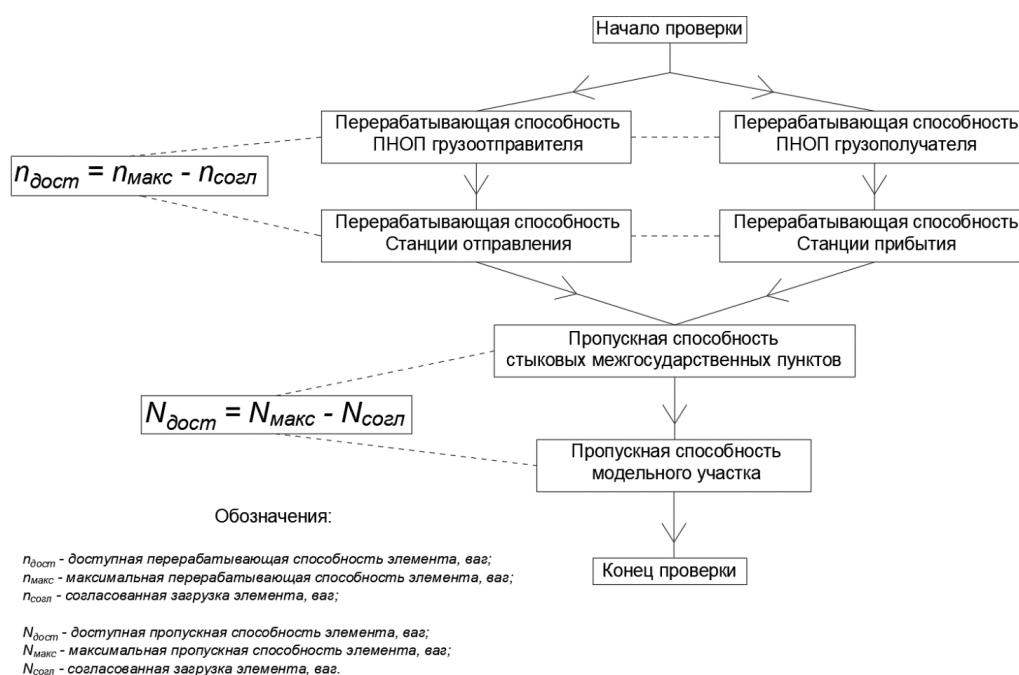


Рисунок 1 – Алгоритм расчета свободных объемов пропускной и перерабатывающей способностей инфраструктуры

Систему «Станция-ПНОП» на уровне сети и полигонов для задач ДМЗИ можно представить как «черный ящик», в который поступают входящие и выходят исходящие вагонопотоки. Основная задача — предсказать возможные значения этих потоков. На рисунке 2 представлена концептуальная схема блока системы «Станция-ПНОП».

Предполагается, что система «Станция-ПНОП» должна рассчитывать, через какой реальный период времени будет возможность принять со станции на пути необщего пользования вагоны для их обработки. Далее от этого времени проверяется возможность принятия вагонов на саму станцию с инфраструктуры (внешнего уровня) для того, чтобы более точно спрогнозировать возможность принятия и обработки вагонов ПНОПом. Это, в свою очередь, должно снизить вероятность отказов в принятии вагонов на станцию, а также вероятность получения максимально предельной загрузки станции.

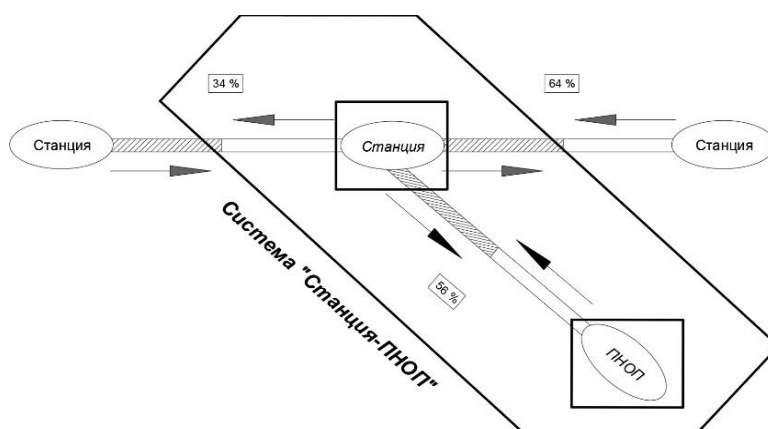


Рисунок 2 – Концептуальная схема блока системы «Станция-ПНОП»

Системой ДМЗИ осуществляется проверка возможности принятия вагонов на дату, когда загрузка станции снизится. Фактически же, подъездной путь работает не в идеальных условиях, а следовательно, возникают отказы, которые никак не учитываются ДМЗИ при прогнозировании.

Необходимо осуществлять прогнозирование возможности принятия вагонов со станции на указанную дату. С помощью расчетов следует производить проверку занятости подъездного пути по датам на будущий период. Это можно сравнить с моделированием состояния системы в очередной момент времени с помощью метода прогнозирования временных рядов. Как уже говорилось выше, ДМЗИ проверяет занятость станции, а занятость подъездного пути не учитывает. Здесь и возникают отказы и ограничения в работе. Предполагается следующий алгоритм работы: ДМЗИ рассчитывает на какую дату вагоны можно отправить и через сколько они придут на станцию. Далее проверяется загрузка станции на эту дату (с помощью двух критериев относительно станции и пути необщего пользования: перерабатывающая способность станции и ПНОП; загрузка станции в определенный период времени). После необходимо осуществить проверку в предлагаемом программном комплексе «Станция-ПНОП».

Представим, что клиенту необходимо отправить вагоны по маршруту до станции N. По сроку доставки груза дата прибытия на станцию назначения – 26 марта. На рисунке 3 изображена диаграмма, на которой указана прогнозируемая загрузка станции на каждые сутки в ближайшие две недели. Благодаря диаграмме можно наглядно увидеть в какие даты наблюдается повышение загрузки станции. Это дает возможность выбрать другую дату предполагаемого прибытия вагонов на станцию, когда уровень загрузки будет в нормальном или допустимом диапазоне. Превышение максимального уровня загрузки решается оперативно с помощью перенесения сроков доставки на дни, когда на станции прогнозируется снижение загруженности. Это позволит максимально эффективно использовать пропускную и перерабатывающую способность станции. Благоприятным временем для принятия вагонов, исходя из графика, является со 2 по 4 марта.

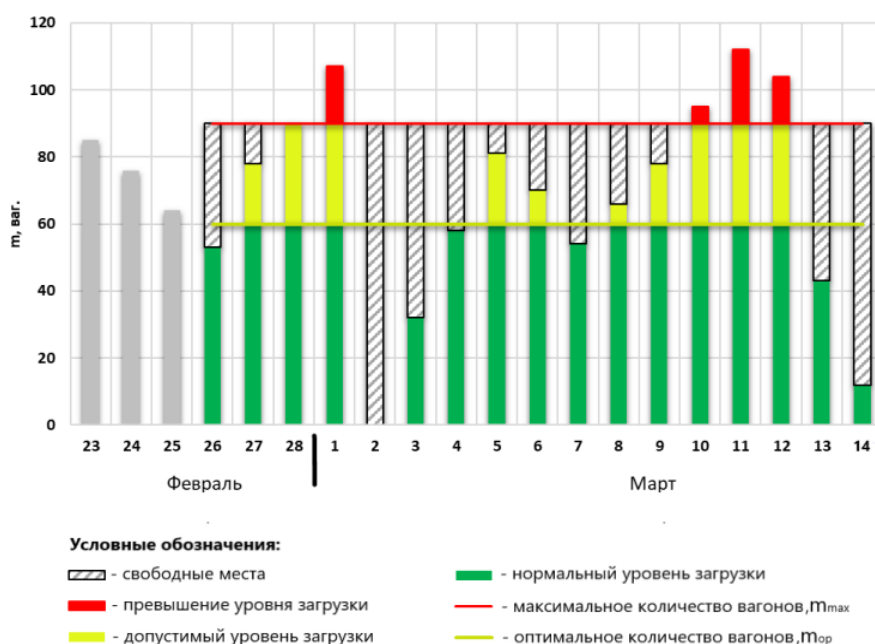


Рисунок 3 – Диаграмма прогнозируемой суточной загрузки станции

Алгоритм динамического перераспределения дат прибытия вагонов:

- 1) минимизирует риски превышения нормативных показателей загрузки;
- 2) оптимизирует использование путей, сортировочных устройств и маневровых локомотивов;
- 3) снижает вероятность технологических сбоев и задержек в обработке составов;
- 4) обеспечивает равномерную загрузку путей необщего пользования в течение планового периода;
- 5) повышает общую устойчивость логистической системы к внешним возмущениям.

В результате достигается баланс между потребностями грузоотправителей и возможностями инфраструктуры, что соответствует принципам адаптивного управления грузопотоками.

Максимальное количество вагонов $m_{\max}$, способных одновременно находиться на станции, рассчитывается исходя из количества путей, предусмотренных для отстоя вагонов, находящихся в ожидании формирования подачи на ПНОП, формировании к отправлению и т.д.

Оптимальное количество вагонов $m_{\text{оп}}$, - количество вагонов, которое станция способна обработать в течение заданного периода с соблюдением нормативов по времени простоя и без перегрузки ключевых элементов инфраструктуры. $m_{\text{оп}}$ всегда меньше $m_{\max}$, так как учитывает резерв пропускной способности, технологические перерывы, выполнение графика движения поездов (необходимость освободить пути для транзитных составов), сезонность и неравномерность вагонопотока (периоды пиковой загрузки и спада), ограничения по мощности маневровой работы.

Численно $m_{\text{оп}}$ определяется как:

$$m_{\text{оп}} = m_{\max} - \Delta m, \quad (1)$$

где Δm — резерв вагонов (обычно 10–30% от $m_{\max}$).

Далее система «Станция-ПНОП» прогнозирует, будет ли возможность принять вагоны со станции в указанные даты, при условии заявленных на перевозку вагонов на эту же станцию ранее, с учетом обработки прибывающих вагонов подъездным путем. Параллельно с этим, необходимо периодически выявлять и учитывать появляющиеся ограничения в работе подъездного пути и осуществлять корректировку прогноза. На рисунке 4 приведена концептуальная схема проверки показателей работы в системе «Станция-ПНОП».

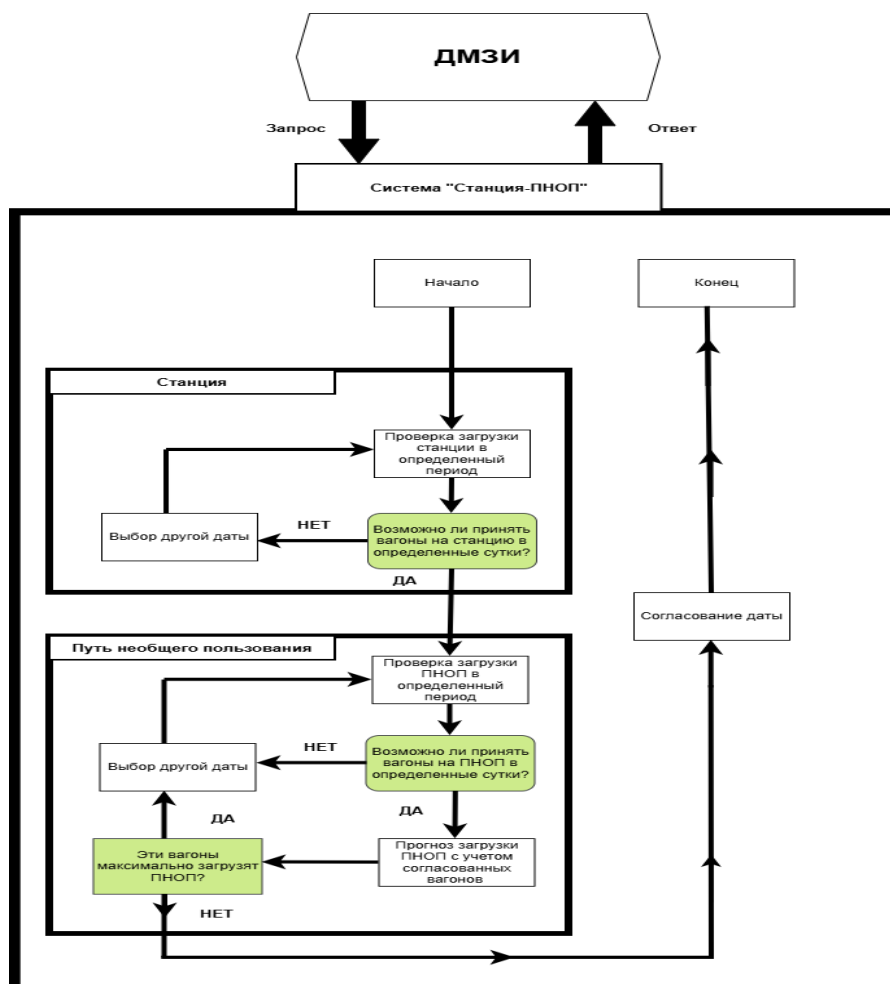


Рисунок 4 – Концептуальная схема проверки показателей работы в системе «Станция-ПНОП»

Эффективное использование таких подсистем предполагает их интеграцию в системы автоматизированного управления движением и планирования работы станции. Такой подход обеспечит своевременное выявление узких мест, оптимизацию загрузки путей и повышение общей эффективности работы железнодорожных объектов.

Заключение. В заключение следует отметить, что развитие современных методов оценки пропускной способности станций и подъездных путей является важным направлением повышения эффективности железнодорожных перевозок. Внедрение инновационных технологий позволит не только повысить точность расчетов, но и обеспечить более гибкое управление инфраструктурой в условиях динамично меняющихся требований рынка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданович, С. В. Эффективность применения "жестких" ниток для грузовой станции / С. В. Богданович // Фёдор Петрович Кочнев - выдающийся организатор транспортного образования и науки в России : Труды международной научно-практической конференции. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 60-66.
2. Ламехов В. А., Коровяковский Е. К. Построение краткосрочного прогноза количества вагонов на станции и путях необщего пользования // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2024. Т. 21, вып. 1. С. 199–216. DOI:10.20295/1815-588X-2024-01-199-216.

3. Гришкова Д. Ю. Методы прогнозирования размеров погрузки на железнодорожном объекте // Скиф. 2020. №3 (43) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-prognozirovaniya-razmerov-pogruzki-na-zheleznodorozhnom-obekte>.
4. Транспортная стратегия РФ до 2030 года с прогнозом до 2035 года утверждена Распоряжением №3363-р от 27 ноября 2021 года [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/403156321/?ysclid=mj3c659ci687954666>.
5. Распоряжение ОАО "РЖД" от 27.11.2024 N 2910/р "Об утверждении Технологии рассмотрения запросов-уведомлений на перевозку порожних вагонов" [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_506784/.
6. Технология работы Динамической модели загрузки инфраструктуры ОАО "РЖД" [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1300534546/titles/7DA0K5>.

УДК 656.22 + 06

РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВАГОНОПОТОКОВ: ПРИНЦИПЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

В.М. Задорожний, М.В. Бакалов, Ю.А. Бакалова

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Неравномерное распределение подвижного состава приводит к неэффективности. Традиционные методы имеют ограничения, что требует новых подходов, интегрирующих принципы кластеризации, геометрические модели и подходы.

С недавнего времени на железных дорогах Российской Федерации сложилась ситуация, когда вагонный парк по роду подвижного состава очень неравномерен. Действительно, переход от централизованной системы управления вагонным парком на самоуправление собственниками привел к резкому повышению нагрузки на инфраструктуру.

Превышение рабочего парка порожних вагонов, которые долгое время занимают пути грузовых и сортировочных станций, снижает их перерабатывающую способность. Вместимости путей на малоделятельных станциях, на которых можно было бы отставить порожние вагоны с наименьшими транспортными потерями, недостаточно, поэтому необходимо развитие методов распределения вагонопотоков для рационального их отстоя и соответственно рационального расположения их на сети.

С 2001 по 2024 год наблюдается общий тренд на увеличение численности вагонного парка (рисунок 1). Этот рост подчеркивает расширение масштабов операций на железнодорожном транспорте, свидетельствуя о повышении транспортных потребностей и увеличении объемов грузоперевозок.

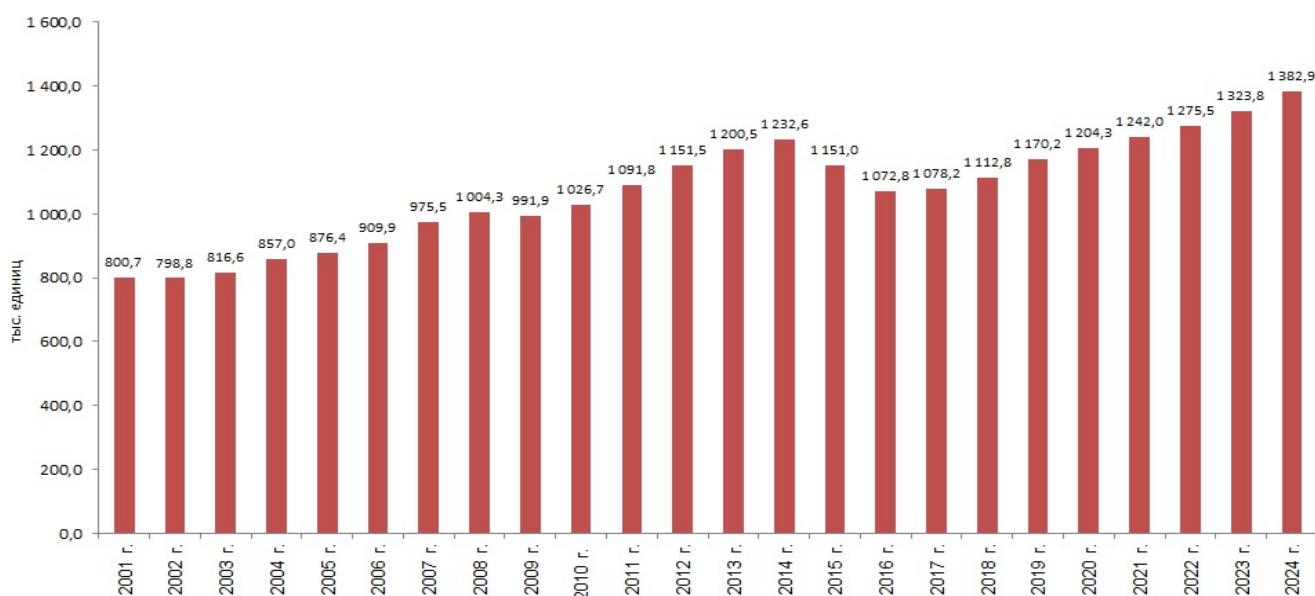
В данной исследовании развивается гибридный метод распределения вагонов с использованием принципов кластеризации и геометрической оптимизации. Предложенный подход улучшает пространственное распределение и расположение объектов транспортной инфраструктуры и снижает транспортные издержки.

Активно продолжают исследования в различных разделах транспортной логистики с привлечением подходов и методов многообразной математической природы [1–3, 6].

Так, в статье [1] авторами рассматривается вопрос определения оптимального места для размещения грузовых терминалов в системе перевозки грузов. Сделаны выводы о возможности использования предлагаемой методики при формировании опорной сети терминалов в транспортно-логистических системах.

Теоретические основы размещения объектов включают несколько ключевых факторов и моделей, которые помогают оптимизировать их расположение.

Известны, метод пробной точки [4], метод Рейли-Конверса [5], метод центра тяжести и другие методы, в том числе методы кластеризации и, в частности, метод k-средних [6].



Источник: По данным РЖД в т.ч. за 2014-2024 г. по данным отчета ф.9д-4 (Публикуется на сайте ОАО «РЖД»)

Рисунок 1 – Динамика парка грузовых вагонов в России в 2001-2024 гг., тыс. единиц

Методы решения задачи. Развиваемый подход предполагает, что для рассматриваемой части железнодорожного полигона построена геометрическая маршрутизационная модель (ГММ) олигополистического рынка транспортировки порожних вагонов [7]. Развитие метода связано с определением места дислокации вагонного парка в найденных «областях влияния» с учетом принципов кластеризации и геометрических подходов. В частности, в использовании классического геометрического понятия точка Ферма – Торричелли («Ф-Т») при нахождении оптимальных местоположений станций временного размещения порожних вагонов.

Согласно определению, точка Ферма – Торричелли для совокупности точек A_i ($i = 1, \dots, n$) обладает тем свойством, что в ней достигает наименьшего значения (на всей плоскости) функция $\sigma(x, y)$ двух независимых переменных [12, 13]:

$$\sigma(x, y) = \sum_{i=1}^n \sqrt{(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2}. \quad (1)$$

Анализ полученных результатов практического приложения. В регион дороги входят такие станции нужного характера работы: «М», «К», «Р», «Ж», «БС»,

«Л», «ЗМ», «ГК», «НС», «С», «ГР», «НВ», «ЗВ», «БЖ», «Ч-Р», «ЛК», «Х», «Р-Т», «Р-З», «КЗ», «ЗР», «БТ», «А», «У», «Т».

Выполним кластеризацию станций методом к-средних таким образом, чтобы поделить их на кластеры в пределах региона дороги.

Ниже приведем только несколько итераций, участвующих в дальнейших расчетах (рисунок 2).

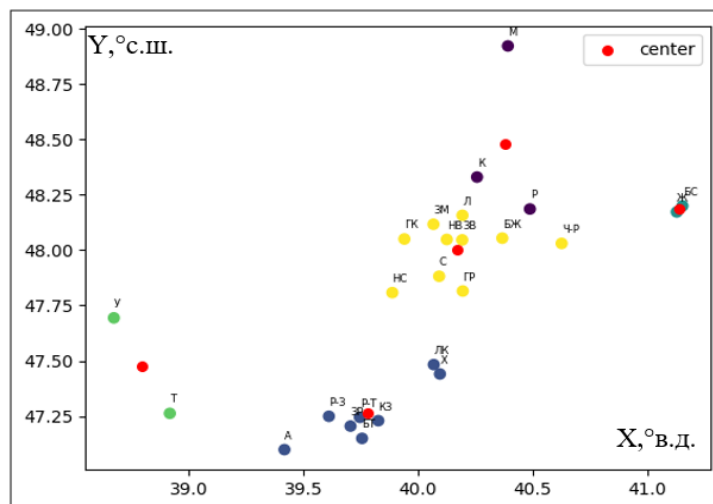


Рисунок 2 – 2-я итерация «Р» региона

Теперь для 2-й итерации продолжим построения методом центра тяжести. Ниже приведем результаты рационального размещения ЛРЦ для нескольких кластеров (рисунок 3)

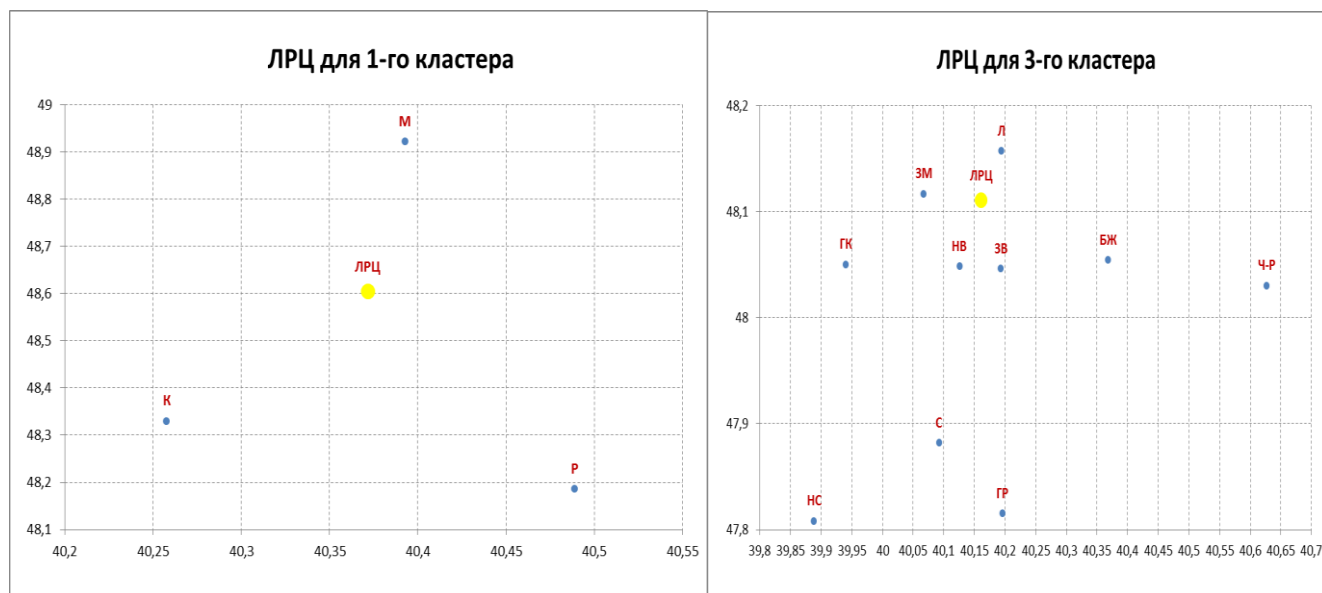


Рисунок 3 – ЛРЦ для 1-го и 3-го кластера 2-й итерации методом центра тяжести

С точки зрения нахождения точки «Ф-Т» был построен соответствующий численный алгоритм с его реализацией в среде *Python*, а графические построения выполнены в *Maxima* и *Python*.

На рисунке 4 приведены пять станций назначения, расположенные в «области влияния» станции отправления «Т», и соответствующая им точка Торричелли, найденная *Python* и изображенная кружком. Отметим, что станции назначения

являются вершинами выпуклого пятиугольника и поэтому точка Торричелли попадает в его внутренность.

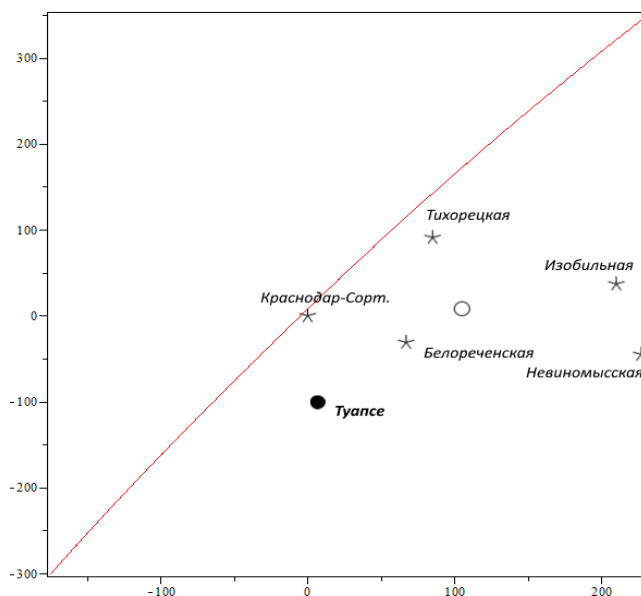


Рисунок 4 – «Области влияния» станций отправления Туапсе, дополненные точками Ферма-Торричелли

Выводы. Представленные моделирования позволяют определить рациональное местоположение объекта транспортной инфраструктуры комбинацией двух методов и могут служить как развитием экономико-географического метода, так и предварительными расчетами. Применение данного подхода позволяет эффективно и точно определять оптимальные точки дислокации порожних вагонов в «областях влияния» станций отправления, что способствует сокращению порожнего пробега и снижению затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ничипорук А.О. Методика определения оптимального территориального размещения транспортно-логистических терминалов на речном транспорте // Научные проблемы водного транспорта. -2022. - № 73 (4). – С. 148-158.
2. Москвичев О. В., Москвичева Е. Е. Системный анализ математических моделей размещения транспортно-логистических объектов различного уровня // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2022. Т. 81, № 3. С. 267–276.
3. Еловой И.А., Потылкин Е.Н. Распределение подвижного состава для отстоя между путями общего и необщего пользования // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. -2018. – № 2 (74). – С. 44-56.
4. Лукинский В.С. Логистика и управление цепями поставок: учебник и практикум для академического бакалавриата / В.С. Лукинский, В.В. Лукинский, Н.Г. Плетнева. – М.: Юрайт, 2019. – 359 с.
5. Ильяшенко, О.Ю. Возможности использования математических моделей для формирования и развития малого бизнеса / О.Ю. Ильяшенко, А.С. Антонов, Е.Л. Лукьянченко // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2021. – №1 (51). – С. 56-60.
6. Орлов А.И. Базовые результаты математической теории классификации // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 110. - С. 219-239.
7. Chislov O. N., Zadorozhnyi V. M., Bogachev V. A., Kravets A. S., Bogachev T. V., Bakalov M. V. Mathematical modeling of cargo flow distribution in a regional multimodal transportation system // Transport Problems. 2021. Vol. 16. № 2. Pp. 153–165.

ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН БАЗЫ ЗНАНИЙ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК

А.П. Бадецкий, О.А. Медведь

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора
Александра I, Российская Федерация

Введение. Развитие цифровых технологий в современном мире является не только драйвером для повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта, но, вместе с тем, и серьезным вызовом. Тренды в области искусственного интеллекта задают основной вектор направления исследований и разработки инноваций. Вместе с тем, столь сложная и колоссальная структура со множеством связей, как железнодорожная отрасль, не может не быть инертной просто в силу своей сложности, и любое отставание от «лидеров» (тех, кто быстро реагирует на изменения и внедряет инновации в свою работу) может привести к неотвратимому технологическому разрыву между участниками процесса. Несмотря на обилие цифровых сервисов и разработок в области искусственного интеллекта, принятие решений в перевозочном процессе все равно остается за людьми. При этом их уровень квалификации и знаний может существенно разниться. Также и данные в информационных системах ОАО «РЖД» и операторов подвижного состава имеют разную структуру, форму и содержание, что может вызывать несогласованность решений участников перевозочного процесса. Одним из способов преодоления подобной несогласованности являются базы знаний (БЗ).

Онтология как единый язык описания перевозки. В работах [1, 2] были приведены примеры разработки и составления базы знаний грузовых перевозок как онтологии домена. На основе онтологической БЗ работает как ИСУЖТ [3-5], так и системы железных дорог Европейского союза [6, 7]. Ключевым преимуществом онтологии для консолидации данных и знаний из разрозненных источников является их способность целостно описывать всю предметную область с учетом терминологических различий в некоторых понятиях, а также представлять знания единообразно.

В работе [8] в основе базы знаний грузовых перевозок (рисунок 1) лежит триада «груз-вагон-поезд», охватывающая три уровня управления потоками на железнодорожном транспорте: грузовыми отправлениями (план перевозок), вагонопотоками (план формирования поездов) и поездопотоками (график движения поездов), и раскрывая взаимосвязи между этими уровнями.

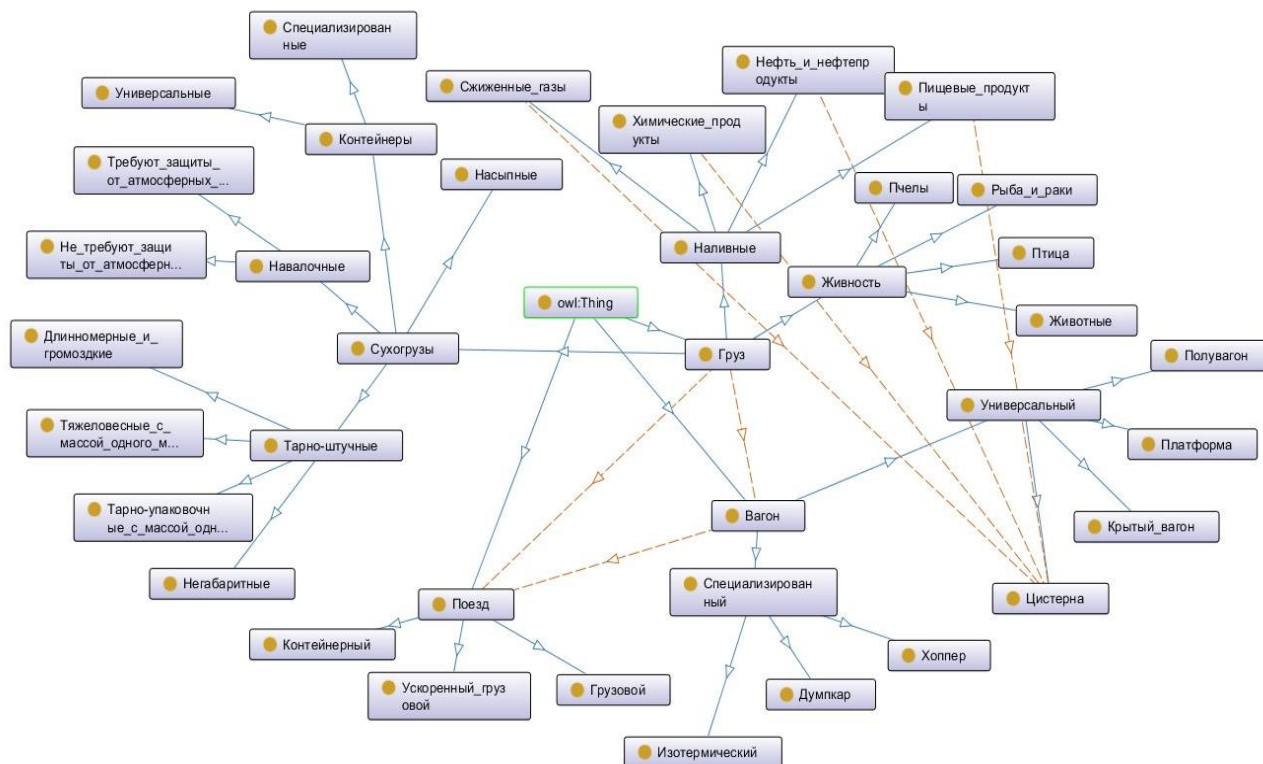


Рисунок 1 - Граф онтологии базы знаний грузовых перевозок (фрагмент)

Онтология для этой базы знаний разработана на языке Web Ontology Language (OWL), для построения использовался редактор Protege версии 5.5.0. Рассмотрим подробнее этапы ее построения и возможности, открывающиеся при ее использовании.

Субъекты, объекты и классы базы знаний. Базовыми классами БЗ грузовых перевозок являются элементы вышеназванной триады – груз, вагон и поезд, связанные между собой следующими элементарными высказываниями: «груз перевозится в вагоне», «вагон следует в составе поезда». Они служат для порождения более конкретных высказываний о каждом грузе и о каждом типе вагона, в котором он перевозится, а также о тех поездах, в составах которых эти вагоны следуют до пункта назначения. По сути, онтология следует одному из основных постулатов дескрипционной логики – любая информация со сколь угодно сложными и запутанными взаимосвязями может без потери смысла быть сведена к цепочке простых утверждений вида «субъект – предикат – объект» – триплетов. Предикат показывает, как соотносятся между собой субъект и объект. Таким образом, база знаний представляет собой упорядоченное множество подобных триплетов.

Поскольку базовые классы являются наиболее абстрактными сущностями, то подклассы содержат более детальную информацию. При этом при создании онтологии неважно, классификацией грузов какого вида транспорта изначально руководствоваться при детализации подклассов. К примеру, на рисунке 1 приведена классификация для морского транспорта, на рисунке 2 – для железнодорожного. Разные онтологии, содержащие эквивалентные классы, можно слить в одну, при этом она не будет содержать дублирующих классов, но будет содержать все отношения между ними.

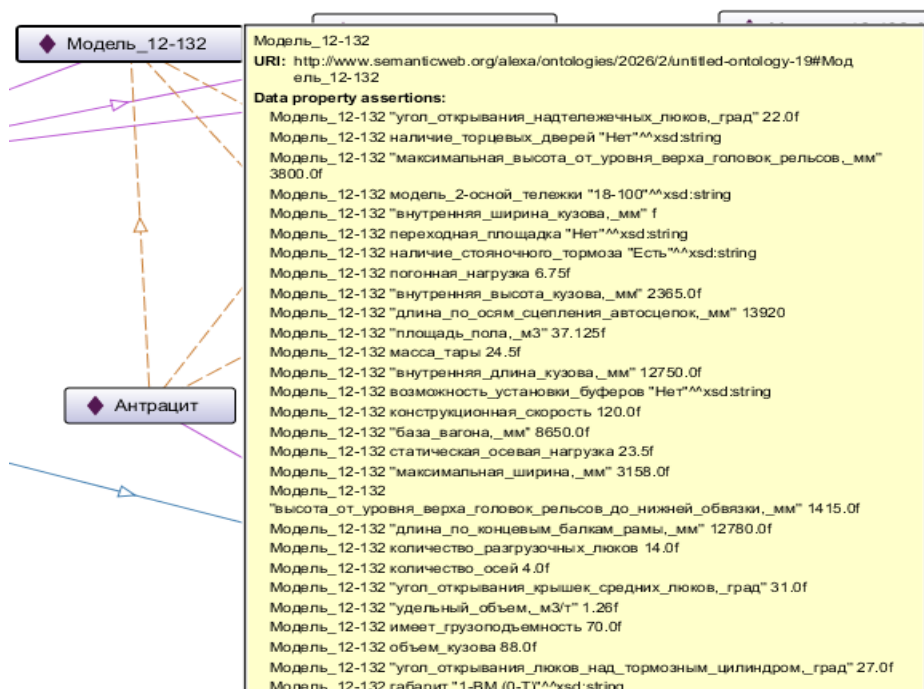


Рисунок 3 - Просмотр характеристик экземпляра класса в базе знаний грузовых перевозок

Такое решение позволяет при запросе в базе знаний в автоматическом режиме искать экземпляры, обладающие определенными характеристиками. Очевидно, что для разных по сути классов это будут разные характеристики – для груза, например, необходимо задавать транспортные свойства.

Заключение. Класс решений по управлению знаниями, предложенный в настоящей статье, может применяться не только для железнодорожного, но и других видов транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадецкий А.П. Применение методов искусственного интеллекта для управления грузопотоками в мультимодальном сообщении / А.П. Бадецкий // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО «РЖД». 2021. №1. С. 38-46
2. Бадецкий А.П. Управление в политранспортных системах на основе методов искусственного интеллекта / А.П. Бадецкий // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах (РИЛТТРАНС-2021): труды четвертой Международной научно-практической конференции. – СПб.: ПГУПС, 2022. Ч.1. С. 3-12
3. Клепов А.В. Отраслевые модели онтологии ИСУЖТ / А.В. Клепов // в сб. «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2017)». Труды восьмой научно-технической конференции. – М.: НИИАС, 2017. С. 43-45
4. Клепов А.В. Онтология ИСУЖТ / А.В. Клепов, В.А. Броневицкий, Н.И. Капустин // в сб. «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2018)». Труды восьмой научно-технической конференции. – М.: НИИАС, 2018. С. 16-20
5. Матюхин В.Г. О текущем состоянии проекта ИСУЖТ и реализации технологии интервального регулирования на его платформе / В.Г. Матюхин, В.И. Уманский, А.Б. Шабунин // в сб. «Интеллектуальные системы управления на железнодорожном транспорте. Компьютерное и математическое моделирование (ИСУЖТ-2019)». Труды восьмой научно-технической конференции. – М.: НИИАС, 2019. С. 3-7

6. Онтологии больших данных, машинного обучения, и искусственного интеллекта на цифровой железной дороге / В.С. Лазуткина, А.А. Климов, В.П. Куприяновский, Д.Е. Намиот, О.Н. Покусаев // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – vol.7. – no.5. – С. 75-88
7. BIM и инженерные формализованные онтологии на цифровой железной дороге Европы в объединении EULYNX – экономика данных / А.А. Климов, В.П. Куприяновский, А.В. Степаненко, О.Н. Покусаев, И.П. Петрунина, А.В. Катцын, С.А. Синягов, Ю.П. Липунцов, Е.М. Чеботарев // International Journal of Open Information Technologies. – 2018. – vol.6. – no.8 – С. 38-65
8. Бадецкий А. П., Медведь О. А. Онтологический подход к разработке единой базы знаний мультимодальных перевозок / А.П. Бадецкий, О.А. Медведь // Известия Петербургского университета путей сообщения. — СПб.: ПГУПС, 2023. Т. 20. Вып. 1. С. 182–193. DOI: 10.20295/1815-588X-2023-1-182-193

УДК 656.02

ИГРОВАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ВАГОННЫМИ ПАРКАМИ

А.П. Бадецкий

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора
Александра I, Российская Федерация

Введение. В настоящее время парк грузовых вагонов на сети ОАО «РЖД» составляет более 1,4 млн. единиц подвижного состава, при этом порядка 200 тысяч из них являются избыточными, что может послужить основанием для признания неэффективности существующей системы управления вагонным парком. Но это утверждение не совсем соответствует действительности. До сих пор не разработано инструментов для управления приватными вагонными парками, подобных тому, что использовался для регулирования парка инвентарного. ОАО «РЖД» может централизованно управлять вагонами только тех операторов, с которыми заключили договор, но и это не гарантирует оптимальности результата. Кроме того, механизмы, по которым функционирует рынок железнодорожных перевозок, диктуют свои условия. В этом заключается научная проблема управления вагонными парками компаний-операторов в современных условиях. В данной статье рассматривается возможность применения математической теории игр [1] для решения озвученной проблемы.

1. Аспекты теории игр применительно к перевозочному процессу. Игру Γ можно определить как процесс достижения своих целей минимум двумя сторонами (игроками). При этом цели могут быть противоположными, как в антагонистических играх, так и не иметь явно выраженного конфликта, как в коалиционных играх. Достижение целей игроков осуществляется путем реализации ими своих стратегий, приводящих, в зависимости от действий других игроков, либо к выигрышу, либо к проигрышу. Таким образом, математически игру можно описать следующим выражением:

$$\Gamma = \langle N, S_N, H_S \rangle \quad (1)$$

где N – множество игроков. Применительно к перевозочному процессу в качестве данного множества будут выступать операторы и владельцы подвижного состава, а также ОАО «РЖД» как перевозчик и владелец инфраструктуры общего пользования;

S_N – множество стратегий каждого игрока. Под стратегиями игроков будем понимать множество всех доступных им вариантов перевозки груза, номенклатуру грузов, объем, маршруты, периодичность перевозок и т.д. Для ОАО «РЖД» набор стратегий описывает варианты как работы с операторами (прием груза к перевозке или отказ, согласование заявленных объемов и т.д.), так и варианты использования своей инфраструктуры (предложение оператору альтернативного маршрута следования, смена станций заадресовки вагонов и т.д.);

H_S – функция выигрыша, определяющая для каждого набора стратегий игрока определенный выигрыш. Она должна определять не только прибыль операторов и ОАО «РЖД» от перевозки, но и технологические эффекты, возникшие в результате ее реализации, для последнего.

Перевозочный процесс определим как бесконфликтную игру. В самом деле, его целью является удовлетворение потребностей экономики, народного хозяйства, государственных и частных предприятий (и так далее) с минимальными затратами. Соответственно, и цели всех участников перевозочного процесса направлены на достижение этого же результата. Однако стоит отметить, что каждый оператор или владелец подвижного состава преследует свою цель, выраженную в виде снижения собственных издержек и повышении прибыли от перевозки. При этом зачастую при планировании перевозки не учитывается технологический аспект работы железных дорог. Поэтому конфликт здесь проявляется неявно, в процессе достижения данных целей.

Дж. Нэш [2,3], определил деление бесконфликтных игр на два непересекающихся класса – кооперативные и бескоалиционные. Их отличие состоит в том, что в кооперативных играх допускается как свободный обмен информацией между игроками, так и заключение принудительных соглашений между ними. Бескоалиционные игры данные возможности исключают. С этой точки зрения перевозочный процесс представляет собой кооперативную игру.

Дж. Харшаньи и Р. Зельтен [4] расширили данную трактовку, определив, что бескоалиционная игра моделируется в предположении, что игроки неспособны связывать себя какими-либо обязательствами за исключением тех случаев, когда развернутая форма игры наделяет их способностью это делать. Поэтому с данной точки зрения перевозочный процесс может рассматриваться и как бескоалиционная игра.

2. План перевозок как ситуация равновесия. Ситуацией равновесия в перевозочном процессе будем называть план перевозок, который для всех участников перевозочного процесса обеспечивает минимум затрат на груженный пробег, минимум порожнего пробега подвижного состава к местам погрузки, минимум отклонений заявок на перевозку и максимум прибыли, то есть задача является многокритериальной с разнонаправленными критериями. Целевую функцию можно представить в виде:

$$\omega_1 \cdot E_{gp} + \omega_2 \cdot E_{nop} + \omega_3 \cdot D + \omega_4 \cdot (-P) \rightarrow \min \quad (2)$$

где E_{gp} – суммарные затраты на груженный пробег по всем участникам перевозочного процесса;

E_{nop} – аналогично, на порожний пробег;

D – уровень выполнения заявок на перевозку;

P – прибыль от реализации плана перевозок;

$\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4$ – весовые коэффициенты, показывающие важность каждого критерия относительно других.

Расчет возможных исходов для последующего нахождения ситуации равновесия предлагается осуществлять с использованием методов обучения с подкреплением [5], доказавшими свою эффективность при работе с комбинаторными задачами большой размерности.

Выбор исхода, соответствующего искомой ситуации равновесия, предлагается осуществлять путем нахождения вектора Шепли [6]. Он служит для оптимального распределения общего выигрыша коалиции в зависимости от механизма ее формирования и вклада конкретного игрока в этот выигрыш:

$$\Phi(v_i) = \sum_{i \in K} \frac{(k-1)!(N-k)!}{N} \cdot (v(K) - v(K \setminus i)) \quad (3)$$

где K – коалиция, сформированная в определенном порядке;

k – количество участников коалиции;

i – определенный участник коалиции, примкнувший к ней в соответствии с механизмом ее формирования;

$v(K) - v(K \setminus i)$ – вклад i -го по счету игрока, примкнувшего к коалиции, в ее общий доход;

v – характеристическая функция кооперативной игры.

По сути, вектор Шепли показывает, сколько может потерять каждый игрок, действуя отдельно (в нашем случае – несогласованно с остальными участниками перевозочного процесса), по сравнению с кооперативным (в нашем случае – согласованным) поведением.

Заключение. Эффективное и качественное управление приватным вагонным парком является одной из важнейших задач эксплуатационной работы железных дорог, так как напрямую влияет на продовольственную, энергетическую, экономическую и оборонную безопасность страны. Представленная в самом общем виде игровая модель, безусловно, требует дальнейшей проработки и соответствующей детализации, что является предметом дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нейман Дж. фон. Теория игр и экономическое поведение / Дж. фон Нейман, О. Моргенштерн – М.: Наука, 1970. – 707 с.
2. Nash J. F. Equilibrium Points in n -Person Game // Proceedings of the National Academy of Sciences (US). 1950. №36. P. 48-49
3. Nash J.F. Non-Cooperative Games // Annals of Mathematics. 1951. №54. P. 286-295
4. Харшаньи Дж., Зельтен Р. Общая теория выбора равновесия в играх / Дж. Харшаньи, Р. Зельтен – СПб.: Экономическая школа, 2001. – 424 с.
5. Badetskii A.P., Medved O.A. Choice of Cargo Delivery Option in Multimodal Connection Based on Reinforcement Learning // Journal of Physics: Conference Series. 2021. Vol. 2131, No. 3. P. 032103. DOI 10.1088/1742-6596/2131/3/032103. – EDN JMKPYM.
6. Shapley L.S. A Value for n -Person Games // Contributions to the Theory of Games / Ed. by H.W. Kuhn, A.W. Tucker. Princeton: Princeton University Press, 1953. Vol. 2. P. 307-317. (Annals of Mathematics Studies. N. 28)

ОПЕРАТИВНАЯ КОРРЕКТИРОВКА НИТОК ГРАФИКА СБОРНЫХ ПОЕЗДОВ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕСТНОЙ РАБОТЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ УЧАСТКЕ

И.Л. Панченкова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Организация местной работы на железнодорожных участках представляет собой одну из наиболее сложных и многокомпонентных задач эксплуатационной деятельности, требующую учета множества факторов: неравномерности вагонопотоков, ограничений пропускной способности, технологических нормативов обработки составов и режимов работы локомотивных бригад. Сборные поезда, следующие между техническими станциями с остановками на промежуточных и грузовых станциях участка, обеспечивают развоз местного груза и сбор вагонов после выполнения грузовых операций. Согласно действующей технологии, сборные поезда отправляются с технических станций строго по нормативному графику движения независимо от наличия вагонов назначением на станции их работы [1].

Сложившаяся практика приводит к ситуации, когда при отсутствии на какой-либо промежуточной станции вагонов для отцепки или прицепки сборный поезд тем не менее останавливается на данной станции и находится на ней до времени отправления согласно нормативному графику. Формально это решение обеспечивает соблюдение графика и предсказуемость заполнения пропускной способности участка, однако оно не учитывает возникающий непроизводительный простой локомотива и вагонов состава, следующих назначением на другие станции участка [2].

Актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности использования подвижного состава в условиях ограниченности ресурсов и возрастающих требований к скорости доставки грузов. Целью работы является разработка и теоретическое обоснование методики оперативной корректировки характера следования сборных поездов по участку в зависимости от фактического наличия местной работы на промежуточных станциях при соблюдении ограничений пропускной способности.

Анализ существующей технологии организации работы сборных поездов. Сборные поезда относятся к категории местных поездов и предназначены для обслуживания промежуточных станций участка. Они формируются на сортировочных или участковых станциях и следуют по участку с остановками на всех или определенных технологией промежуточных станциях для отцепки вагонов, прибывших под выгрузку, и прицепки вагонов, погруженных на этих станциях [3]. В теории организации местной работы оптимальная схема прокладки сборных поездов определяется на основе технико-экономических расчетов, учитывающих вагоно-часы простоя на промежуточных станциях и локомотиво-часы нахождения локомотива на

участке. Традиционно рассматриваются две принципиальные схемы взаимного расположения сборных поездов четного и нечетного направлений, и выбирается вариант, обеспечивающий минимальный простой местных вагонов [4].

Однако существующие методики расчета исходят из детерминированного характера местной работы – предполагается, что на каждой промежуточной станции ежесуточно выполняется стабильный объем грузовых операций. В реальных условиях вагонопотоки подвержены существенной суточной и внутрисуточной неравномерности, что определяет необходимость развития методов оперативного управления местной работой, обеспечивающих гибкость и устойчивость перевозочного процесса [1].

Необходимо также учитывать, что сборные поезда выполняют важную функцию обеспечения взаимодействия между транзитными и местными вагонопотоками, и любое изменение технологии их пропуска должно быть тщательно обосновано с позиций системного подхода.

Проблема непроизводительных простоев при строгом следовании графику. Рассмотрим типовой железнодорожный участок между техническими станциями A и B , включающий множество промежуточных станций $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. Сборный поезд № 3401 отправляется со станции A в момент времени T_A и следует с остановками на станциях, предусмотренных технологией местной работы.

В определенные сутки может сложиться ситуация, когда на одну или несколько промежуточных станций отсутствуют вагоны для отцепки (нет прибывших под выгрузку) и нет вагонов для прицепки (нет погруженных или подготовленных к отправлению). При действующей технологии поезд обязан:

1. Остановиться на данной станции, что влечет затраты кинетической энергии на торможение и последующий разгон, а также дополнительный износ тормозных систем и колесных пар;

2. Находиться на станции до времени отправления согласно нормативному графику, занимая станционные пути и потребляя топливо или электроэнергию на холостом ходу.

В результате возникает непроизводительный простой локомотива и вагонов в составе, следующих на другие станции участка. При этом пропускная способность участка используется неэффективно – нитка графика занята поездом, который мог бы быть пропущен ранее или позднее с высвобождением времени для пропуска других поездов.

Количественная оценка этих потерь может быть выражена следующим образом. Пусть на участке имеется m промежуточных станций, на каждой из которых предусмотрена остановка продолжительностью $t_{ост}$ (как правило, 30 минут согласно технологии [3]). Если в конкретные сутки на k станциях отсутствует работа, то суммарные потери времени составляют $k \times t_{ост}$. При стоимости 1 часа простоя магистрального локомотива $C_{лок}$ и среднем количестве вагонов в составе $N_{ваг}$ со среднесуточной стоимостью содержания $C_{ваг}$, экономические потери за одни сутки составляют:

$$L = k \times t_{ост} \times (C_{лок} + N_{ваг} \times C_{ваг}) \quad (1)$$

При $k = 2$ (всего две станции без работы из десяти) и $t_{ост} = 0.5$ часа, $C_{лок} = 5000$ руб./час, $N_{ваг} = 50$, $C_{ваг} = 100$ руб./час, суточные потери достигают

$5000 \times 1 + 50 \times 100 \times 1 = 10000$ рублей только за счет простоя, не считая затрат на торможение и разгон. В годовом исчислении для одного сборного поезда это может составить до 3-4 миллионов рублей.

Концепция оперативной корректировки следования сборных поездов. Предлагается изменить технологию организации работы сборных поездов, предоставив поезвному диспетчеру (ДНЦ) право оперативно корректировать характер следования сборного поезда по участку в зависимости от фактического наличия местной работы на промежуточных станциях. Данная концепция базируется на принципах адаптивного управления перевозочным процессом и учитывает современные тенденции цифровизации железнодорожного транспорта.

В первую очередь, необходимо классифицировать режимы следования для каждого сборного поезда на основе анализа наличия вагонов для отцепки/прицепки могут. При этом могут устанавливаться следующие режимы следования:

1) полный режим – остановка на всех станциях, предусмотренных технологией (при наличии работы на всех станциях или на большинстве из них, когда экономия от пропуска остановок не компенсирует организационных сложностей);

2) сокращенный режим – остановка только на станциях, где фактически есть работа (при наличии работы на части станций);

3) транзитный пропуск – следование без остановок по всему участку (при отсутствии работы на всех станциях).

Математически решение об остановке на станции s_i принимается при выполнении условия:

$$(a_i + b_i) \geq 1, \quad (2)$$

где a_i – наличие вагонов для отцепки (бинарная переменная),

b_i – наличие вагонов для прицепки (бинарная переменная).

Решение об изменении режима следования должно приниматься на основе комплексного анализа следующих факторов:

- данные о наличии груженых вагонов назначением на каждую промежуточную станцию (отцепка), получаемые из автоматизированной системы оперативного управления перевозками;

- данные о наличии погруженных или подготовленных к отправлению вагонов на промежуточных станциях (прицепка), формируемые на основе информации от станционных технологических центров;

- прогноз готовности груза к моменту прибытия поезда на станцию с учетом технологического времени на погрузку и оформление документов;

- текущая поездная обстановка на участке и пропускная способность ограничивающих перегонов.

Критически важным является учет ограничений пропускной способности участка. Как отмечается в литературе по организации движения, пропускная способность участка определяется наиболее загруженным перегоном и зависит от типа графика, средств сигнализации и централизации, а также системы тяги [5]. Поэтому любое изменение в движении сборного поезда должно согласовываться с общей схемой пропуска поездопотоков.

Математическая формализация задачи оптимизации. Задача оперативной корректировки может быть сформулирована как задача оптимизации с

ограничениями. Пусть $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – вектор решений об остановках на станциях s_i ($x_i = 1$ – остановка, $x_i = 0$ – проследование без остановки). Тогда целевая функция минимизации общих затрат имеет вид:

$$(X) = \sum [(a_i + b_i) \times C_{\text{раб}} + (1 - (a_i + b_i)) \times C_{\text{простой}} \times x_i] \times t_{\text{ост}} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $C_{\text{раб}}$ – стоимость выполнения грузовых операций при наличии работы (условно-постоянная составляющая, включающая затраты на маневровую работу),

$C_{\text{простой}}$ – стоимость 1 часа непроизводительного простоя.

При этом должны выполняться ограничения:

1) ограничение по пропускной способности – время занятия перегонов сборным поездом должно укладываться в интервалы, свободные от пропуска других категорий поездов, особенно пассажирских и ускоренных грузовых.

2) ограничение по времени работы локомотивных бригад – непрерывная продолжительность работы бригады не должна превышать установленных норм (как правило, не более 12 часов).

3) ограничение по стыковке с расписанием на технических станциях – прибытие на конечную станцию должно обеспечивать своевременную подачу локомотива под следующий поезд или в депо согласно графику оборота.

4) технологическое ограничение – при наличии работы хотя бы на одной станции, поезд не может следовать по транзитному варианту (необходимо обеспечить доставку вагонов).

Основным ограничивающим фактором при оперативной корректировке является пропускная способность участка. Преждевременное прибытие сборного поезда на техническую станцию может создать дополнительные трудности с приемом поезда и обеспечением локомотива. Задержка отправления с начальной станции может привести к конфликтам с другими поездами на графике.

Для учета этих факторов предлагается использовать метод "временных окон" или технологических коридоров. Для каждого сборного поезда устанавливается не жесткая нитка отправления, а интервал возможного отправления $[T_{\min}, T_{\max}]$, определяемый:

- $T_{\min}$ – минимально допустимое время отправления, обеспечивающее прибытие на конечную станцию не ранее технологического времени обработки и не создающее конфликтов с пассажирскими поездами на перегонах;

- $T_{\max}$ – максимально допустимое время отправления, обеспечивающее выполнение графика оборота локомотива и бригад, а также прибытие на конечную станцию до закрытия технологических окон.

Внутри этого коридора диспетчер имеет право выбирать фактическое время отправления и режим следования. Такой подход согласуется с современными исследованиями в области оперативного управления перевозками, где предлагается использование "гибких" расписаний с возможностью адаптации к текущим условиям.

Более формально, для каждого перегона j между станциями s_j и s_{j+1} должно выполняться условие:

$$t_{\text{приб}}(j+1) - t_{\text{отпр}}(j) \in [t_{\text{хода_min}}, t_{\text{хода_max}}], \quad (4)$$

где $t_{\text{приб}}(j+1)$ – время прибытия на станцию s_{j+1} ,

$t_{\text{отпр}}(j)$ – время отправления со станции s_j ,

$t_хода_min$ и $t_хода_max$ – минимальное и максимальное время хода по перегону с учетом возможных скрещений и обгонов.

При этом время прибытия на станцию $s_{\{j+1\}}$ должно быть синхронизировано с графиком обработки поезда на данной станции, особенно если на ней предусмотрены маневровые работы.

Эффективность предлагаемой технологии может быть оценена по комплексу показателей, характеризующих различные аспекты перевозочного процесса (таблица 1).

Таблица 1

Влияние предлагаемых технологических решений на показатели перевозочного процесса

№ п/п	Показатель	Достижимый эффект	Результат
1.	Эффективность использования локомотивов рабочего парка	При исключении остановок на станциях без работы сокращается непроизводительный простой локомотивов и не занимают станционные пути	Для электрифицированных участков дополнительно учитывается экономия электроэнергии на разгон-торможение, которая может достигать 15-20% от расхода на движение
2.	Оборот вагона	Сокращение времени нахождения вагонов в составе сборного поезда за счет исключения непроизводительных остановок позволяет ускорить оборот вагона и, соответственно, сократить потребный рабочий парк	При нормативе стоимости вагоно-часа 100-150 рублей экономия для одного сборного поезда может составить до 1-1,5 млн рублей в год
3.	Участковая скорость	Участковая скорость сборных поездов возрастает пропорционально сокращению времени стоянок	Если доля стоянок в общем времени нахождения на участке составляет 30-40%, то исключение 20% остановок повышает участковую скорость на 6-8%, что улучшает общие показатели использования подвижного состава
4.	Коэффициент использования пропускной способности	Сокращение времени занятия перегонов и станционных путей создает резервы пропускной способности для пропуска других категорий поездов	Снижение времени занятия перегонов сборными поездами позволяет увеличить пропускную способность или снизить коэффициент ее использования для создания резервов.

Заключение. Переход от строгого следования сборных поездов нормативному графику к оперативной корректировке их движения на основе фактического наличия местной работы является важным резервом повышения эффективности использования подвижного состава и пропускной способности железнодорожных участков. Предлагаемая технология позволяет:

- исключить непроизводительные простои локомотивов на промежуточных станциях за счет отказа от остановок при отсутствии работы;

- сократить время доставки местных вагонов за счет исключения нецелевых стоянок;
- повысить участковую скорость сборных поездов и улучшить показатели использования подвижного состава;
- создать резервы пропускной способности для пропуска других категорий поездов, что особенно важно в условиях интенсивного движения.

При этом соблюдение ограничений пропускной способности и согласованность с графиком движения других поездов обеспечивается путем установления для каждого сборного поезда технологического коридора отправления и учета текущей поездной обстановки. Математическая формализация задачи позволяет автоматизировать процесс принятия решений и минимизировать субъективный фактор.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку математических моделей и программных средств поддержки принятия диспетчерских решений по пропуску сборных поездов в режиме реального времени, а также на экономическое обоснование эффективности предлагаемых мероприятий с учетом конкретных условий эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зубков В.Н. Управление местной работой: теория, методология, инструментарий / В.Н. Зубков. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2010. – 292 с.
2. Ковалев В.И. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте / В.И. Ковалев. – М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. – 264 с.
3. Широкова В.В. План формирования поездов: справочник / Широкова В.В., Широков А.П. – Хабаровск: ДВГУПС, 2008. – 84 с.
4. Сотников Е.А. Эксплуатационная работа железных дорог: состояние, проблемы, перспективы / Е.А. Сотников. – М.: Интекст, 2019. – 312 с.
5. Организация движения на железнодорожном транспорте / Под ред. В.А. Кудрявцева. – М.: Маршрут, 2017. – 408 с.

СЕКЦИЯ 2
Развитие технологий транспортного производства и перевозок
в транспортно-логистических системах

УДК 656.225.073.235:65.012.2

СИСТЕМА ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК ПРИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ
ГРУЗОПОТОКА

Н.А. Кекиш

Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь

Введение. Современный этап развития мировой логистики характеризуется ускоренной контейнеризацией грузопотоков. Контейнеризация, доказавшая свою эффективность в морских и мультимодальных перевозках, уже долгое время является одним из доминирующих трендов и на железнодорожном транспорте. Однако существующая система планирования железнодорожных перевозок, исторически ориентированная на массовые неконтейнеризированные сырьевые грузы (уголь, руда, нефть), перестает отвечать современным требованиям качества перевозок в аспектах гибкости, скорости и прозрачности, которые предъявляет контейнерный рынок. Альтернативой представляется концепция дифференцированного планирования железнодорожных перевозок, ключевым элементом которой должна стать технология бронирования контейнеро-мест (слотов) в контейнерных поездах по модели пассажирского сообщения. Данная технология имеет опыт применения за рубежом, уже неоднократно предлагалась к внедрению на ОАО «РЖД» [1, 2], однако до настоящего времени масштабно не реализована на практике по ряду причин. Тем не менее, на сегодняшний день технология движения контейнерных поездов по расписанию с бронированием контейнеро-мест в них представляется наиболее перспективной в сегменте немаршрутизированного контейнеропотока, поскольку максимально отвечает современным запросам грузовладельцев на качество сервиса доставки, особенно на рынке перевозки малых и средних партий высокомаржинальных грузов.

Основная часть. Существующая система планирования перевозок на железнодорожном транспорте базируется на следующих принципах:

- ориентир на вагон как основную единицу, объект планирования. Грузоотправитель подает заявку на перевозку (форма ГУ-12) с указанием рода груза и типа вагона;
- ориентир на месяц как основной горизонт планирования с последующей декадной разбивкой. Данный подход оправдан для стабильных и хорошо прогнозируемых грузопотоков;
- ориентир на приоритет массовых однородных грузов, на переработку которых настроены основные инфраструктурные подсистемы.

Эта традиционная система планирования слабо адаптирована к специфике формирования и продвижения немаршрутизированного контейнеропотока, основными отличительными чертами которой являются:

1. Дискретность сервиса контейнерной перевозки. Элементарной единицей планирования для контейнерного поезда является и вагон, и контейнер в зависимости от аспекта планирования. Для технического нормирования тягового обеспечения, учета ограничений по пропускной способности, количества ниток графика - всех параметров, существенно зависящих от длины состава, в качестве элементарной единицы планирования выступает вагон. Для клиента важнее аспекты, зависящие от количества контейнеров на вагоне, а этот параметр может варьироваться от 1 до 4, а в случае двухъярусной перевозки – теоретически от 1 до 8. Очевидно, что планирование формирования и продвижения контейнеропотока должно опираться на иные принципы по сравнению с формированием и продвижением вагонопотока, учитывая эту дуальность и вызываемую ей гораздо более высокую степень неопределенности. Планирование формирования и продвижения контейнеропотока должно учитывать дополнительные ограничения по сравнению с использованием вагонной парадигмы. Это не только состояние груженный/порожний и направление следования, но и конкретная масса каждого контейнера для определения возможных комбинаций для перевозки на одном вагоне, а также тип в случае использования специализированных коллапсируемых контейнеров на базе контейнера-платформы, количество которых на одном вагоне резко различается при следовании в порожнем и груженом направлениях.

2. Разрыв между заявкой на вагон и заявкой на контейнер. Подача заявки на фитинговую платформу за месяц при том, что поиск, заказ и доставка контейнера клиенту идет параллельно и контейнер зачастую появляется у клиента практически непосредственно перед отправкой, создает высокую волатильность и риски избыточных заявок или непредоставления заявленного груза. Если говорить о мелких и средних партиях высокотарифных грузов, которые составляют основную часть немаршрутизированного контейнеропотока, то для них этот разрыв особенно критичен, так как для рынка этих товаров характерна высокая динамика и короткие сроки поставок. Клиент объективно не может планировать отправку на длительный период, ее может рисковать невыполнением срока поставки товара, что в данном сегменте транспортного рынка неизбежно приводит его к выбору автотранспорта с более гибкой моделью планирования перевозок и лишает железнодорожный транспорт потенциальной прибыли.

3. Неэффективность модели оборота вагонов. Фитинговые платформы вынуждены либо простаивать в ожидании накопления «ядра» поезда, либо отправляться с недогрузом, так как существующая система имеет ограничения на оперативную замену одного клиента другим.

Для преодоления недостатков традиционной системы планирования в отношении контейнеризированного грузопотока предлагается внедрение системы дифференцированного планирования контейнерных перевозок, которая разделяет контейнеропотоки по степени прогнозируемости сроков отправки, величине отправок и требованиям к сервису. Концепция системы предполагает выделение двух основных контуров:

- контур А – стратегический базовый контур для крупных грузоотправителей с устойчивыми, регулярными грузопотоками (например, крупные торговые сети, производственные комплексы со стабильной схемой поставок сырья и сбыта готовой продукции). Планирование в контуре А осуществляется для отправительских контейнерных маршрутов и крупных групповых контейнерных отправок на долгосрочной основе (квартал, месяц); предоставляется гарантией выполнения объема (нити графика для обслуживания этого контейнеропотока жестко закреплены за ним по количеству в течение оговоренных интервалов внутри планируемого периода); ставки тарифа на планируемый период фиксируются на момент подтверждения заявки. В целом, технология планирования в контуре А аналогична существующей;

- контур В – динамический спотовый контур для немаршрутизированного контейнеропотока: средних и мелких грузоотправителей, экспедиторов, а также для пиковых нагрузок (дополнительные заявки крупных грузоотправителей) и разовых партий. Планирование в контуре В осуществляется в реальном времени через систему бронирования контейнеро-мест. Количество контейнеро-мест и расписание движения контейнеро-поездов фиксированное, ставки за бронирование контейнеро-места изменяются динамически. Переход от вагоно-ориентированного подхода к место-ориентированному является ключевым для контура В. Предоставление контейнеро-места (слота) становится основным товаром сервиса. Это виртуальная единица, гарантирующая погрузку контейнера определенного типа (20' DC, 40' HC и т.д.) на конкретный поезд, отправляющийся по установленному расписанию. При этом физическое место расположения контейнера в поезде определяет оператор контейнерного сервиса, исходя из технических и технологических ограничений.

Для реализации контура В (динамического планирования) необходима разработка и внедрение цифровой платформы бронирования, которая должна функционировать по аналогии с продажей билетов на пассажирские поезда, но с учетом специфики контейнерной перевозки. Предлагается следующая технология работы сервиса бронирования контейнеро-мест.

Оператор сервиса, исходя из предварительного анализа спроса, технических, технологических и инфраструктурных ограничений формирует и публикует в цифровой системе расписание движения контейнерных поездов по полигону их обращения с указанием количества доступных контейнеро-мест и их текущей стоимости. Текущая стоимость контейнеро-места на конкретный поезд динамически изменяется в зависимости от глубины бронирования, дня недели, сезонности и текущей загрузки поезда.

Клиент (грузоотправитель или экспедитор) в личном кабинете системы выбирает подходящий рейс и резервирует необходимое количество контейнеро-мест (например, 5 мест под 40-футовые контейнеры). На этом этапе фиксируется цена. Для подтверждения бронирования клиент вносит предоплату (частичную или полную). Система генерирует уникальный код бронирования, который привязывается к каждому зарезервированному контейнеро-месту. При каждом бронировании в системе по введенным данным о параметрах контейнеров (типоразмер и масса) производится расчет допустимых комбинаций контейнеров на вагонах для

соблюдения технических ограничений и формируется текущая схема загрузки состава.

За определенный установленный срок до отправления поезда, например, за 24–48 часов, клиент обязан ввести в систему точные номера контейнеров, которые будут погружены на забронированные места. Если контейнер до истечения установленного срока не указан, бронь аннулируется (с возможным штрафом), либо клиент может перенести бронь на другой рейс (за отдельную плату). После наступления этого срока формируется окончательная схема размещения контейнеров в составе. Все грузовладельцы, успешно забронировавшие перевозку, получают в личном кабинете системы сообщение о номерах своих слотов. Данное сообщение является разрешением для завоза контейнера на терминал. Контейнер завозится на терминал, где по номеру бронирования автоматически определяется его место в поезде (конкретный слот, связанный с номером платформы).

Внедрение данной модели невозможно без серьезных изменений в существующих подходах к планированию, оформлению и тарификации контейнерных перевозок:

- раздельное планирование в контурах А и В;
- отказ от подачи месячной заявки в контуре В. Юридически значимым документом должен стать договор публичной оферты на сайте оператора контейнерной перевозки, акцептом которого является бронирование и оплата слотов. Таким образом, планирование в контуре В фактически разделяется на 2 этапа: технологическое планирование (формирование расписания) и коммерческое планирование (купля-продажа услуги);

- введение гибких ниток графика для контейнерных поездов, планирование перевозок в которых осуществляется в рамках контура В. Если на конкретный рейс не продано достаточного количества мест (ниже порога безубыточности или другого подобного лимита, оговоренного правилами сервиса), оператор контейнерной перевозки имеет право за 48–72 часа отменить этот рейс или объединить его со следующим, передав на него контейнеры (с согласия грузовладельцев) заблаговременно;

- динамическое тарифообразование для контура В вместо регулируемых тарифов на железнодорожные контейнерные перевозки;

- соответствующие изменения в нормативной базе, регулирующие права, обязанности и ответственность грузовладельцев и перевозчиков в рамках использования нового сервиса;

- интеграция сервиса бронирования с системами управления терминалами и системами оформления перевозочных документов для обмена информацией в режиме реального времени и исключения дублирования ввода одних и тех же данных

Внедрение системы дифференцированного планирования с функцией бронирования даст следующие преимущества:

- для клиентов: гарантии отправки, возможность оперативного планирования своей логистики, гибкость в варьировании объемов отправки

- для перевозчика/оператора контейнерного сервиса: увеличение доходности за счет динамического ценообразования и оптимизации загрузки, увеличение объемов перевозок за снижения технологического порога входа клиентов с мелкими и

средними партиями груза, более эффективная организация оборота подвижного состава за счет оптимизации бронирования обратного рейса.

Заключение. Предлагаемая система дифференцированного планирования с акцентом на бронирование контейнеро-мест позволит железнодорожному транспорту не только сохранить, но и значительно усилить свои позиции в борьбе за высокомаржинальные и чувствительные к соблюдению срока доставки грузы, которые сегодня уходят на автомобильный транспорт. Это потребует значительных усилий по цифровизации, учету и минимизации возникающих новых рисков, изменению нормативной базы и менталитета участников перевозочного процесса, но альтернативой этому является потеря конкурентоспособности в сегменте, стратегически важном для железнодорожного транспорта в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочнева Д.И., Сизый С.В., Чан Х. Методика оптимального размещения контейнеров в поездах при наличии грузовых операций в пути следования // Мир транспорта. 2021. Т.19. № 1. С. 174–193.
2. Кочнева Д.И., Чан Х. Модель планирования маршрутных контейнерных поездов с грузовыми операциями в пути следования // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. 2020. № 4(48). С. 46–55.

УДК 656.2

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ КОЛЕИ 1520 ММ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА «СЕВЕР – ЮГ»

И.А. Еловой, М.М. Колос

Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь

Введение. Международный транспортный коридор «Север – Юг» рассматривается экспертами и участниками транспортного рынка как один из ключевых элементов транспортного каркаса Евразии, позволяющий обеспечить передачу грузов с или на широтные евразийские транспортные коридоры. Надёжное функционирование МТК «Север – Юг» обеспечивает выполнение перевозок по кратчайшим расстояниям между странами Европы, Центральной Азии и государствами глобального Юга. Вооруженный конфликт в Иране безусловно ставит перевозки по этому коридору на паузу, однако в долгосрочной перспективе его экономический потенциал представляется значительным.

Планы интенсификации работы коридора «Север – Юг». Железные дороги Ирана являются государственными, вместе с тем подвижной состав полностью приватизирован. Парк грузовых вагонов, по состоянию на 2021 год, составляет более 20500 единиц, локомотивов – более 640 единиц. Подавляющая часть локомотивов произведена компанией General Motors еще до Исламской революции в 1970-е годы и работает на дизельной тяге. При этом в Иране используется колея двух форматов: стандартная (1435 мм) и широкая (1676 мм), которая соединяет Иран с железными дорогами Пакистана. [1]

Железные дороги Ирана соединяют страну с Азербайджаном по станциям Астара и Джульфа. На иранской станции Астара прибывший из Азербайджана груз выгружается из вагонов и автомобильным транспортом отправляется на станцию Решт в провинции Гилян для дальнейшего отправления, например в порт Бендер-Аббас. Станция Джульфа соединяла Иран с бывшим Советским Союзом, однако после разрушения железнодорожных путей, соединяющих страну с Арменией, имеет сообщение только с Нахичеванским регионом Азербайджана и не играет значимой роли в функционировании коридора.

Морские грузоперевозки из Ирана осуществляются из трех основных портов: Бендер-Энзели, Шахид Раджаи (он же Бендер-Аббас) и Амирабад. По данным Азиатского банка развития на 2021 год порт Бендер-Аббас характеризовался следующим образом: вместимость порта – 130,0 млн. т. /год; Комбинированная пропускная способность – 100,0 млн. т.; вместимость контейнеров 3300,0 тыс. ДФЭ в год; контейнерооборот – 2 600,0 тыс. ДФЭ [2].

Отсутствие полноценного железнодорожного сообщения между Азербайджаном и Ираном обуславливает значительную сложность в организации перевозок по данному маршруту. Тем не менее по информации РТЭУП «БЕЛИНТЕРТРАНС – транспортно-логистический центр» Белорусской железной дороги, перевозки транзитом через Иран были возможны с использованием следующих логистических схем [3]:

доставка по железным дорогам России, Казахстана, Туркменистана, Ирана до порта Бендер-Аббас и далее морским транспортом до портов Нава-Шева, Мундра (Индия);

доставка по железным дорогам России, Азербайджана, перегруз на автомобильный транспорт по станциям Апшерон и Астара, автодоставка до порта Бендер-Аббас и далее морским транспортом до портов Нава-Шева, Мундра (Индия).

Частично проблему повышения провозной способности железных дорог в порт Бендер-Аббас решает строительство железнодорожных путей между станциями Астара-Решт, что подтверждалось Постоянной Российско-Иранской комиссией по торгово-экономическому сотрудничеству [4]. Однако различная ширина колеи в России, Азербайджане (1520 мм) и Иране (1435 мм) делают необходимым перегрузку контейнеров на границе между Азербайджаном и Ираном, что усложняет процесс перевозки, увеличивает срок доставки и стоимость.

В 2024 году в России был представлен проект по развитию западной ветви международного транспортного коридора «Север-Юг». Его авторы предложили построить новую железную дорогу с единой колеей в 1520 мм, которая свяжет Россию с иранскими портами Персидского залива.

В случае реализации проект может стать крупнейшей стройкой. По оценкам, в нем может быть задействовано до 40 тыс. человек, 100 тыс. тонн металлических конструкций, 40 млн куб. бетона. Общая длина укладки рельс должна составить 6,5 тыс. км. Начать строительство планировалось в конце 2025-го, а завершение проекта было намечено на 2031 год [5].

В этом проекте был предложен новый вариант прохождения трассы между Азербайджаном и Ираном. В качестве альтернативы участку Решт – Астара предлагалось соединение между Имишли (Азербайджан) и Парсабадом (Иран). По

предварительным подсчетам, грузопоток на новой железной дороге к 2030 году должен составить 30 млн тонн. Основным оператором проекта выступит ОАО «Российские железные дороги», а грузовую базу составят зерно, контейнеры, металлы, удобрения, уголь и нефтегазохимия.

Правовой режим функционирования железной дороги колеи 1520 мм. Учитывая новизну поставленной задачи, целесообразно принять к рассмотрению и анализу несколько вариантов.

Вариант 1. Функционирование в рамках СМГС.

СМГС – это единый договор, регулирующий перевозки грузов по железным дорогам его участников (страны СНГ, Восточной Европы, Балтии, Финляндия, Монголия, Иран, Вьетнам и др.). Россия, Азербайджан и Иран на сегодняшний день являются сторонами СМГС.

Преимуществами функционирования в правовом режиме СМГС являются следующие факторы:

- возможность применения накладной СМГС, как одного перевозочного документа на весь путь следования;
- наличие стандартизированных и годами отработанных правил в отношении норм ответственности железных дорог, сроков доставки, порядка предъявления претензий и исков;
- относительная простота оформления железнодорожной перевозки и передача груза на станции отправления договорному перевозчику, отсутствие необходимости каждый раз согласовывать условия и заключать договоры с каждой железнодорожной администрацией;
- работа в рамках СМГС облегчает взаимодействие иранских железных дорог (RAI) с РЖД и Азербайджанскими железными дорогами (ADY), которые имеют многолетний опыт работы в этой системе.

К недостаткам правового режима СМГС можно отнести:

- жесткость системы регламентации СМГС, которая не всегда подходит под нужды конкретного, уникального проекта;
- отсутствие реализации гибкой тарифной политики в рамках СМГС может привести к недостаточно конкурентному уровню тарифов по сравнению с морскими перевозками, так как она (тарифная политика) привязана к внутренним тарифам железных дорог-участниц;
- СМГС регулирует только отношения между клиентом и железной дорогой, соглашение не охватывает многие сопутствующие сферы логистики, влияющие на конкурентоспособность всего транспортного коридора в целом: таможенное оформление, складские услуги, страхование, возможность реализации мультимодальных перевозок;
- СМГС не решает вопросы согласования технических и эксплуатационных норм для новой высоконагруженной магистрали (расписание, приоритет пропуска составов, ремонт).

Вариант 2. Функционирование в рамках Межправительственных Соглашений (МПРС).

Преимуществами МПРС между Россией, Азербайджаном и Ираном являются максимальная гибкость и целеполагание:

- соглашение формулируется под конкретный проект, в него можно включить не только железнодорожные перевозки, но и таможенные процедуры, санитарный контроль, вопросы безопасности, экологии, создания совместных операторов железнодорожных перевозок;

- становится возможным установление особого транзитного тарифа, чтобы сделать коридор коммерчески привлекательным;

- становится возможным создание специальных органов управления, что позволит оперативно решать технические вопросы, распределять пропускную способность, заниматься продвижением и маркетингом коридора как единого продукта;

- можно внедрить цифровые решения – единое окно для оформления документов, сквозное электронное сопровождение груза, предварительное таможенное декларирование;

- четкое, стабильное и современное специальное соглашение – лучшая основа для привлечения крупных частных или государственных инвестиций в инфраструктуру и терминалы.

Очевидны и недостатки МПРС:

- создание такого многостороннего соглашения с нуля – чрезвычайно сложный и долгий процесс, который может затормозить запуск проекта на годы;

- может возникнуть конфликт юрисдикций СМГС и МПРС в государствах-членах – непонятно какой договор будет иметь приоритет в случае спора;

- СМГС имеет десятилетия судебной и арбитражной практики, новое МПРС будет *terra incognita*, и первые спорные ситуации потребуют выработки прецедентов, что несет риски для перевозчиков и грузовладельцев.

Вариант 3. Синтез СМГС и МПРС.

На практике для такого масштабного проекта, вероятнее всего, будет выбран гибридный подход, для которого базовым уровнем являются нормы СМГС. СМГС будет использоваться как техническая и правовая основа для собственно железнодорожной перевозки и оформления накладной.

Надстройкой является специальное МПРС, которое должно регулировать все, что выходит за рамки СМГС, например: создание и статус совместного оператора магистрали; льготные сквозные тарифы и принципы их распределения; приоритетный пропуск поездов по коридору; упрощенные таможенные и пограничные процедуры на внутренних границах коридора; вопросы безопасности и страхования; механизмы урегулирования споров (создание специального арбитража).

Гибрид «СМГС + МПРС» – представляется наиболее вероятным и сбалансированным вариантом. Он позволяет быстро начать перевозки, используя проверенную систему, и параллельно развивать специальный правовой режим, который со временем может стать основным, превратив дорогу в настоящий международный транспортный коридор с особым статусом.

Допуск перевозчиков на железнодорожную инфраструктуру. Допуск перевозчиков на железнодорожную инфраструктуру – это ключевой вопрос, который определяет, станет ли дорога закрытым клубом для национальных перевозчиков или платформой для развития конкуренции, это вопрос баланса между контролем, безопасностью и экономической эффективностью.

На этапе теоретического рассмотрения можно выделить как минимум три возможных режима допуска, каждый из которых характеризуется своими преимуществами и недостатками: режим ограниченного (закрытого) доступа только для национальных перевозчиков; режим регулируемого открытого доступа; гибридный режим с «сертификационными барьерами».

Режим 1: Ограниченный доступ (национальные перевозчики выступают в качестве операторов).

Право осуществлять перевозки по всей магистрали или ее сегментам имеют только национальные железнодорожные компании: РЖД (и ее дочерние предприятия), Азербайджанские Железные Дороги (ADY), Иранские Железные Дороги (RAI). Они работают либо каждая на своем участке, либо заключают между собой соглашения о сквозной перевозке. В такой модели грузоотправитель заключает договор с одним из национальных перевозчиков (например, с РЖД Логистика). ОАО «РЖД» как договорной перевозчик обеспечивает оформление накладной СМГС, остальные железные дороги (ADY, RAI в качестве последующих перевозчиков) обеспечивают выполнение перевозки на своих участках, действуя по единой накладной СМГС. Иностранные частные железнодорожные операторы на инфраструктуру не допускаются.

Преимуществами данного режима доступа являются:

- обеспечение контроля и безопасности перевозок – государства через «свои» компании полностью контролируют грузопоток. Легче обеспечивать таможенный, санитарный, фитосанитарный контроль, бороться с контрабандой;
- простота управления, которая достигается минимальным количеством игроков, согласованных на межправительственном уровне;
- защита интересов национальных компаний, обеспечивающая гарантированную загрузку и доход для РЖД, ADY, RAI;
- солидарная ответственность – легче предъявить претензии и распределить ответственность за ущерб в рамках соглашений между монополистами.

Недостатки рассматриваемого режима доступа:

- отсутствие конкуренции, вероятно, приведет к завышенным ценам, недостатку инноваций и плохому сервису. Это главная угроза для конкурентоспособности коридора с морскими маршрутами;
- «эффект слабого звена» – если один из национальных перевозчиков неэффективен (например, имеет старый парк локомотивов, что приводит к задержкам), это бьет по репутации всего коридора.

Режим 2: Регулируемый открытый доступ

Инфраструктура (путь, станции, энергоснабжение) принадлежит государству или консорциуму, но доступ к ней для осуществления перевозок открыт для квалифицированных перевозчиков на недискриминационной основе. Это модель, которая характерна для стран Евросоюза.

Создается независимый регулятор, который выдает лицензии на доступ. Критериями допуска могут быть: финансовая состоятельность, наличие страхования ответственности, сертифицированные локомотивы и вагоны, подготовленные машинисты (знание правил и, возможно, языков на всем маршруте), допуск службы безопасности.

В качестве перевозчиков могут выступать национальные компании (РЖД, ADY, RAI) или их дочерние логистические операторы (например, РЖД Логистика). В режиме открытого доступа допуск на инфраструктуру могут получить частные российские/азербайджанские/иранские операторы, а также иностранные операторы (например, казахский «КТЖ Экспресс», турецкие или китайские логистические компании).

Преимуществами являются:

- конкуренция и снижение тарифов – перевозчики конкурируют за клиентов, предлагая лучшие цены и сервис, что является главным драйвером роста грузопотока;
- стимул для национальных компаний – чтобы конкурировать, РЖД, ADY, RAI будут вынуждены повышать свою эффективность.

Недостатки и ограничения в реализации:

- сложность регулирования и обеспечения недискриминационного допуска – требуется мощный, беспристрастный регулятор и четкие, прозрачные правила игры, что сложно реализовать, учитывая региональные особенности;
- проблемы унификации – гипотетический машинист частного казахского оператора должен быть сертифицирован для работы в Иране, локомотив частного казахского оператора должен соответствовать техническим требованиям всех трех стран;
- вопросы обеспечения безопасности, что обуславливает наличие надежной системы проверки перевозчиков и их экипажей силовыми структурами всех трех стран;
- сопротивление государственных монополий – национальные железнодорожные перевозчики будут всеми силами лоббировать закрытую модель, опасаясь потери доходов.

Режим 3: Гибридный доступ с «сертификационными барьерами»

Компромиссный вариант, при котором доступ формально открыт, но фактически ограничен через жесткие технические и сертификационные барьеры.

Формально объявляется политика открытого доступа. Однако вводятся обязательные требования, которые «de facto» выполняют только национальные компании или их стратегические партнеры. Например, в отношении локомотивной тяги устанавливается правило, что на территории каждой страны тягу обеспечивает локомотив национального перевозчика (или арендованный у него). Это убивает конкурентный рынок, но решает проблемы сертификации и безопасности.

Фактически работать на маршруте смогут лишь несколько крупных игроков, заключивших партнерские соглашения с РЖД, ADY и RAI.

Режим 4: Наличие единого перевозчика, доступ всем остальным перевозчикам закрыт.

Создается юридическое лицо (железнодорожный оператор), которому три государства-учредителя (через свои национальные компании или напрямую) выдают эксклюзивное право осуществлять перевозки по всей магистрали. По ходатайству трех стран-участниц СМГС, железнодорожный оператор вносится в Приложение 5 как полноправная «железная дорога» – участница СМГС.

Железнодорожный оператор выступает либо в роли договорного перевозчика по СМГС, принимая груз от грузоотправителя в начальной точке маршрута (порт

Бенедер-Аббас) при перевозке в направлении Юг-Север, либо в роли последующего перевозчика, принимая груз от РЖД при перевозке в направлении Север-Юг. Железнодорожный оператор может владеть своим парком локомотивов и вагонов или арендовать тягу и персонал у национальных компаний (РЖД, ADY, RAI) на каждом участке.

Преимуществами являются:

- сквозное управление качеством – железнодорожный оператор заинтересован в том, чтобы стандарты скорости, безопасности и сервиса были одинаково высоки на всех участках, исчезает «эффект слабого звена»;
- единый оператор может оптимизировать графики движения, загрузку составов, обратные потоки порожних вагонов по всему маршруту и за счет этого минимизировать издержки;
- четкая бизнес-модель одного оператора проще для оценки и финансирования сторонними инвесторами;
- обход бюрократических барьеров за счёт того, что многие вопросы (распределение доходов, ответственность) решаются внутри железнодорожного оператора, а не на межгосударственном уровне.

Проблемами в реализации режима железнодорожного оператора, как единого перевозчика являются следующие:

- передача эксклюзивного права на международные перевозки частной (даже совместной) компании – это фактическая потеря контроля государств над стратегическим грузопотоком – это крайне чувствительный политический вопрос;
- отсутствие конкуренции внутри коридора за счет монополизации, со временем это может привести к завышению тарифов и снижению качества;
- сложность практической реализации – нужен беспрецедентный уровень доверия между странами, требуется уникальное МПРС, регулирующее статус, налоги, юрисдикцию и трудовые права персонала СП.

Резюмируя, проблема допуска перевозчиков упирается в фундаментальный выбор между контролем и получением стабильной ренты, с одной стороны, и рыночной эффективностью с ростом грузопотока – с другой. Для того чтобы коридор стал глобально успешным, рано или поздно придется двигаться в сторону регулируемого открытого доступа. Однако стартовать проект, скорее всего, придется в гибридном или даже закрытом режиме, чтобы преодолеть сопротивление национальных монополий, доказав жизнеспособность магистрали на первом этапе.

Выводы. Проект сооружения железной дороги 1520 мм по территории Ирана – проект мирового масштаба и сложности и не только в качестве инженерной задачи. Немаловажным является прогнозирование возможных проблем в сфере так называемой «мягкой логистики». Правовой режим функционирования и допуск перевозчиков на железнодорожную инфраструктуру – важнейшие, но далеко не исчерпывающие проблемы. Важнейшими аспектами являются, например, оценка грузовой базы и ее дисбаланс; формирование графика движения поездов с учетом путевого развития, мощности локомотивов и руководящих уклонов; проблема «последней мили» и развития инфраструктуры в порту Бендер-Аббас; доступ грузовладельцев к сервису, процедура планирования и документооборот; формирование тарифных условий, направленных на оценку полной стоимости

доставки «от двери до двери»; оценка временных издержек на преодоление таможенных барьеров, санитарного, фитосанитарного и ветеринарного контроля; вопросы страхования грузов и ответственности перевозчика на маршруте. Каждый из перечисленных аспектов заслуживает отдельного пристального внимания.

Несмотря на сложности в реализации, железная дорога колеи 1520 мм на территории Ирана имеет важное геополитическое и экономическое значение:

для России – прямой выход к Индийскому океану, альтернатива традиционному маршруту через Черное море и Суэцкий канал, что усиливает позиции в торговле со странами Южной Азии, Ближнего Востока и Африки;

для Азербайджана – превращение в ключевой транспортный хаб не только между Востоком и Западом, но и между Севером и Югом, обеспечивающий рост транзитных доходов и геополитической значимости;

для Ирана – мощный стимул для послевоенного восстановления, развития инфраструктуры, привлечение транзитных грузов, усиление связей с Евразийским экономическим союзом и странами Каспийского региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иран: тонкости логистики, транзита и фрахта // dairynews.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://dairynews.ru/news/iran-tonkosti-logistiki-tranzita-i-frakhta.html> (дата обращения 20.02.2026).
2. Обзорное исследование портов и логистики в странах ЦАРЭС. Март 2021. Азиатский банк развития // www.adb.org [Электронный ресурс]. URL: <https://www.adb.org/ru/publications/ports-logistics-scoping-study-carec-countries> (дата обращения 20.02.2026).
3. Сладкевич А. Н. Инновационные решения по организации логистических схем доставки экспортных грузов // Тихомировские чтения: Наука и современная практика технологий перевозочного процесса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп.; под общ. ред. А. А. Ерофеева. – Гомель: БелГУТ, 2023. – с. 29-35.
4. Россия и Иран продолжают реализацию проекта строительства железной дороги Решт – Астара. Пресс-релиз Министерства транспорта Российской Федерации от 17 Февраля 2026. // mintrans.gov.ru [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/12437> (дата обращения 20.02.2026).
5. Координационное Транспортное Совещание государств-участников СНГ. Альтернативный маршрут: Россия предложила построить новую железную дорогу из Азербайджана в Иран. Новости 30 октября 2024. // www.kts-cis.ru [Электронный ресурс]. URL: https://www.kts-cis.ru/novosti/novostnaya_lenta.html?page=37 (дата обращения 20.02.2026).

УДК 656.02

ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НСО В РАМКАХ МТК «СЕВЕР-ЮГ»

К.Д. Безвинюк, И.Н. Кагадий

Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Современное развитие логистики и международной торговли предъявляет новые требования к инфраструктуре и организации грузоперевозок. В условиях геополитической нестабильности и переориентации внешнеэкономических

связей России возрастает значимость альтернативных направлений транспортного взаимодействия. Среди наиболее востребованных межгосударственных сообщений для организации экспортно-импортных перевозок выступает транспортный коридор «Север-Юг», который на данный момент обеспечивает плотную связь между Российской Федерацией, Казахстаном, Туркменистаном, Ираном, странами Персидского залива, Южной Азии и т.д. с возможностью выхода на рынки Индии и Африки.

Методы решения задачи. В условиях геополитических изменений и переориентации экспортно-импортных потоков России особое значение приобретает диверсификация международных транспортных маршрутов. В настоящее время два стратегически значимых коридора (Транссибирская магистраль и МТК «Север-Юг») обеспечивают выход российских грузов на внешние рынки, но различаются по ряду критических параметров: географии, логистической структуре, стоимости перевозки, срокам доставки и развитости инфраструктуры. Новосибирск расположен в центре Евразийского транспортного пространства на пересечении ключевых транзитных маршрутов – в первую очередь Транссибирской магистрали и федеральных автодорог. Город расположен на пересечении направлений «Запад-Восток» (Москва – Владивосток) и «Север-Юг» (Урал – Казахстан – Средняя Азия), что обеспечивает ему стратегическое преимущество в формировании как транзитных, так и экспортных грузопотоков.

Новосибирск имеет мощную диверсифицированную транспортную инфраструктуру, включающую как железнодорожный узел с крупнейшей в Сибири сортировочной станцией Инская, международный аэропорт «Толмачево», принимающий как пассажирские, так и грузовые рейсы, так и развитую сеть федеральных и региональных автодорог (Р-254, Р-255, Р-256) с выходом к распределительным центрам, контейнерным терминалам и таможенным пунктам.

Анализ экономического развития Новосибирской области позволяет выделить множество отраслей промышленности, формирующих устойчивую и разнообразную номенклатуру грузов, в частности, аграрно-промышленный комплекс (зерно, мука, масличные культуры, комбикорма), машиностроение (станки, насосы, детали оборудования), химическая промышленность (удобрения, реактивы, полимеры), металлургия и стройматериалы (арматура, цемент, металлоконструкции) и лесопереработка (пиломатериалы, щепа, топливные гранулы). Такое разнообразие делает регион менее уязвимым к колебаниям в отдельных отраслях и позволяет адаптироваться к логистическим изменениям, включая переориентацию на южные рынки по маршрутам МТК «Север-Юг».

Анализ полученных данных. По итогам реализации инвестиционных проектов МТК Север-Юг планируется следующее [1, стр. 4-13]. Учитывая, что совокупный объем инвестиций по развитию транспортной инфраструктуры и технических мощностей коридора составляет порядка 17 млрд долл., то итоговый прирост пропускной способности оценивается в пределах 40 млн т. Причем значительный объем таких вложений приходится на модернизацию западного маршрута, в частности, в направлении Решт – Астара с ростом максимального уровня объема грузоперевозок до 10 млн т. По аналогичным проектам развития восточного маршрута планируется серьезное обновление технических возможностей нескольких

логистически важных погранпереходов, например, Ак-Яйла/Инче Бурун и Гермсар/Инче Бурун (Туркменистан и Иран). Одними из самых загруженных объектов инфраструктуры транскаспийского маршрута являются порты Астрахань и Оля, для которых предусмотрен комплекс работ по дноуглублению и существенному увеличению портовых мощностей. Стоимость проектов по модернизации составляет 3,2 млрд долл., что должно повысить объемы перевозок сухогрузов в Каспийском бассейне до 8 млн т. Отдельно отмечается, что совместные стратегические инициативы стран-участниц рассматриваемой экономической зоны взаимодействия позволят развить железнодорожные и автомобильные сообщения, в том числе при организации мультимодальных перевозок, что в совокупности даст прирост около 20 млн т.

Практическое приложение результатов. Несмотря на то, что Новосибирская область не является ключевым узлом основных маршрутов МТК «Север-Юг», которые проходят через Каспий и Юг России, она обладает рядом преимуществ, которые позволяют ей эффективно интегрироваться в международный коридор: регион обладает значительным транспортным и производственным потенциалом, который может быть реализован через развитие мультимодальных перевозок, модернизацию железнодорожной инфраструктуры и создание логистических центров. Так, например, по некоторым данным аналитических центров участие в МТК «Север-Юг» может увеличить объемы перевозок через Новосибирскую область на 15-20% к 2030 г. [2], что связано с ростом спроса на экспортно-импортные операции между Россией, Индией и Ираном. Кроме этого, согласно результатам исследования компании Ernst & Young [3], рост ВРП региона составит 5-7% к 2030 г., а создание новых рабочих мест в сфере логистики и смежных отраслях увеличит налоговые поступления в бюджет региона на 20%.

Грузовая база региона отличается высокой степенью диверсификации, что обеспечивает широкую номенклатуру экспортно-ориентированных грузов, пригодных для отправки в южном направлении. Среди востребованных экспортных грузов являются лесные и зерновые грузы, продукты нефтепереработки, химической промышленности, металлургии и продукция сельскохозяйственной отрасли. Их отгрузка возможна через железнодорожные узлы региона с последующим выходом на порты Каспийского бассейна и сухопутные переходы к Ирану и Индии.

Комплексное развитие транспортно-логистической инфраструктуры в Новосибирской области следует осуществлять поэтапно, чтобы достичь необходимого экономического эффекта. Во-первых, требуется серьезная модернизация существующих железнодорожных и терминальных мощностей, улучшение условий и технологии контейнерной логистики, а также внедрение цифровых платформ управления грузопотоками. Во-вторых, развитие мультимодальных узлов и транспортно-логистических центров с усилением кооперации с южными регионами и портами Каспийского моря. И, в-третьих, важно добиться устойчивого функционирования логистических цепей, ориентированных на страны Глобального Юга.

Выводы. Несмотря на географическую удалённость от основных маршрутов МТК «Север-Юг», Новосибирская область играет важную вспомогательную роль в формировании экспортных и транзитных потоков, направляемых по МТК «Север-

Юг». Регион выступает логистическим узлом консолидации, перераспределения и подготовки грузов, в особенности для регионов Западной Сибири и части Урала, благодаря своей развитой транспортной инфраструктуре и промышленному потенциалу. Железнодорожная сеть региона входит в состав Западно-Сибирской железной дороги и обеспечивает устойчивую связь с Казахстаном через пограничные переходы в Павлодарском направлении, тем самым открывая выход к транзитным маршрутам, ведущим в Иран и далее – в Индию, ОАЭ и другие страны Южной Азии. На фоне общей переориентации логистических потоков России с западных направлений на южные и восточные векторы, эти инфраструктурные ограничения становятся критичными. В условиях интеграции в МТК «Север-Юг» они требуют проработки на уровне межрегионального и федерального планирования. Текущая пропускная способность Новосибирской области позволяет формировать значительные грузопотоки, однако без модернизации ключевых узлов и терминалов дальнейшее участие в МТК «Север-Юг» может быть затруднено из-за внутренних узких мест и высокой степени загрузки железнодорожных магистралей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международный транспортный коридор «Север-Юг»: создание транспортного каркаса Евразии // eabr.org: [Электронный ресурс]. URL: <https://eabr.org/analytics/special-reports/mezhdunarodnyy-transportnyy-koridor-sever-yug-sozdanie-transportnogo-karkasa-evrazii-/?ysclid=mhvkq4ss55294780449> (дата обращения: 10.03.2026);
2. Кагадий И.Н. Роль транспортно-логистических связей в региональной экономике / И. Н. Кагадий, А. А. Гладких // Особенности социально-экономического развития региона: правовые, управленческие и социально-гуманитарные аспекты. Электронный сборник научных статей. Чебоксары, – 2023. – С. 174-178.
3. Опрос логистов и транспортных компаний от ЕУ // career.mgimo.ru: [Электронный ресурс]. URL: <https://career.mgimo.ru/page/adaptive/id152610/blog/9567287/?ssoRedirect=true> (дата обращения: 10.03.2026).

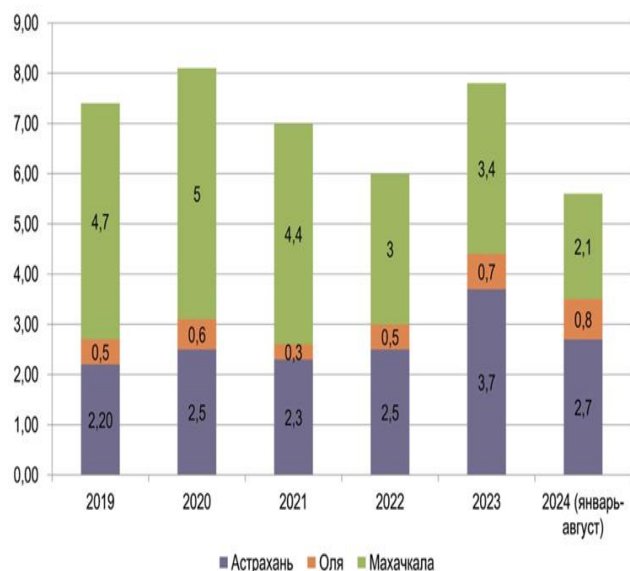
УДК 656.078

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ЮГЕ РОССИИ

Д.В. Сорокин, Э.А. Мамаев, А.С. Кравец

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Вопросы развития мультимодальных транспортных услуг входят в перечень стратегических задач национальной транспортной системы, в организации перевозок по маршрутам международного транспортного коридора «Север-Юг» [1]. На рисунке 1 а) и 1 б) представлены возможности портовой инфраструктуры Каспийского моря участников соглашения международного транспортного коридора (МТК) «Север-Юг» [2]. Анализ показывает, что загрузка российских портов на Каспии в настоящее время составляет менее 30 % от их реальных возможностей, что резервы для перевалки внешнеторговых грузов на Юге России имеются – более 18 млн. тонн.

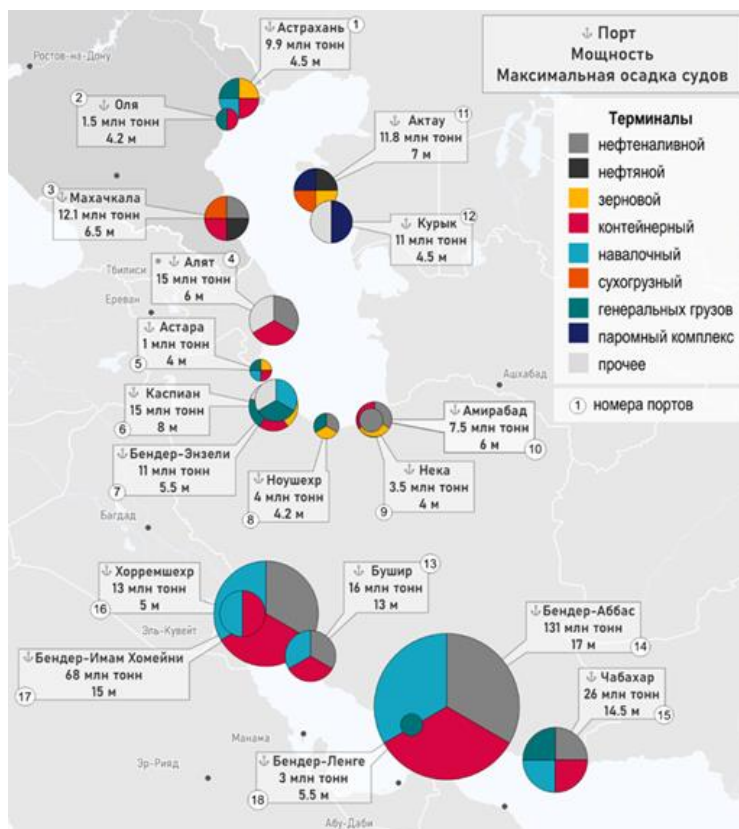


ПОРТ / ГОД	2019	2020	2021	2022	2023	2024 (январь-август)
АСТРАХАНЬ	2.2	2.5	2.3	2.5	3.7	2.7
ОЛЯ	0.5	0.6	0.3	0.5	0.7	0.8
МАХАЧКАЛА	4.7	5.0	4.4	3.0	3.4	2.1
ИТОГО:	7.4	8.1	7.0	6.0	7.8	5.6

а)

а – Грузооборот российских портов Каспийского моря, млн. тонн;

б – Перерабатывающие мощности портов Каспийского моря, млн. тонн.



б)

Рисунок 1 – Возможности портовой инфраструктуры Каспийского моря участников соглашения МТК «Север-Юг»

Мощности подходов железнодорожной инфраструктуры к портам Каспийского моря, рисунок 2, с одной стороны формируют дисбаланс пропускных способностей участков, но с другой стороны, при устранения данных ограничений по пропуску поездов (например, срок сдачи после реконструкции участка Олейниково-Кизляр – 2035 г.) остается вопрос – справится ли портовая инфраструктура с существующими объемами грузопотоков к перевалке и не образуются ли очереди из поездов на подходах к портам Каспийского моря, аналогичные с очередями к портам Азово-Черноморского бассейна?

Основная часть. Сегодня актуальны для рассмотрения, на наш взгляд, четыре вопроса, для оценки перспективности развития направлений Транскаспийского маршрута МТК «Север-Юг», и, соответственно, о рациональном вложении средств в транспортную инфраструктуру:

1. Возможно ли формирование качественного прогноза по отчетности выполненных перевозок по маршрутам МТК «Север-Юг»? – Анализируя статистическую отчетность из разных официальных источников достаточно часто сталкиваешься с расхождением в оценке выполненных объемов перевозок, особенно при учете использования МТК для перевозок во внутреннем сообщении.

2. Возможно ли адекватное прогнозирование перспективных грузопотоков на данных направлениях? – Прогнозирование грузовой базы при планировании

инвестиционных проектов должно присутствовать и является критической информацией при принятии решения.



Рисунок 2 – Пропускная способность железнодорожных линий на подходах к портам Каспийского бассейна, млн. т. [2]

3. Рационально ли организовывать мультимодальные перевозки во внутрироссийском сообщении по маршрутам МТК «Север-Юг»? – Время, деньги, безопасность – основные требования клиента к перевозчику. Только с учетом данных факторов следует подходить к этому вопросу.

4. Какие темпы и перспективы развития контейнерных технологий в Российской Федерации и их реализация в «пространстве» МТК «Север-Юг»? – Контейнеризация грузов есть неотъемлемая составляющая в организации мультимодальных перевозок и главный тренд в развитии российской логистики.

Современные тенденции развития транспортной логистики в совокупности с перегруженностью основных элементов транспортной инфраструктуры Юга России создают необходимость в «сотрудничестве» предприятий различных видов транспорта (автомобильного, водного, железнодорожного) и развитии логистических мультимодальных хабов. В этом контексте, инфраструктура Северо-Кавказской железной дороги (СКЖД), обеспечивающая подход и перевалку грузов в портах Каспийского бассейна, является недостаточно развитой. Для целей, указанных в

программах развития транспортной инфраструктуры разных уровней (федеральные программы, региональные программы, корпоративные программы и др.) определим задачи в виде иерархичной структуры, в соответствии с которой должно идти достижение поставленных целей и реализация намеченных мероприятий, таблица 1.

Таблица 1

Основные задачи организации мультимодальных перевозок на Юге России

Уровень	Содержание задач
1	2
I – Стратегический	1 – Координация деятельности различных видов транспорта на государственном уровне при формировании транспортной инфраструктуры организации международных перевозок. 2 – Анализ загрузки элементов инфраструктуры на стыке взаимодействия видов транспорта и выработка мероприятий по планированию разгрузки «узких мест» и перераспределению грузопотоков.
II –Тактический	1 – Планирование внутрироссийских перевозок без ущерба для международного сообщения. Рассмотрение возможности перераспределения потоков данных назначений без потери качества транспортных услуг. 2 – Усиление взаимодействия транспортных предприятий на уровне субъектов РФ при организации мультимодальных перевозок.
III – Оперативный	1 – Регулирование движения грузопотоков на отдельных участках маршрута следования, с целью исключения затруднений в эксплуатационной работе и на транспортно-логистических узлах. 2 – Выработка предложений по вопросам операционного взаимодействия видов транспорта и организации перевозочного процесса на стратегических направлениях следования грузопотоков в рамках региональных участков.

Уровень I. Стратегические задачи. Задачи данного уровня предусматривают реализацию национальной политики в сфере укрепления торгово-экономических отношений со странами «глобального Юга», путем переориентации транспортно-логистических цепочек и диверсификации структуры внешнеторгового баланса, в части увеличения доли в торговом обороте стран Ближнего Востока, Аравийского полуострова и Южной и Средней Азии. Непосредственным инструментом для этого является перераспределение грузопотоков на мощности трех маршрутов МТК «Север-Юг», и, как следствие, полная реализация все запланированных проектов по развитию коридора.

Уровень II. Тактические задачи. Задачи данного уровня направлены на обеспечение территориальной связности Российской Федерации, и в том числе бесперебойной работы транспортной системы субъектов страны, находящихся в зоне тяготения МТК «Север-Юг». Организация качественного транспортно-логистического обслуживания является необходимым условием как для устойчивого развития частного сектора, так и для увеличения экономической подвижности граждан.

Уровень III. Оперативные задачи. К сфере «ответственности» задач оперативного уровня непосредственно можно отнести решение проблем транспортной логистики на определенных участках следования грузопотоков (задержки в пути следования), затруднение прохождения определенных логистических хабов. Зачастую, каждое транспортное предприятие решает задачи самостоятельно, не принимая во внимание действительность сложившейся обстановки для других участников рынка транспортных

услуг. В современных условиях, именно взаимодействие видов транспорта при предоставлении транспортных услуг имеет первостепенное значение и дает необходимую синергию, позволяющую решать задачи Уровня I и Уровня II.

Технические и технологические проекты, предусмотренные в рамках увеличения пропускных и провозных мощностей транспортной инфраструктуры Южного и Северо-Кавказского федерального округов, должны соответствовать приведенным целям. Одним из вариантов достижения цели является контейнеризация грузопотоков в совокупности с усилением взаимодействия видов транспорта [3].

Рассмотрим перспективную технологию мультимодального взаимодействия железнодорожного транспорта с автомобильным и водным видом транспорта. Мультимодальный сервис ТрансПортЮг (доставка грузов к портам Юга несколькими видами транспорта). Сервис включает в себя железнодорожную доставку грузов от точки зарождения груза до тылового терминала, 10 суток хранения на терминале, перегрузку на автомобильный транспорт, взвешивание, доставка автомобильным транспортом до портового терминала на ст. Новороссийск, сюрвейерские услуги в порту. Также в ЦФТО ведется подготовка логистических маршрутов «железная дорога-река» с внутренним водным транспортом. Перспективными маршрутами являются железнодорожно-речные перевозки с дальнейшим проследованием до морских портов Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов или прямая мультимодальная отправка до экспортной страны назначения судами класса река-море в обход грузонапряженных железнодорожных участков. Тыловые терминалы на станции Крымская и Анапа рассматриваются не только для портов Новороссийска, но и для грузов направляемых в адрес предприятий Республики Крым. Стоимость перевалки на тыловом терминале является значимым моментом и требует особого внимания. Проведенный в АО «РЖД Логистика» анализ стоимости доставки груза зерно в вагонах хопперах по прямому варианту и с применением перегрузочного терминала показывает прямую зависимость процента удорожания стоимости перевозки с применением перегрузочного терминала и расстояния перевозки. С увеличением расстояния перевозки процент удорожания минимизируется. При расстоянии перевозке в пределах 500 км делает нецелесообразным использование тылового терминала и возникает конкуренция с автотранспортом. Внедрение сервиса «ТрансПортЮг» рассматривается нами как первый шаг на пути развития мультимодальных перевозок с участием ОАО «РЖД» на Юге России, позволяющая разгрузить припортовые железнодорожные станции. Данная технология требует дальнейшего развития и тиражирования на маршруты МТК «Север-Юг», в первую очередь с переносом грузовой базы с портов Азово-Черноморского бассейна на портовые мощности Каспийского моря, а также внутреннего водного транспорта. Для этого необходимо реализация запланированных в ОАО «РЖД» мероприятий по развитию железнодорожных дорог на территории Северо-Кавказского федерального округа. Усиление пропускных способностей положительно отразится не только на Западном маршруте МТК «Север-Юг», но и поспособствует усилению подходов и вариативности пропуска грузопотоков к припортовой станции Махачкала, а также увеличит перерабатывающие способности самой станции в результате ее реконструкции. В существующей ситуации Махачкала – самый перспективный портовый комплекс РФ на Каспийском море, обладающий выгодным географическим положением и комфортной гаванью, глубиной до 6,5 метров. Станцию и порт Махачкала

возможно рассматривать основным транспортно-логистическим хабом по перевалке экспортных грузов, одновременно планируя образование тыловых терминалов или использование речного порта Волгодонск в качестве перехватывающего терминала для предупреждения затруднений в функционировании порта.

В организации мультимодальных перевозок на первое место выходит задача контейнеризации грузопотоков вместе с совершенствованием транспортно-складских мощностей контейнерных терминалов. Технология организации контейнерных поездов с каждым доказывает свою актуальность и жизнеспособность. Процент перевезенных контейнеров в составе таких поездов неуклонно растет. В таблице 2 приведены данные по контейнерным терминалам, расположенным в границах Северо-Кавказской дороги. Фактически, за 2024-2025 года контейнерные поезда отправлялись только со станций, отмеченных «КП» в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика контейнерных терминалов на полигоне СКЖД [4]

Терминал	Терминалы, формирующие контейнерные поезда	Терминалы для работы с рефконтейнерами	Перерабатываемые контейнеры
Ростов-Западный	КП	Р	20', 40'
Тимашевская	КП		20', 40'
Сочи			20', 40'
Невинномысская	КП	Р	20', 40'
Махачкала		Р	20', 40'
Миллерово			20'
Грозный			20', 40'
Таганрог			20'
Каменская			20'
Волгодонская			20', 40'
Тихорецкая			20'
Майкоп			20'
Старомарьевская			20'
Нальчик			20', 40'
Хотунок			20'
Крымская			20', 40'
Владикавказ			20', 40'
Скачки			20', 40'
Краснодар-Сортировочный	КП		20', 40'
Ростов-Товарный	КП		20', 40'
Новороссийск	КП		20', 40'

Вывод. Внешнеторговый оборот Российской Федерации зависит от пропускной способности инфраструктуры портов Азово-Черноморского, Балтийского, Дальневосточного бассейнов, в меньшей степени – портов Арктического и Каспийского бассейнов. Отсутствие альтернативных вариантов для массового выхода экспортных (поступления импортной продукции) грузопотоков с территории РФ создает ситуацию, когда темпы развития экономики замедляются и при колебаниях на внешнеполитической арене возникает опасность дефицита товаров на внутреннем рынке, последующее повышение цен, приводящее к социальной дестабилизации обстановки внутри страны.

Структурные изменения, происходящие в российской внешней экономики с 2019 г. еще раз «напоминают» о необходимости развития маршрутов МТК «Север-Юг» и консолидации ресурсов (финансовых, интеллектуальных, дипломатических, технологический и др.) в этом направлении. Возникшая необходимость разворота российской торговли не только на Восток, но и на Юг, в первую очередь определяет усиление Западного маршрута как наиболее перспективного и функционального. Однако, Транскаспийский маршрут и его вспомогательную роль «разгрузочного» элемента, как для Западного и Восточного маршрутов МТК «Север-Юг», так и для портов АЧБ, нельзя недооценивать. В таблице 3 определены, на наш взгляд, основные проблемы развития мультимодальных перевозок по Транскаспийскому маршруту МТК «Север-Юг», но и в целом, для транспортной отрасли России на текущий момент. Решения, которые предлагаются.

Таблица 3

Выводы и предложения

Проблема	Подходы к решению	Ожидаемые результаты
Отсутствие планирования перевозок и распределения грузопотоков между государственными транспортными предприятиями	Создание нормативно-правовой базы контроля и взаимодействия межтранспортных координационных советов по государственному регулированию перевозок	Регулирование грузопотока на грузонапряженных участках и ликвидация «узких» мест на генеральных направлениях
Отсутствие высокоразвитой терминально-складской инфраструктуры в узлах взаимодействия видов транспорта	Привлечение средств частного капитала предприятий крупного и среднего бизнеса или средств региональных бюджетов	Качественное и количественное увеличение контейнерных терминалов, реконструкция и модернизация существующих
Отсутствие единых информационных сервисов взаимодействия с клиентами и услуг в мультимодальном сообщении	Создание мультимодальных предложений на примере сервиса «ТрансПортЮг», реализуемых через единые для всех видов транспорта информационные платформы	Повышение клиентоориентированности при обслуживании клиентов, возможности привлечения новых грузовладельцев за счет предложения новых сервисов и услуг

Заключение. Недостаточная развитость терминально-складской и транспортной инфраструктуры, отсутствие понятных логистических сервисов, разнообразия предложений по вариантам доставки груза – вот основные причины, по которым мультимодальные перевозки находятся на низком уровне развития. Более того, у государственных транспортных предприятий нет четкой намеченной транспортной политики в области регулирования транспортных потоков и взаимодействия в процессе ее реализации. Реалии российской экономики таковы, что и железнодорожная инфраструктура, и инфраструктура внутреннего водного транспорта находится в федеральной собственности, а значит и расходы на ее содержание несет на себе федеральный бюджет (или региональный бюджет). А в рамках его дефицита – непозволительно терять доходы лишь потому, что нет взаимодействия и договоренностей между видами транспорта [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная стратегия РФ до 2030 года с прогнозом до 2035 года утверждена Распоряжением №3363–р от 27 ноября 2021 года [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/403156321/?ysclid=mj3c659ci687954666>
2. Презентация N. Trans Lab «Из варяг в персы: перспективы развития международного транспортного коридора «Север-Юг»» [Электронный ресурс]. URL: <https://ntranslab.ru/analytic/prezentatsii/iz-varyag-v-persy-perspektivy-razvitiya-mezhdunarodnogo-transportnogo-koridora-sever-yug/>
3. Сорокин, Д.В. Мультимодальные перевозки как вектор развития МТК «Север-Юг»: оптимизация взаимодействия различных видов транспорта / Д.В. Сорокин, Н.А. Репешко, А.С. Кравец // Вестник транспорта Поволжья. 2025. № 2 (110). С. 85-89.
4. Официальный сайт ОАО «Российские железные дороги» [Электронный ресурс]. URL: <https://cargo.rzd.ru/ru/9774/page/103290?id=18632&ysclid=mmvbk75wem735591392>
5. Мамаев, Э.А. Методические подходы к оценке экономической эффективности инновационных проектных решений в транспортно-логистической сфере / Э.А. Мамаев // В сборнике: Эффективные логистические решения в условиях глобальной турбулентности. Материалы международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2025. С. 148-156.

УДК 656.078.11

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРЕЙЛЕРНЫХ ПЛАТФОРМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕРМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ДЛЯ ТОРГОВЫХ СЕТЕЙ

О.В. Москвичев, Ю.П. Пацев

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. В современных условиях развития транспортной системы России одним из перспективных направлений повышения эффективности грузовых перевозок является внедрение контрейлерных технологий, сочетающих гибкость автомобильного транспорта на начальном и конечном участках с высокой пропускной способностью и регулярностью железнодорожного транспорта на магистральных плечах [2]. Организация контрейлерных перевозок предполагает участие нескольких сторон: грузовладельцев (в частности, федеральных торговых сетей), перевозчика (ОАО «РЖД») и собственников специализированного подвижного состава - железнодорожных платформ [3].

Однако на сегодняшний день, совокупный парк всех владельцев, по экспертным оценкам, не превышает 400 специализированных платформ [4], что существенно ограничивает масштабы внедрения контрейлерных технологий. При этом потенциальный спрос со стороны крупных торговых сетей, заинтересованных в повышении скорости и надёжности доставки товаров, исчисляется тысячами отправок в месяц [1]. Возникает задача оптимального распределения дефицитного парка платформ по маршрутам, которая должна решаться с учётом как собственных экономических интересов, так и потребностей клиентов.

Целью настоящей работы, является разработка подхода к планированию использования контрейлерных платформ, ориентированного на максимизацию

эффективности перевозочного процесса и удовлетворение спроса ключевых потребителей услуги.

ОАО «РЖД» как субъект управления перевозочным процессом заинтересовано в развитии контрейлерных сервисов по следующим причинам [2, 3]:

1. Привлечение новых клиентов в условиях спада перевозок. В периоды снижения объёмов традиционных грузов (например, сырьевых) контрейлерные перевозки открывают доступ к высокодоходному сегменту - готовой продукции и товарам народного потребления. Торговые сети, которые ранее использовали исключительно автомобильный транспорт, становятся потенциальными клиентами железной дороги.

2. Повышение доходности. Тарифы на контрейлерные перевозки, как правило, выше классических контейнерных, что обеспечивает дополнительный доход при относительно невысоких переменных затратах.

3. Повышение уровня качества предоставляемых услуг. Клиенты, для которых критичны сроки и надёжность доставки, готовы переходить на контрейлерный сервис при условии гарантированной частоты и точности отправок [1].

Таким образом, для ОАО «РЖД» организация контрейлерных перевозок - это не только способ увеличения загрузки, но и инструмент привлечения высокодоходных грузопотоков. Однако реализация этого потенциала упирается в ограниченность парка специализированных платформ, большинство из которых принадлежит сторонним операторам (АО «ФГК», ПФКО и др.) [4]. Следовательно, управление распределением платформ становится ключевой задачей в рамках перевозочного процесса.

Федеральные торговые сети, являясь потенциальными клиентами контрейлерного сервиса, сталкиваются с проблемой оптимизации товарных запасов и уровня доступности продукции [1]. Как показано в исследованиях [2], ключевыми параметрами доставки, влияющими на финансовые результаты розничной сети, являются:

- скорость доставки - среднее время от размещения заказа до поступления товара на полку $T_{\text{дост.}}$;
- точность (надёжность) - среднеквадратическое отклонение сроков доставки σ ;
- частота поставок - количество поставок в единицу времени f .

Контрейлерные перевозки по сравнению с автомобильными позволяют сократить $T_{\text{дост.}}$ на 20–40% на дальних плечах (свыше 1000 км), снизить σ в 2–3 раза за счёт жёсткого расписания, а также организовать регулярные отправки до 5 раз в неделю [3]. В результате торговые сети получают возможность:

- сократить текущие и страховые запасы, высвобождая оборотный капитал;
- уменьшить потери от дефицита ходовых товаров, увеличивая выручку;
- повысить рентабельность инвестиций в запасы [1, 2].

Экономический эффект для торговой сети от перехода на контрейлер на маршруте (k) может быть выражен как:

$$\Delta P_k = -\Delta T_p - \Delta C_z + \Delta R_k, \quad (1)$$

где ΔT_p - изменение прямых транспортных расходов (может быть как положительным, так и отрицательным);

ΔC_z - снижение издержек на товарные запасы;

ΔR_k - прирост выручки за счёт повышения уровня сервиса [1].

При положительном значении ΔP_k сеть готова пользоваться контрейлерным сервисом и оплачивать его по тарифу, превышающему себестоимость автомобильной перевозки, но в пределах полученной выгоды.

Таким образом, спрос на контрейлерные перевозки со стороны торговых сетей является производным от их потребности в улучшении параметров доставки. Объёмы и направления грузопотоков, которые сеть готова переключить на железную дорогу, определяются на основе внутренних экономических расчётов [7].

Постановка задачи распределения контрейлерных платформ с учётом спроса клиентов. Рассмотрим транспортную сеть, на которой имеется K потенциальных маршрутов контрейлерных перевозок между основными логистическими центрами (например, Москва - Санкт-Петербург, Москва - Екатеринбург, Москва - Новосибирск и т.д.) [3]. Для каждого маршрута $k \in K$ на основе прогноза, известен потенциальный объём перевозок N_k (количество полуприцепов в единицу времени), который клиенты готовы перевести на контрейлерную технологию при условии обеспечения заданных параметров скорости и точности [1].

Парк специализированных платформ, доступных для эксплуатации на контрейлерных маршрутах, составляет $Z_{\text{общ}}$ единиц (в расчёте на единицу времени с учётом оборота μ - количества рейсов, которое одна платформа может совершить за период) [4]. Оборачиваемость зависит от протяжённости маршрута и времени обработки на терминалах. Для каждого маршрута k максимальный объём перевозок, который можно обеспечить при выделении Z_k платформ, равен:

$$M_k^{\max}(Z_k) = \min(N_k, \mu_k Z_k), \quad (2)$$

где μ_k — оборот платформы на маршруте k (рейсов за единицу времени).

Оператор перевозок распределяет платформы между маршрутами, назначая Z_k целых неотрицательных чисел, при этом суммарное количество платформ не превышает $Z_{\text{общ}}$:

$$\sum_{k=1}^K Z_k \leq Z_{\text{общ}} \quad (3)$$

Целевая функция оператора может быть сформулирована как максимизация суммарной прибыли от предоставления контрейлерного сервиса. Прибыль на маршруте k определяется как разность между доходами от перевозок (тариф p_k за один полуприцеп) и переменными затратами c_k (на тягу, терминальную обработку, амортизацию платформ и т.п.) [5]:

$$\Pi_k(M_k) = (p_k - c_k) \cdot M_k \quad (4)$$

При этом тариф p_k может быть дифференцирован и регулироваться объемом, предоставляемым к перевозке. Клиенты, получающие высокий экономический эффект от улучшения доставки, готовы платить более высокую цену [1]. В первом приближении можно считать, что для каждого маршрута существует максимальная ставка $p_k^{\max}$, которую клиент согласен заплатить, и она не превышает его выгоды ΔP_k в расчёте на один полуприцеп. Оператор же устанавливает тариф $p_k \leq p_k^{\max}$ так, чтобы обеспечить спрос. Если переменные затраты c_k ниже $p_k^{\max}$, то оператор получает положительную маржинальную прибыль.

Задача распределения платформ сводится к выбору Z_k и соответствующего объёма перевозок $M_k^{\max}(Z_k)$, а также тарифов p_k (можно считать, что оператор назначает тариф на уровне $p_k^{\max}$, максимизируя свою прибыль) [8]. Тогда целевая функция:

$$P_{\text{общ}} = \sum_{k=1}^K (p_k^{\text{max}} - c_k) \cdot M_k^{\text{max}}(Z_k) \rightarrow \max, \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^K Z_k \leq Z_{\text{общ}}, Z_k \in Z_{Z \geq 0} \quad (6)$$

Функция $M_k^{\text{max}}(Z_k)$ является вогнутой (сначала линейный рост, затем насыщение при N_k). Предельная прибыль на одну дополнительную платформу убывает с ростом Z_k . Оптимальное решение может быть найдено с помощью жадного алгоритма (распределение платформ на маршруты с наибольшей предельной эффективностью) либо методами целочисленного линейного программирования [5].

В частном случае, когда для всех маршрутов $\mu_k = \mu$ и N_k достаточно велики (т.е. $N_k \geq \mu Z_{\text{общ}}$), решение сводится к выравниванию тарифной маржи: платформы направляются на маршруты с наибольшим значением $(p_k^{\text{max}} - c_k)$.

Помимо ограничений на парк платформ, необходимо учитывать инфраструктурные возможности: не все железнодорожные станции оборудованы для приёма и выгрузки полуприцепов. Согласно Тарифному руководству №4, в России открыто 40 станций для контрейлерных перевозок (с возможностью горизонтальной или вертикальной погрузки) [3]. Поэтому допустимые маршруты должны соответствовать станциям, включённым в этот перечень.

Для маршрутов, где ожидаемый спрос N_k ниже минимального экономически целесообразного объёма для запуска контрейлерного поезда, возможно агрегирование грузопотоков нескольких клиентов через транспортно-логистический центр [2]. В этом случае оператор выступает координатором, консолидируя отправки.

Выводы. В статье рассмотрена задача управления процессом контрейлерных перевозок в условиях дефицита специализированных платформ. Определены выгоды каждого участника перевозочного процесса:

- ОАО «РЖД» получает возможность привлекать новых клиентов (торговые сети) в периоды спада традиционных грузопотоков, повышая загрузку и доходность перевозок за счёт более высоких тарифов контрейлерного сервиса [2, 3].

- Собственники специализированных платформ (операторы подвижного состава) обеспечивают эффективное использование своего дефицитного парка, максимизируя прибыль путём распределения платформ на маршруты с наибольшей предельной эффективностью [4, 5].

- Оператор интермодальных перевозок (выступающий связующим звеном) координирует спрос и предложение, формирует расписание и тарифную политику, получая комиссионное вознаграждение или часть тарифной выручки.

- Торговые сети (грузовладельцы) сокращают товарные запасы и потери от дефицита, увеличивая выручку и рентабельность инвестиций в запасы за счёт повышения скорости, точности и частоты поставок [1, 2].

Сформулирована оптимизационная задача максимизации прибыли оператора от предоставления контрейлерных перевозок при ограниченном парке платформ и известных потенциальных грузопотоках торговых сетей. Предложенный подход позволяет обоснованно распределять дефицитный ресурс по направлениям, учитывая экономические интересы всех участников [5, 6].

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку имитационной модели для учёта стохастического характера спроса и времени оборота платформ, а также на создание методики согласования тарифов между оператором и грузовладельцами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сергеев В.И. Логистика: управление цепями поставок. — М.: Юрайт, 2021. — 480 с.
2. ОАО «РЖД». Контейнерные перевозки: преимущества и перспективы. — М., 2024. — 35 с.
3. АО «Федеральная грузовая компания». О контейнерных перевозках. — Презентация, январь 2025. — 18 с.
4. Морозов В.В., Сухарев А.Г., Фёдоров В.В. Исследование операций в задачах оптимизации. — М.: Издательство МГУ, 2018. — 312 с.
5. Институт проблем транспорта РАН. Методы оптимизации распределения вагонного парка. — Труды ИПТ РАН, 2022. — Т. 18, № 3. — С. 45–59.
6. Гудков В.А., Миротин Л.Б. Транспортные системы городов и регионов. — М.: Инфра-М, 2020. — 280 с.
7. Москвичев, О. В. Развитие контейнерного сообщения на маршруте международного транспортного коридора «Север-Юг» / О. В. Москвичев, Ю. П. Пацев // International Journal of Advanced Studies. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 194-215. – DOI 10.12731/2227-930X-2024-14-2-284. – EDN BYQOZJ.
8. Пацев, Ю. П. Двухкритериальный подход к выбору оптимального варианта контейнерных перевозок / Ю. П. Пацев, О. В. Москвичев // Наука и образование транспорту. – 2024. – № 1. – С. 120-122. – EDN UTTYAL.

УДК 656.2

КОНТЕЙНЕРОПРИГОДНОСТЬ ГРУЗОВ КАК ОСНОВА РАЗВИТИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Е.Е. Лесникова, Е.Д. Псеровская

Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Контейнерные перевозки занимают особое место в современной транспортной логистике, обеспечивая перемещение значительной части мирового грузооборота. Стандартизированный контейнер стал универсальным инструментом глобальной торговли, позволяющим перевозить широкий спектр продукции – от товаров народного потребления до сложной промышленной техники. Популярность контейнерных перевозок объясняется их очевидными преимуществами: возможностью сквозной транспортировки различными видами транспорта без промежуточной перегрузки содержимого, высокой сохранностью грузов благодаря герметичности и прочности тары, а также экономической эффективности за счет оптимизации погрузочно-разгрузочных операций и возможности консолидации отправок.

За период с 2013 по 2024 год объем перевозки грузов в контейнерах по сети ОАО «РЖД» увеличился в 2,8 раза. Столь существенная динамика обусловлена активным вовлечением в контейнерный оборот номенклатур, ранее перевозившихся преимущественно в специализированном подвижном составе. С 2016 года устойчивый прирост обеспечивала контейнеризация черных металлов, минеральных удобрений, химической продукции, а также лесных и целлюлозно-бумажных грузов как во внутрироссийском сообщении, так и на экспортных направлениях. Таким образом, ключевым фактором роста выступило расширение номенклатуры

контейнеропригодных грузов за счет товаров, традиционно относившихся к категории условно пригодных или неконтейнеризуемых [1, 2].

Однако для максимально полного использования потенциала контейнеризации необходимо четко представлять, какие характеристики делают груз наиболее подходящим для такого способа перевозки. Поэтому необходимо рассмотреть понятие «контейнеропригодность», выступающее ключевым при развитии контейнерных перевозок.

Основная часть. Исторически внедрение контейнерных технологий начиналось с относительно узкого перечня грузов. Основопологающим событием стала инициатива американского предпринимателя Малкольма Маклина, который в середине 1950-х годов впервые применил стандартизированные стальные ящики для перевозки тарно-штучных грузов – мешков с кофе, табака, готовой текстильной продукции. Поначалу контейнеры использовали только для товаров, которые легко штабелировать и не нужно охлаждать или герметизировать. Со временем появились специализированные контейнеры – рефрижераторы, танк-контейнеры, модели с открытым верхом. Это открыло дорогу для перевозки скоропортящихся, жидких грузов и ряда сырьевых грузов. Так контейнер постепенно превратился из простой тары в универсальное средство доставки самых разных продуктов.

Единого определения «контейнеропригодного груза» не существует. В одних источниках это грузы, для которых контейнер оптимален или единственно возможен, в других – перевозка которых целесообразна укрупненными единицами. Международная классификация разделяет грузы на контейнеропригодные (технически возможно и экономически целесообразно) и контейнернепригодные (технически возможно, но экономически нецелесообразно), однако критерии целесообразности не раскрываются. Зарубежный подход опирается преимущественно на технические параметры: если груз можно перевезти в контейнере соответствующего типа, он считается пригодным. Отдельные авторы выделяют промежуточную группу «в принципе контейнеропригодных» грузов, но четких критериев отнесения к ней нет [3, 4].

Анализ современной литературы и научных публикаций показывает, что вопросы, связанные с дальнейшей контейнеризацией грузов, остаются в поле зрения ряда исследователей. Так, в своей работе Ю. С. Никонов [5], развивая имеющиеся представления, не только детализирует само понятие контейнеропригодности, но и разрабатывает методику её количественной оценки. Предложенный им многокритериальный подход учитывает несколько групп факторов, что позволяет перейти от упрощенного деления «пригоден-непригоден» к более гибкой шкале, оценивающей степень целесообразности использования контейнера.

В свою очередь, О.В. Москвичев [6] рассматривает проблему на макроуровне, предлагая метод определения контейнерной привлекательности региона, основанный на многокритериальном подходе. Уровень контейнеропригодности продукции определяется с учетом нескольких групп факторов: технологических (особенности добычи и производства), транспортно-логистических (состояние инфраструктуры и рынка перевозок) и экономических (уровень развития региона). Таким образом, контейнеропригодность грузов рассматривается не как неизменное свойство товара,

а как переменная величина, зависящая от сочетания региональных условий и инфраструктурных возможностей.

Другой подход представлен в исследовании В.М. Сая и Д.И. Кочневой [7] контейнеропригодность грузов рассматривается в контексте расширения номенклатуры за счет вовлечения сырьевой продукции. Авторы отмечают, что развитие контейнеризации в последние годы вышло за рамки традиционно контейнеропригодных грузов – сегодня в контейнерах перевозится широкая номенклатура сырьевой продукции, включая наливные и навалочные грузы, металлы, сжиженный газ. Это привело к значительному росту потребности в контейнерной инфраструктуре в регионах.

Представления о границах контейнеризации постоянно развивается. Особенно заметно это в зарубежных странах, где перечень контейнерных грузов постоянно расширяется.

Сопоставление уровня контейнеризации в разных странах показывает, что Испания (58%), Италия (44%) и США (40%) сформировали транспортные системы, в которых контейнер стал универсальным средством доставки для подавляющего большинства грузов. Даже такие крупные экономики, как Германия (32%) и Франция (22%), демонстрируют более высокие показатели, чем Российская Федерация, занимающая девятое место (7%). По данному показателю Россия находится на одном уровне с Индией (6%), Саудовской Аравией (5,7%), существенно отставая от Евросоюза (20%), Китая (15%) и Швеции (10%) [1]. В российской практике многие грузы по-прежнему считаются неконтейнеризуемыми и перевозятся в специализированном подвижном составе, в то время как в странах-лидерах контейнер используется для транспортировки практически всей номенклатуры – от массовых навалочных до химических и лесных грузов. Именно это различие в подходах к определению самой номенклатуры контейнеропригодных грузов и создает столь значительный разрыв в уровнях контейнеризации.

Рассмотренные тенденции развития контейнерных перевозок за рубежом актуализируют вопрос о том, насколько полно используется потенциал этого сегмента на российских железных дорогах. В данном контексте особого внимания заслуживает Западно-Сибирская железная дорога, по объемам отправления и прибытия контейнеров за 2024 год Западно-Сибирская железная дорога занимает 7 место (422/543 тыс. ДФЭ), уступая тройке лидеров (Московской, Дальневосточной и Октябрьской), выполняющих функции портовых и столичных магистралей (более 1181/892 тыс. ДФЭ) [1]. При этом Южно-Уральская, Восточно-Сибирская и Свердловская магистрали демонстрируют показатели, близкие к уровню Западно-Сибирской железной дороги, что позволяет рассматривать их как единую группу с высоким потенциалом расширения контейнеризации.

На основании анализа перевозок контейнеров и географии заявлений инвесторов можно отметить, что лидерами по перспективному приросту контейнерных мощностей останутся ключевые регионы на Московской, Западно-Сибирской и Дальневосточной железных дорогах [1, 8].

Переходя к анализу работы Западно-Сибирской железной дороги, целесообразно оценить имеющиеся на ее полигоне объемы грузов с позиции выявленных резервов

для расширения сектора контейнерных перевозок. Структура грузопотока Западно-Сибирской железной дороги приведена на рисунке 1.

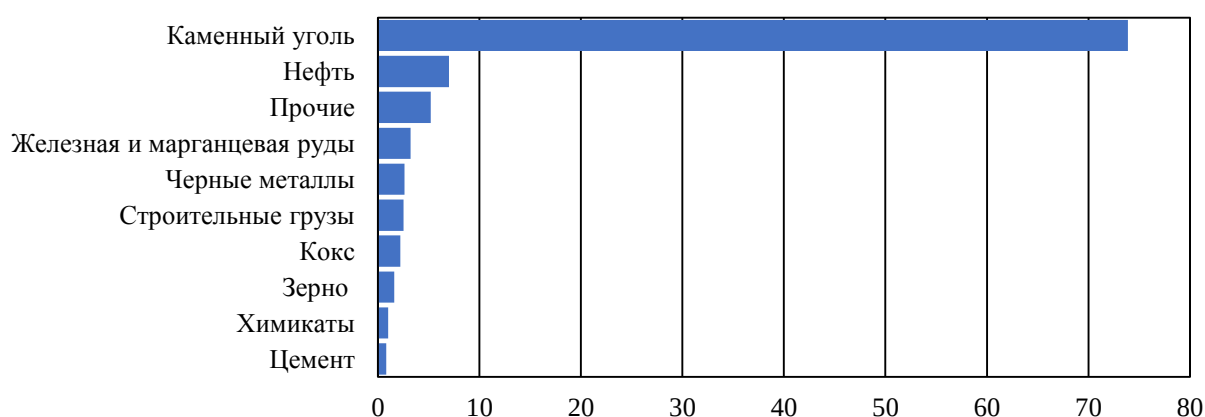


Рисунок 1 – Структура грузопотока Западно-Сибирской железной дороги

Анализ структуры грузопотока на рассматриваемом полигоне показывает преобладание сырьевых и навалочных грузов. Основу перевозок формирует каменный уголь, занимающий почти три четверти общего объема – 73,93%. Нефть и нефтепродукты (7,02%), железная и марганцевая руды (3,23%), черные металлы (2,85%) и кокс (2,17%). Оставшаяся часть приходится на прочие грузы (продукты, товары народного потребления, автомобили, лесные грузы, техника, промышленное оборудование).

Представленная структура грузопотока свидетельствует о высоком потенциале контейнеризации перевозок на Западно-Сибирской железной дороге. Массовые сырьевые грузы, перевозимые сегодня преимущественно в вагонах, также могут осваиваться контейнерными отправлениями. В то же время грузы с относительно небольшой долей – строительные материалы, зерно, химикаты, цемент – вполне пригодны для консолидации и формирования полноценных контейнерных поездов, что позволит повысить ритмичность отправок и эффективность использования подвижного состава.

Заключение. Проведенный анализ структуры грузопотока на Западно-Сибирской железной дороге показал, что, помимо доминирующих сырьевых позиций, на полигоне присутствует значительная номенклатура грузов с небольшой долей в общем объеме – строительные материалы, продукция химической промышленности, товары народного потребления и пр. Именно эти грузы, формируемые преимущественно представителями малого и среднего бизнеса, обладают наибольшим потенциалом для переключения с автомобильного на железнодорожный транспорт. Однако их главная особенность – незначительный суточный объем отправки от одного грузоотправителя, что делает неэффективным формирование маршрутных контейнерных поездов силами одного клиента. Оптимальная схема предполагает подвоз контейнеров на станцию или терминал автомобильным транспортом, их накопление и последующую консолидацию в полноценные контейнерные составы, отправляемые в адрес портов и крупных логистических центров. Практическая реализация такой схемы становится возможной благодаря применению технологии кросс-докинга, которая обеспечивает перегрузку товаров с

автомобильного транспорта в контейнеры без длительного складского хранения с одновременным распределением по направлениям. Внедрение данного подхода открывает возможности для привлечения на Западно-Сибирскую железную дорогу новых клиентов из числа малого и среднего бизнеса, прежде ориентированных на автотранспорт, а также позволяет существенно повысить эффективность загрузки контейнерного парка как при отправке на восток, так и в западном направлении.

Таким образом, предложенный подход, основанный на консолидации мелкопартионных грузов через кросс-докинг и последующей перетарке в контейнеры, позволяет не только расширить номенклатуру контейнеропригодных грузов на ЗСЖД, но и создать условия для переключения грузопотоков малого и среднего бизнеса с автомобильного на железнодорожный транспорт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОАО «РЖД». Дайджест «Контейнеры» // Официальный сайт ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: <https://cargo.rzd.ru/ru/11680/page/103290?id=21100#main-header> (дата обращения: 11.02.2026).
2. Попова, Н. Б. Методические аспекты учета и анализа грузовых контейнерных перевозок / Н. Б. Попова, М. Е. Корягин, В. И. Медведев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2(69). – С. 33-40. – DOI 10.52170/1815-9265_2024_69_33.
3. Tsantis A., Mangan J. What's inside the box? Approximating containerised trade flows based on trade commodity values // Maritime Policy & Management. 2025. No. 52(6). P. 864–891. DOI: 10.1080/03088839.2024.2431718. ResearchGate, открытый доступ.
4. Дубровина, В. И. Экономическое обоснование направлений повышения конкурентоспособности железнодорожных перевозок контейнеропригодных грузов: специальность 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)": диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / В. И. Дубровина. – Москва, 2014. – 171 с.
5. Никонов, Ю. С. Методика определения контейнеропригодности продукции / Ю. С. Никонов // Мир транспорта. – 2015. – Т. 13, № 3(58). – С. 184-190.
6. Москвичев, О. В. Методология организации функционирования контейнерно-транспортной системы на основе клиентоориентированности: специальность 05.22.01 "Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте": диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Москвичев Олег Валерьевич. – Москва, 2019. – 415 с.
7. Сай В. М., Кочнева Д. И. Модель оценки взаимодействия контейнерной организационной сети и региона // РСЭУ. 2018. №1 (40) [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-otsenki-vzaimodeystviya-konteynernoy-organizatsionnoy-seti-i-regiona> (дата обращения: 15.02.2026).
8. Шерстобитова О.Б. Исследование возможностей развития контрейлерных перевозок грузов в новосибирском регионе методом pest-анализа /Шерстобитова О.Б., Псеровская Е.Д.// Вестник транспорта Поволжья. 2023. № 2 (98). С. 79-87.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ ОПТИМИЗАЦИИ ПОДВОЗА ГРУЗОВ К ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ СТАНЦИЯМ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ)

Р.Ю. Упырь, А.В. Дудакова, А.А. Никифорова

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Интенсивное развитие Восточного полигона железных дорог требует синхронизации работы всех видов транспорта, участвующих в доставке грузов. Для Иркутской области, обладающей сетью железнодорожных магистралей (Транссиб, БАМ), ключевым узким местом остаётся автомобильное плечо – вывоз и подвоз грузов к станциям в условиях низкой плотности дорог, экстремальных климатических факторов и сезонных ограничений проходимости. Особенности логистики в таких условиях подробно рассмотрены в работах, посвящённых северному завозу, например, в [1]. Традиционные методы планирования маршрутов, основанные на детерминированных алгоритмах или опыте водителей, не позволяют оперативно учитывать динамические изменения дорожной обстановки (распутицу, ледостав, ремонты), что приводит к срыву стыковочных графиков и росту логистических издержек [2-3].

Проблема оптимизации автомобильного подвоза к железнодорожным станциям в условиях удалённых территорий нашла отражение в работах ряда авторов. В трудах [2, 4] рассматриваются вопросы маршрутизации в мультимодальных системах Восточной Сибири, однако предложенные подходы базируются на статических данных и не учитывают сезонную динамику проходимости дорог. Теоретические основы применения метаэвристик для решения NP-трудных задач маршрутизации заложены в классических работах М. Дориго и Т. Штуцле [5], С.Д. Штовбы [6], а также в обзорах G. Laporte [7]. Среди современных исследований выделяются работы Ю.А. Гончаровой [8], в которых муравьиный алгоритм адаптирован для доставки однородных грузов, и публикации А.С. Шуайбу с соавторами [9], где анализируются гибридные подходы для последней мили с использованием дронов и беспилотных средств.

Вопросы имитационного моделирования логистических процессов в среде AnyLogic освещены в [10], а применительно к региональной специфике – в исследованиях [4, 11]. Однако большинство существующих моделей ориентированы либо на абстрактные графы, либо на городские условия и не учитывают такие ключевые для Восточной Сибири факторы, как сезонная изоляция, низкое качество дорожного покрытия и необходимость синхронизации с железнодорожным расписанием. Кроме того, в открытой литературе отсутствуют работы, интегрирующие модифицированный муравьиный алгоритм с реальными GIS-данными для оптимизации именно подвоза/вывоза грузов со станций.

В связи с этим целью исследования является разработка и верификация гибридной цифровой модели, решающей задачу оптимизации автомобильного

подвоза грузов к железнодорожным станциям в зоне тяготения Восточно-Сибирской железной дороги с учётом пространственно-временных факторов (сезонные ограничения проходимости, состояние дорожной сети). Модель призвана обеспечить инструментарий для повышения надёжности мультимодальных перевозок и снижения совокупных затрат за счёт интеллектуальной маршрутизации автомобильного плеча.

Методы решения задачи. В основе предлагаемой модели лежит гибридная архитектура, объединяющая имитационное ядро (AnyLogic), геоинформационный модуль (Яндекс.Карты) и модифицированный эвристический алгоритм муравьиной колонии (Ant Colony Optimization, ACO). Выбор ACO обусловлен его способностью находить близкие к оптимальным решения для NP-трудных задач маршрутизации с большим числом точек доставки, а также адаптивностью к изменяющейся среде за счёт механизмов положительной обратной связи [6-7].

Классическая вероятностная модель перехода k -го агента из узла i в узел j на итерации t имеет вид:

$$P_{ij,k}(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{i,j}]^\beta}{\sum_{j \in J_{i,k}} [\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{i,j}]^\beta}, \text{ если } j \in J_{i,k},$$

$$P_{ij,k}(t) = 0, \text{ если } j \notin J_{i,k}, \quad (1)$$

где α и β – два регулируемых параметра, задающие веса следа феромона и видимости при выборе маршрута;

$\eta_{i,j}$ – видимость – величина, обратная расстоянию D_{ij} между городами i и j ;

$J_{i,k}$ – список городов, которые необходимо посетить муравью k ;

τ_{ij} – количество виртуального феромона на ребре (i,j) .

Новизна подхода заключается в модификации эвристической составляющей с целью учёта реальной проходимости дорог. Вместо географического расстояния вводится показатель приведённых затрат на перемещение из города i в город j

$$Cost_{i,j}(t) = D_{ij} * \rho_{ij}(t), \quad (2)$$

где D_{ij} – географическое расстояние между городами i и j (в километрах), полученное из GIS-данных (Яндекс.Карты);

$\rho_{ij}(t)$ – динамический коэффициент проходимости, зависящий от типа дорожного покрытия и сезонных условий (например, для грунтовых дорог в период распутицы он может достигать 3–5, что эквивалентно «удлинению» пути). Такой подход позволяет агентам выбирать маршруты, минимизирующие не километраж, а ожидаемые временные и эксплуатационные затраты.

Обновление феромонов происходит по правилу:

$$\tau_{i,j}(t+1) = (1 - \gamma)\tau_{i,j}(t) + \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k, \quad (3)$$

где γ – коэффициент испарения;

$\Delta\tau_{ij}^k$ – количество феромона, отложенное k -м агентом, пропорциональное качеству найденного им решения (величине, обратной суммарным приведенным затратам).

Реализация модели выполнена в среде AnyLogic. GIS-модуль загружает реальную карту Иркутской области с привязкой к 15 ключевым точкам, выступающим в роли пунктов отправления, назначения или перевалки грузов. Среди них – крупные железнодорожные станции (Иркутск-Сортировочный, Тайшет, Лена,

Северобайкальск), а также удалённые потребители, куда грузы доставляются автомобильным транспортом после выгрузки из вагонов. Матрица расстояний автоматически рассчитывается по данным Яндекс.Карт, что гарантирует достоверность исходной топологии. Разработанная модель доступна для ознакомления в облачном сервисе AnyLogic Cloud [12].

Анализ полученных результатов. В ходе вычислительных экспериментов проведено сравнение разработанной модели с традиционным методом планирования «ближайшего соседа», часто используемым в региональных транспортных компаниях. Установлено, что применение модифицированного муравьиного алгоритма позволяет сократить суммарный пробег автомобилей на 18–20% за счёт исключения заведомо проблемных участков в периоды распутицы и более равномерного распределения транспортной нагрузки.

Особый интерес для мультимодальной логистики представляет анализ матрицы феромонов, формируемой в процессе работы алгоритма (рисунок 1). Высокие значения на отдельных рёбрах (например, связь Шелехов – Иркутск с уровнем феромона 160) свидетельствуют о формировании устойчивых транспортных коридоров, обеспечивающих надёжную и быструю доставку грузов к магистрали. Низкие значения на многих других рёбрах (порядка 0,1) указывают на то, что прямые автомобильные перевозки между соответствующими узлами экономически нецелесообразны, и грузопотоки должны быть переориентированы через железнодорожные хабы. Таким образом, модель позволяет объективно выделить зоны эффективного использования автомобильного транспорта как подвозящего к магистральным линиям.

Важным результатом для синхронизации графиков является статистический анализ временных параметров рейсов. На рисунке 2 представлено распределение времени погрузки автомобилей в начальном пункте, где по горизонтальной оси отложено время погрузки в минутах, а по вертикальной – частота (доля случаев). Наблюдается два выраженных пика (16 и 18 минут), что свидетельствует о существовании двух устойчивых режимов выполнения операций. Разница в 2 минуты может быть обусловлена типом груза, видом погрузочной техники или степенью подготовленности фронта работ. Для диспетчерской службы, планирующей стыковку с железнодорожным графиком, это означает, что использование среднего значения (около 17 минут) приведёт к систематическим задержкам: в половине случаев реальное время окажется больше оптимального. Предложенная модель позволяет закладывать в расписание не усреднённые, а сценарные оценки времени погрузки, что повышает надёжность мультимодальных стыковок.

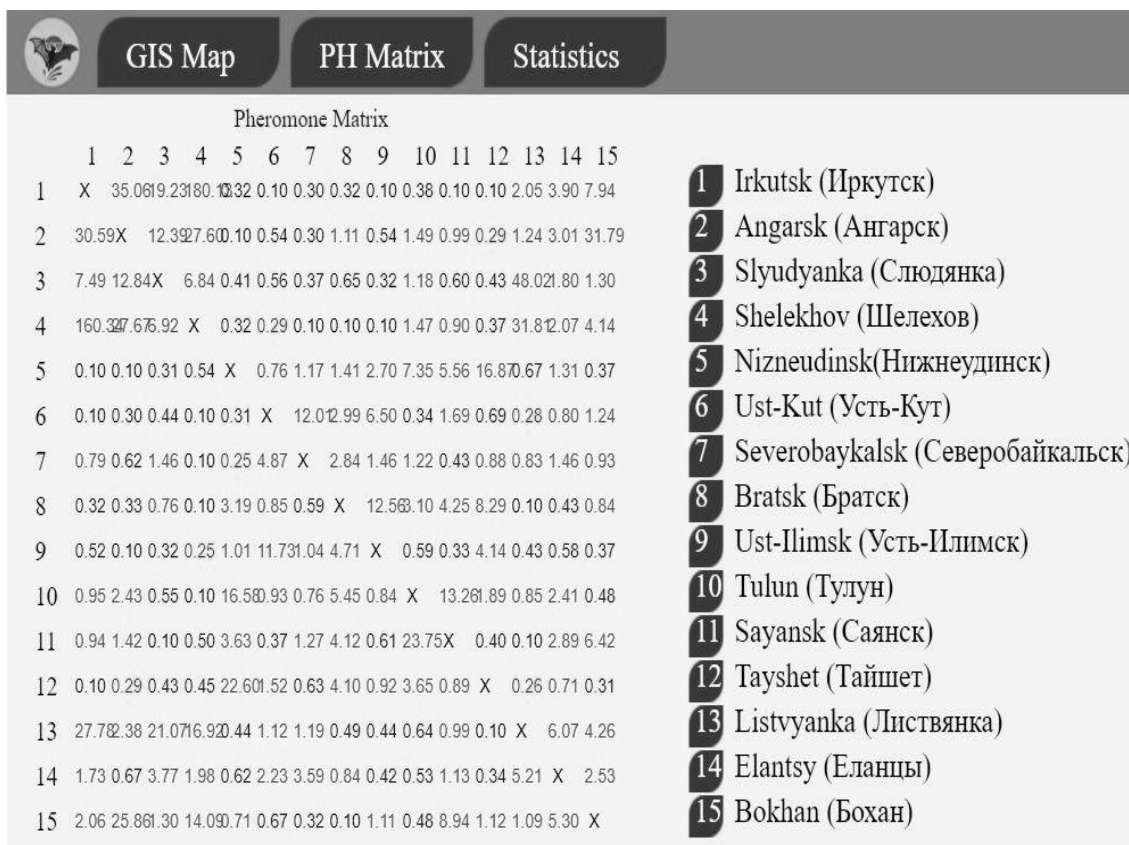


Рисунок 1 - Матрица феромонов (фрагмент) (разработано авторами)

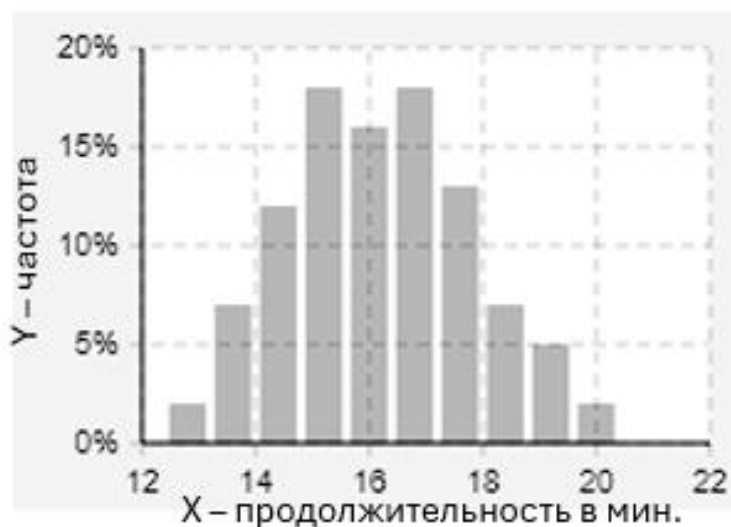


Рисунок 2 - Распределение времени погрузки автомобилей (разработано авторами)

Ещё более показательна гистограмма общего времени в пути (рисунок 3), которая демонстрирует чёткую бимодальность: первый пик в интервале 80-90 часов, второй – в интервале 90-100 часов. Это свидетельствует о существовании двух альтернативных маршрутов с устойчиво различающимися временными характеристиками. Для мультимодальной перевозки, где автомобильное плечо должно быть жёстко увязано с расписанием поездов, использование среднего значения (90 ч) недопустимо – необходима либо гарантированная проводка по более быстрому маршруту, либо закладка технологического резерва времени. Разработанная модель позволяет количественно оценить такие риски и выбрать оптимальную стратегию.

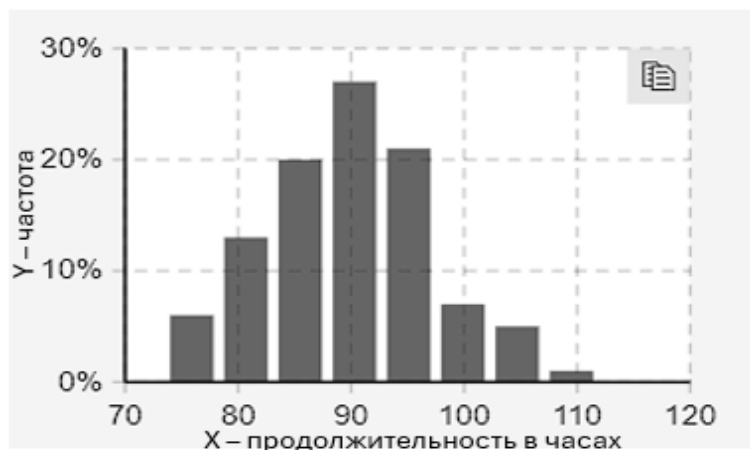


Рисунок 3 - Распределение времени, затраченного на дорогу (разработано авторами)

Выводы. Предложенная гибридная цифровая модель, интегрирующая модифицированный муравьиный алгоритм с геоинформационными данными, доказала свою эффективность в задачах оптимизации автомобильных перевозок для условий Иркутской области. Сокращение пробега на 18–20% достигается за счёт учёта сезонных ограничений проходимости в целевой функции.

В контексте мультимодальных перевозок модель даёт следующие прикладные возможности:

- 1) идентификация устойчивых автомобильных коридоров, обеспечивающих надёжный подвоз к железнодорожным станциям;
- 2) статистическая оценка вариативности времени рейсов, необходимая для построения устойчивых стыковочных графиков;
- 3) обоснование инвестиций в развитие дорожной инфраструктуры на подходах к узлам: снижение коэффициента проходимости на конкретном участке (например, в результате ремонта дороги) уменьшает приведённые затраты в целевой функции модели, что позволяет рассчитать годовую экономию пробега, времени и эксплуатационных расходов, служащую объективной мерой эффективности капиталовложений.

Дальнейшее развитие работы предполагает интеграцию методов искусственного интеллекта (графовых нейросетей и обучения с подкреплением) для прогнозирования динамических изменений коэффициентов проходимости на основе погодных данных и статистики прошлых периодов. Это позволит создать самообучающуюся платформу управления региональной логистикой, адаптированную к условиям Восточного полигона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппова Н. А., Власов В.М., Богумил В.Н. Обеспечение эффективной и надёжной доставки грузов северного завоза для районов крайнего севера и Арктической зоны России. Москва : Общество с ограниченной ответственностью «Техполиграфцентр», 2019. – 224 с.
2. Кроль Н. В., Полетаев А.С., Упырь Р.Ю. Алгоритм маршрутизации и выбора оптимального пути следования в условиях мультимодальности перевозок // Транспорт: наука, техника, управление. 2018. № 8. С. 16-24.
3. Царегородцева Е. Ю., Упырь Р.Ю. Инновационные подходы в управлении логистикой на транспорте // Транспорт Азиатско-Тихоокеанского региона. 2021. № 1(26). С. 14-17.

4. Упырь Р. Ю., Дудакова А.В. Моделирование работы сервиса быстрого реагирования для обеспечения работы терминально-складских комплексов // Известия Транссиба. 2024. № 2(58). С. 72-81.
5. Dorigo M., Stützle T. Ant Colony Optimization. MIT Press, Cambridge, MA. 2004. 305 p.
6. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // Exponenta Pro. Математика в приложениях. 2003. №4. С. 70–75.
7. Laporte G., Semet F. Classical Heuristics for the Vehicle Routing Problem Les Cahiers du GERAD, G98-54, Group for Research in Decision Analysis. Montreal. 1998.
8. Гончарова Ю.А. Оптимизация доставки однородного груза различным клиентам на базе алгоритма муравьиной колонии, основанного на популяции: дис. ... канд. техн. наук. М., 2025. 150 с.
9. Shuaibu A. S., Mahmoud A. S., Sheltami T. R. A review of last-mile delivery optimization: Strategies, technologies, drone integration, and future trends //Drones. – 2025. – Т. 9. – №. 3. – С. 158.
10. Борщев А. В. Практическое агентное моделирование и его место в арсенале аналитика / ExponentaPRO. 2004. № 3-4 (7-8). С. 38-47.
11. Упырь Р. Ю., Дудакова А.В., Ким М.С. Разработка имитационной модели маршрутизации на основе муравьиного алгоритма // Молодая наука Сибири. 2025. № 1(27). С. 12-20.
12. Upyr R., Dudakova A. Transportation model with (ACO) for Irkutsk Region [Электронный ресурс] // AnyLogic Cloud. – URL: <https://cloud.anylogic.com/model/a0ec88f2-a8c5-4fe9-b31c-3a098029ca54> (дата обращения: 25.02.2026).

УДК 656.21

КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

М.В. Четчуев, А.Д. Винник

Петербургский государственный университет путей сообщений Императора
Александра I, Российская Федерация

Введение. Железнодорожный транспорт является динамично развивающейся отраслью, где на протяжении более ста лет формировались и актуализировали типы станций в зависимости от технологических нужд, специфики и объемов транспортной работы. В результате перехода к организации перевозок в условиях частного парка вагонов железнодорожные станции стали выполнять новые функции, не учитываемые общепринятой их классификацией, содержащейся в учебной литературе [1, 2] и нормативных документах [3]. Таким образом, имеются основания, для пересмотра существующей классификации железнодорожных станций.

Действующая классификация железнодорожных станций. Традиционно по характеру работы выделяется пять основных типов станций: промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и грузовые [1, 2]. Участковые и сортировочные станции часто объединяют в более крупную категорию – технические станции, так как на них преобладают технические операции с составами. В общем виде, действующую классификацию железнодорожных станций можно оформить в виде схемы (рисунок 1).



Рисунок 1 - Действующая классификация железнодорожных станций

Формирование нового типа станций. В современных условиях работы железнодорожного транспорта наблюдается значительное увеличение парка неостребованных или ожидающих выполнения операций вагонов [4, 5]. Это привело к тому, что фактически, по характеру работы стал формироваться ещё один тип станций – станции для временного отстоя вагонов. В качестве подтверждения изменения специализации ряда железнодорожных станций под отстой вагонов можно привести распоряжение по Октябрьской железной дороге от 07.11.2025 г. № ОКТ-950/р [6].

Одновременно с этим, исследуя причины и характер организации отстоя вагонов становится очередным, что соответствующие железнодорожные станции могут быть разделены на два типа.

К *первому типу* можно отнести станции в границах железнодорожного узла, предназначенные для краткосрочного и среднесрочного размещения вагонов с целью регулирования вагонопотоков при возникновении непроизводительных простоев в ожидании подачи на пути погрузки/выгрузки или заадресовки после грузовых операций. С одной стороны, потребность в таких станциях может возникать стихийно, из-за резких колебаний вагонопотоков, появления задержек со стороны грузополучателей/грузоотправителей, нарушений в организации подвода поездов и другим причинам. С другой стороны, технология работы железнодорожного узла может быть выстроена таким образом, что временный отстой вагонов будет одной из составляющих его частей, а не случайно возникшим событием. И в том, и в другом случае, становится очевидна необходимость «буфера», который позволит сглаживать неравномерность между работой железной дороги и производственным циклом предприятия или порта. Исходя из изложенного, этот тип станций временного отстоя вагонов можно назвать – *буферные*.

Так как необходимость сглаживания вагонопотоков может возникнуть по прибытию поездов в узел, по их отправлению из узла, а также одновременно по

прибытию и отправлению, можно соответственно обозначить следующие подтипы буферных станций:

- по прибытию поездов;
- по отправлению поездов;
- смешанные.

Второй тип рассматриваемых станций связан с организацией длительного отстоя вагонов. Такие станции представляют из себя отдельный инфраструктурный комплекс, предназначенный для продолжительного размещения вагонов в период снижения спроса на перевозки, невостребованности отдельных видов вагонов или организации отстоя избыточного парка, образующегося в определённых местах железнодорожной сети. Данный тип станций в зависимости от причин организации отстоя вагонов можно разделить, как минимум, на три подтипа:

- 1) скопление избытка вагонов на железнодорожной сети;
- 2) сезонное отсутствие спроса на конкретные типы вагонов;
- 3) накопление нерабочего парка вагонов для последующего направления в ремонт.

Основные характеристики двух предложенных типов железнодорожных станций приведены в таблице.

Таблица 1

Основные характеристики станций для временного отстоя вагонов

Тип	Продолжительность размещения	Основная цель	Местоположение
Буферные станции	Краткосрочное и среднесрочное	Сглаживание технологических процессов в железнодорожном узле	В железнодорожном узле или на подходах к нему
Станции длительного отстоя вагонов	Долгосрочное	Отстой вагонов до востребования	Места на железнодорожной сети, где имеются тактико-технологические возможности организовать длительный отстой и последующий подъём вагонов

Разъезды и обгонные пункты. В актуальной учебной [1] и действующей нормативной [3] литературе официально используется термин – «раздельный пункт с путевым развитием». Это понятие включает в себя все типы железнодорожных станций, согласно приведённой на рис. 1 классификации. Кроме этого, обозначенный термин применяют для обезличенного отражения разъездов и обгонных пунктов.

Сопоставляя типовые схемные решения путевого развития разъездов и обгонных пунктов с железнодорожными станциями, в первую очередь промежуточными, можно отметить простоту. В этом случае, вполне логичным будет вывод, что именно с простотой схем и технологии работы связано исключение разъездов и обгонных пунктов из понятия «железнодорожная станция». Однако, такой подход требует пересмотра ввиду следующих обстоятельств:

1) типовыми схемными решениями и на разъездах, и на обгонных пунктах допускается выполнение грузовых операций, в том числе с обустройством для этого специальных путей. С учётом этого обстоятельства их функциональное назначение будет полностью совпадать с назначением промежуточных станций;

2) на сети железных дорог России есть примеры, когда к разъездам и к обгонным пунктам примыкают железнодорожные пути необщего пользования. Наличие примыканий не меняет, или незначительно меняет конфигурацию их путевого развития относительно типовых схем. Вместе с этим, на таких разъездах и обгонных пунктах существенно возрастают объёмы местной работы, которые, иногда даже превышают размеры работы промежуточных станций;

3) на однопутных линиях при организации пропуска поездов пакетами на разъездах в некоторых случаях необходимо устраивать 3-4 приёмоотправочных пути. Схемы путевого развития этих разъездов, будет сложнее, чем на промежуточных станциях.

В дополнении к изложенному выше следует отметить, что в нормативных документах ОАО «РЖД» и разъезды, и обгонные пункты, признаются железнодорожными станциями. В качестве примера, таких документов можно привести техническо-распорядительные акты железнодорожных станций.

Из изложенного следует, что и разъезды, и обгонные пункты, всё-таки уместнее будет отнести к железнодорожным станциям. В этом случае, понятие «раздельный пункт с путевым развитием» может быть выведено из использования, поскольку станет дублирующим термином.

Вывод. На основании приведённого в статье материала очевидно, что используемая в настоящее время классификация железнодорожных станций не учитывает некоторых современных особенностей работы железнодорожного транспорта в связи с чем вполне обоснован её пересмотр. В качестве её новых составных элементов считаем нужным учесть станции для временного отстоя вагонов, а также разъезды и обгонные пункты. Обобщённая схема предлагаемой классификации железнодорожных станций представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 - Предлагаемая классификация железнодорожных станций

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апатцев, В.И. Железнодорожные станции и узлы : учебник / В.И. Апатцев, С.П. Вакуленко, А.К. Головнич, Ю.О. Пазойский, П.К. Рыбин. Москва : УМЦ ЖДТ, 2024. 692 с.
2. Апатцев, В.И. Железнодорожные станции и узлы. В 2 частях. Часть 1 : учебное пособие / В.И. Апатцев, Л.Н. Иванкова, А.Н. Иванов. Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2020. 161 с.
3. СП 119.13330.2024 «СНиП 32-01-95 Железные дороги колеи 1520 мм» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/375821/>.
4. Четчуев, М.В. О пересмотре действующей классификации железнодорожных станций / М.В. Четчуев // Транспорт: наука, образование, производство : Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 23-25 апреля 2025 года. Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2025. С. 350-353.
5. Иванов, А.Н. Эффективное управление вагонными парками на основе развития железнодорожной сети и тарифного регулирования / А.Н. Иванов, П.К. Рыбин, М.В. Четчуев // Бюллетень ученого совета АО "ИЭРТ". 2025. № 10-1. С. 56-58.
6. Распоряжение Октябрьской железной дороги от 07.11.2025 г. № ОКТ-950/р «Об утверждении Перечня железнодорожных станций, выделенных для отстоя временно не задействованного в перевозках подвижного состава».

УДК 656.2

ИННОВАЦИОННЫЕ ЗАПОРНО-ПЛОМБИРОВОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА В ЛОГИСТИКЕ: ОТ ИНДИКАЦИИ ВСКРЫТИЯ К ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОМУ МОНИТОРИНГУ

Н.Х. Варламова, М.В. Малахова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Современная логистика, обеспечивая бесперебойное глобальное перемещение товаров, сталкивается с растущими угрозами: хищениями, подменами грузов и проникновением контрафакта. В условиях стремительной цифровизации и концепции "Индустрия 4.0" критически важны интеллектуальные системы управления, гарантирующие прозрачность и оперативный контроль грузопотоков.

Традиционные запорно-пломбировочные устройства (ЗПУ), выполняющие лишь пассивную функцию индикации вскрытия, не способны противостоять современным методам "интеллектуального взлома", позволяющим манипулировать пломбами без видимых следов. Задержка в получении информации о нарушении делает своевременное реагирование невозможным, а отсутствие телеметрии превращает их в "слепые зоны" цифровой транспортной экосистемы.

Это обуславливает объективную потребность в переходе от пассивной индикации к активному интеллектуальному мониторингу, основанному на передовых технологиях Интернета вещей (IoT), спутниковой навигации (ГЛОНАСС/GPS) и сотовой связи.

Основная часть. Системы контроля доступа к грузам, известные как запорно-пломбировочные устройства, представляют собой одноразовые приспособления, применяемые для обеспечения сохранности содержимого грузовых отсеков. Как определено в стандарте ГОСТ Р 59164-2020, назначение таких устройств заключается

в блокировке механизмов закрытия и сигнализации о любых попытках вторжения [2:9]. Ключевым аспектом ЗПУ является их неразъемная конструкция, гарантирующая, что любое снятие устройства приведет к его разрушению или оставлению явных признаков вмешательства. Важной функцией современных устройств также является идентификация. ЗПУ должны иметь уникальную идентификацию объекта пломбирования за счет наличия на корпусе уникальной идентификационной информации, включающей, как правило, семиразрядный буквенно-цифровой код и товарный знак производителя [1:4], [1:7].

Классификация ЗПУ. По уровню механической защиты выделяют четыре типа: усиленные силовые (Н1, от 20 кН), силовые (Н, 12–20 кН), защитные (S, 3,5–12 кН) и контрольно-силовые (N, 1–3,5 кН)[2:9]. По конструкции ЗПУ делятся на механические и электронные. Механические включают силовые (тросовые, канатные) и индикаторные (пластиковые, свинцовые). Свинцовые пломбы устарели из-за низкой прочности и возможности скрытого снятия. Пластиковые индикаторные пломбы легки и дешевы, но уязвимы для взлома. Максимальную защиту обеспечивают тросовые пломбы (типы Н, Н1): при нагрузке длина петли не увеличивается более чем на 15 мм, исключая извлечение троса.

В отличие от традиционных механических пломб, которые лишь констатируют факт несанкционированного вмешательства уже после его совершения, развитие сферы охранных технологий способствует появлению умных устройств. Сочетание механических и электронных пломб отвечает действующим стандартам прочности. Благодаря возможности интеграции с навигационными системами ГЛОНАСС/GPS и сетями сотовой связи, они обеспечивают мониторинг доступа, географического положения и условий транспортировки в режиме реального времени. В случае попытки взлома такие системы оперативно отправляют оповещение. Примечательным примером является система «ФАЙБЕРЛАЙН», основанная на оптоволоконной технологии. Ее особенность заключается в фиксации момента вскрытия с высокой точностью, вплоть до секунды. Управление такими пломбами может осуществляться удаленно, с помощью смартфона через интерфейс Bluetooth.

Электронные средства контроля делятся на категории: индикаторные с RFID, навигационные, пломбировочные устройства и электронные ЗПУ (силовые, выдерживающие более 2000 кгс). Инновации направлены на интеграцию с ГЛОНАСС/GPS, GPS, «Бэйдоу» и МЭМС-датчиками для измерения воздействий. Система «БигЛок» от АО «ИПК «СТРАЖ» в реальном времени передает данные о состоянии пломбы, а при вскрытии указывает координаты. Системы типа «ПИЛОТ» контролируют скорость, маршрут и работу механизмов. По данным АО «ГЛОНАСС», применение электронных ЗПУ на более чем 40 тыс. транспортных средств помогло пресечь свыше 50 нападений организованных преступных групп.

Для надежной идентификации грузов широко используются технологии RFID и NFC. Метки стандарта UHF способны считываться на дистанции до десяти метров, что идеально подходит для автоматизированных складских систем. Технология NFC, функционирующая на основе электромагнитной индукции, позволяет использовать NFC-карты. Динамические NFC, в свою очередь, создают неповторяющиеся коды, обеспечивая защиту от несанкционированного доступа к информации. В случаях перевозки грузов с повышенными требованиями к безопасности возможно

применение биометрических методов (сканирование отпечатков пальцев (дактилоскопия), лица или конфигурации вен ладони), что позволит устранить риски, связанные с человеческим фактором. Следует отметить, что отечественные разработки в области материаловедения, в частности, открытие новых композитных материалов, обладающих такими физико-механическими свойствами, как низкий удельный вес, прочность, негорючесть и антикоррозионность, позволяют делать ЗПУ, отвечающие современным требованиям.

Однако, несмотря на очевидные плюсы, внедрение интеллектуальных ЗПУ в российской действительности встречает ряд препятствий. Ремонт механики обойдется в 200-250 рублей, а электроники - от 20 тысяч рублей. Аренда навигационной пломбы с 2022 года достигает примерно 2,9 тысячи рублей в сутки, к этому добавляются услуги по установке и демонтажу, что в совокупности делает сутки транзита более дорогими - свыше 5 тысяч рублей. Такая стоимость оправдана лишь в случае с ценными грузами или грузами, подпадающими под санкции.

Техническая сложность заключается в энергопотреблении, так как аккумулятор должен обеспечивать работу на протяжении недель при широком диапазоне температур и при компактных размерах устройства. Самая острая проблема - несовершенство нормативной базы и отсутствие единых стандартов в ЕАЭС. На практике возникают сбои. Российская система не видит белорусские пломбы, снять их можно только программно, а сотрудники таможни не всегда понимают процедуру. Не урегулированы вопросы оформления при перевозке нескольких партий на разные склады и ответственности при случайном срыве пломбы. Несмотря на это, с 27 января 2025 года использование данных пломб для определенного перечня импортируемых товаров, таких как алкоголь, табак, электроника стало обязательным в России и Беларуси [3:2].

Рынок ЭЗПУ в России имеет историю длиною в десятилетия. Первое устройство разработано в 2008 году АКБ «Компас» и апробировано на Московской железной дороге [4:1]. С 2016 года на ж/д используются пломбы «БигЛок», доказавшие полную сохранность. Устройство «Сириус-Euro» - малогабаритная пломба (до 100 г) для таможенных целей. На международном рынке представлены разработки Globotrack (со спутниковой связью Iridium), EnCard (для фармацевтики), Mega Fortris и EJ Brooks. Оператором системы в России выступает ООО «Центр развития цифровых платформ». Пилотные проекты с участием «Норникеля» и «Роснефти» подтвердили эффективность технологии. За время применения электронных ЗПУ пресечено более 50 нападений на транспорте.

Практика применения электронных ЗПУ в России, накопленная за длительный период, демонстрирует их высокую эффективность в обеспечении сохранности грузов и создает предпосылки для массового внедрения, которое ожидается в ближайшие годы.

Заключение. Современные пломбировочные устройства с продвинутым функционалом существенно повышают защиту грузов благодаря электронике, GPS и инновационным материалам. Российские эксперименты подтвердили эффективность системы, снизив количество краж и страховые выплаты. Однако массовое применение ограничено стоимостью оборудования, энергозатратностью и отсутствием единой регуляции. Перспективы развития включают цифровизацию логистики, концепцию

IoT и обязательную электронную маркировку товаров. Решение проблем ценообразования, стандартизации и юридических вопросов откроет путь к широкому внедрению «умных» пломб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59164-2020. Запорно-пломбировочные устройства. Общие технические условия: национальный стандарт Российской Федерации: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 3 декабря 2020 г. № 1226-ст: дата введения 2021-04-01. – Москва: Стандартинформ, 2020. – II, 15 с.
2. ГОСТ 31282-2021. Устройства пломбировочные. Классификация: межгосударственный стандарт: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 октября 2021 г. № 1330-ст: взамен ГОСТ 31282-2004: дата введения 2022-01-01. – Москва: Российский институт стандартизации, 2021. – III, 8 с.
3. Электронные запорно-пломбировочные устройства позволяют обеспечить сохранность грузов и сделать их перевозки прозрачными [Электронный ресурс] // Министерство транспорта Российской Федерации: официальный сайт. – 13 мая 2022. – URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/11680> (дата обращения: 16.03.2026).
4. Электронные ЗПУ как решение вечной проблемы [Электронный ресурс] // ТО-информ: информационный портал. - 24 марта 2021. -URL: <https://www.to-inform.ru/index.php/news/7840-elektronnie-zpu-kak-reshenie-vechnoy-problemi> (дата обращения: 16.03.2026).

УДК 656.3

О РАЗВИТИИ ОСНОВНОЙ СТАНЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

А.Б. Фокеев, Н.Н. Мазько

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Железнодорожные станции являются основными элементами сети дорог, уровень их развития фактически определяет эффективность всей эксплуатационной работы железнодорожного транспорта. Обычно выделяют три этапа развития станций:

- первый этап - от возникновения станций до конца XIX века;
- второй этап - с конца XIX века по 1940-е годы;
- третий этап - вторая половина XX века.

Существенный перелом в развитии железных дорог в целом и железнодорожных станций наступил в 1956 году, он связан с принятием программы электрификации железных дорог. В начале 1958 года СССР прочно занял первое место в мире не только по темпам электрификации железных дорог, но и по протяженности линий, переведенных на электрическую тягу. За 1956 - 1980-е годы было введено более 47,5 тыс. км электрифицированных линий. Благодаря высоким темпам внедрения прогрессивных видов тяги в 1970 году удельный вес грузооборота, осваиваемого электровозами и тепловозами, составил 96,5%. Одновременно шла интенсивная работа по созданию новых образцов электровозов. В этот период произошло удлинение станционных путей в связи с появлением более мощных локомотивов и

увеличением весовых норм поездов. В основном в этот период сформировалось большинство станций.

Многие железнодорожные станции за последние 45 – 50 лет практически не изменились в плане путевого развития и общих схем. Вместе с тем за последние десятилетия на железнодорожном транспорте произошли существенные изменения в плане развития технологий перевозочного процесса. Внедрены высокоэффективные устройства автоматизации станционных процессов, информационные и управляющие системы. Отрасль существенно продвинулась в вопросах цифровизации. Серьезные изменения произошли в обновлении тягового подвижного состава. На сети железных дорог эксплуатируют современные локомотивы 2ЭС10, 2ЭС6, 3ЭС6, 2ЭС5К, 3ЭС5К, 4ЭС5К, 2ТЭ25КМ, 3ТЭ28 и другие. ОАО РЖД планирует до 2035 года закупить 9,9 тыс. локомотивов. Основное внимание уделяют локомотивам, которые позволят водить тяжеловесные поезда (электровозы 3ЭС8 «Малахит» и тепловозы 2ТЭ35А).

В настоящее время применяется следующая терминология:

- поезд грузовой длинносоставный - грузовой поезд, длина которого превышает норму длины, установленную графиком движения на участке следования этого поезда;

- поезд грузовой повышенной длины - грузовой поезд, длина которого в условных единицах (осях) - 350 и более осей;

- поезд грузовой соединенный - грузовой поезд, составленный из двух и более сцепленных между собой грузовых поездов с действующими локомотивами в голове каждого поезда.

Основная часть. На сети железных дорог на основных направлениях установлена графиковая длина грузовых поездов 71 условный вагон. Это предполагает наличие приема – отправочных путей на станциях 1050 м. Анализ станционной инфраструктуры показывает, что на большинстве станций в основном имеются пути длиной 850 м и менее. Таким образом, обычные грузовые поезда с графиковой длиной 71 условный вагон фактически становятся для многих станций длинносоставными. Очевидно, что практически исчерпаны возможности повышения массы поезда за счет увеличения его длины в пределах станционных путей. При этом в компании ОАО «РЖД» приоритетом является повышение средней массы поезда. Для сети железных дорог страны проблема недостаточной длины приема-отправочных путей на станциях остается весьма актуальной. Во многих случаях длина путей уже не соответствует фактическим параметрам поездов, которые обращаются на загруженных направлениях.

Изучение путевого развития железнодорожных станций показывает, что на многих направлениях более 70 % из них фактически ограничивают возможности увеличения провозной и пропускной способности линий. Если путь не позволяет принять поезд целиком, приходится прибегать к его предварительному разъединению, а это увеличивает время обработки, загружает маневровые средства и снижает общую пропускную способность станции и направления в целом. В результате локальное инфраструктурное ограничение начинает влиять на работу более широкого полигона сети. При этом в ряде случаев из-за инфраструктурных

ограничений без дополнительной работы по отцепке части вагонов становится невозможным обгон грузовых поездов пассажирскими.

Увеличение массы поездов является не только одной из наиболее эффективных мер по повышению провозной способности железных дорог, но и важным средством улучшения эксплуатационных показателей их работы и снижения себестоимости перевозок. Масса поезда определяет требования к техническому вооружению железных дорог в целом, в первую очередь к мощности локомотивов, длине станционных путей и другим устройствам. Таким образом, установление рациональной массы поездов на железных дорогах представляет собой достаточно сложную технико-экономическую проблему, которая тесно связана с увеличением провозной способности железнодорожного транспорта и затрагивающую значительно широкий круг вопросов.

Из-за недостаточного развития станций серьезные проблемы вызывает так же пропуск сдвоенных поездов. Пропуск сдвоенного поезда по участку фактически исключает возможность его обгона. На однопутном участке невозможно движение встречного поездопотока и скрещения поездов. Поэтому используются они в основном для форсирования провозной способности, например, в период ремонтных работ. Наибольшая эффективность пропуска любого сформированного поезда появляется тогда, когда этот поезд следует от станции отправления до станции назначения без переработки. При существующем путевом развитии станций сдвоенные поезда при их следовании по направлению невозможно пропустить без расцепки и соединения вновь. Для соединения и разъединения поездов требуется достаточно много времени, причём в большинстве случаев на период выполнения данных операций движение остальных попутных поездов останавливается. Очевидно, что часть промежуточных станций и технических станций должны в своем составе иметь пути, соответствующие длине пропускаемых сдвоенных поездов.

Цель настоящего исследования состоит в том, чтобы обосновать целесообразность удлинения путей на железнодорожных станциях как меры, способной обеспечить заметный прирост пропускной способности железнодорожной сети. Основной акцент сделан на оценке эксплуатационного и экономического эффекта от таких мероприятий. Для достижения поставленной цели в работе решаются несколько задач:

- во-первых, анализируется текущее состояние станционной инфраструктуры и выявляются основные ограничения, возникающие при обслуживании грузовых поездов повышенной длины;
- во-вторых, рассматривается влияние длины поездов на технологию обработки и на фактическую пропускную способность станций;
- в-третьих, проводится оценка возможного эффекта от удлинения путей с точки зрения эксплуатации и экономики.

Такое решение выглядит технологически допустимым, но фактически создает потери на каждом этапе обработки. Требуется дополнительное время на расцепку, перестановку вагонов, согласование маневровой работы и последующее восстановление состава либо организацию дальнейшего движения его частей. В результате увеличивается продолжительность пребывания поезда на станции, а также возрастает занятость путей и локомотивов. Кроме того, систематическое применение

таких операций ухудшает использование подвижного состава. Вагоны и локомотивы дольше находятся в ожидании, снижается оборот, увеличивается нагрузка на персонал и маневровые средства. Если подобные задержки повторяются регулярно, они начинают влиять не только на конкретную станцию, но и на устойчивость графика движения в пределах всего направления.

При анализе работы станции важно определить те элементы инфраструктуры, которые в наибольшей степени ограничивают пропускную способность. В условиях обслуживания грузовых поездов повышенной длины такими узкими местами чаще всего становятся приемо-отправочные пути недостаточной длины, входные и выходные горловины, а также участки, где маневровая работа пересекается с основным движением поездов [1]. Когда состав не помещается в пределах полезной длины пути, время его обработки возрастает не только за счет самих дополнительных операций, но и вследствие нарушения ритма работы станции в целом. Пока один поезд занимает пути дольше нормативного времени, задерживается прием следующих поездов. Это создает цепную реакцию: растут интервалы между операциями, снижается число поездов, которое станция способна обработать в течение суток, и усиливается вероятность накопления поездов на подходах. Следовательно, вопрос удлинения путей нельзя рассматривать только как локальную меру по улучшению условий приема отдельных поездов. По сути, это способ устранения одного из главных инфраструктурных ограничений, которое сдерживает использование пропускного потенциала станции.

Подход к оценке пропускной способности станции целесообразно осуществлять с помощью моделирования пропускной способности. Оценка влияния длины путей на работу станции требует применения расчетных моделей, позволяющих сопоставить существующее состояние инфраструктуры с вариантом после реконструкции. В основе такого подхода лежит анализ времени, необходимого для приема, обработки и отправления поездов в разных технологических условиях. При моделировании учитываются несколько ключевых параметров: полезная длина путей, число одновременно обслуживаемых составов, интервалы между прибытием поездов, продолжительность маневровых операций и особенности движения в пределах станции [2].

Сравнение двух сценариев — до и после удлинения путей дает возможность оценить, в какой мере инфраструктурные изменения повлияют на общую производительность работы направления. Практическая ценность такого моделирования состоит в том, что оно позволяет оценить перспективный эффект еще на предпроектной стадии. Это особенно важно при ограниченных инвестиционных ресурсах, когда необходимо заранее определить, какие объекты модернизации дадут наибольшую отдачу [3].

Заключение. Проведенный анализ показывает, что между длиной поезда и продолжительностью его обработки существует устойчивая зависимость. По мере увеличения числа вагонов возрастает объем маневровой работы, особенно в тех случаях, когда инфраструктура не позволяет принять поезд целиком. Наиболее заметно это проявляется при обслуживании поездов, длина которых приближается к верхнему пределу возможностей станции или превышает его. Если длинный поезд приходится делить на части, общее время его обработки возрастает существенно

сильнее, чем при обычной технологии приема и отправления. Дополнительные операции не только увеличивают занятость путей, но и повышают вероятность возникновения сбоев в графике. На станциях с интенсивным грузовым движением даже относительно небольшое увеличение времени на обработку одного состава может привести к заметному снижению суточной производительности. Так же достаточно остро встают вопросы обеспечения безопасности движения. Именно поэтому при расчете пропускной способности необходимо учитывать не только среднюю длину поездов, но и реальную вариативность грузопотока. Чем выше доля поездов повышенной длины, тем сильнее проявляется влияние недостаточной длины путей на эксплуатационные показатели и экономические.

Прогнозируемый эффект от удлинения путей позволяет сократить или полностью исключить операции, связанные с разъединением поездов. За счет этого уменьшается время, которое поезд занимает станционные пути, и снижается нагрузка на маневровую работу. В совокупности это создает условия для увеличения числа поездов, которые станция способна обработать за расчетный период.

Результаты моделирования показывают, что прирост пропускной способности после удлинения путей может быть весьма значительным. Величина эффекта зависит от категории станции, структуры поездопотока и исходной степени инфраструктурных ограничений. Таким образом, данное исследование призвано внести вклад в решение проблемы недостаточной пропускной способности и экономических потерь на железных дорогах, связанных с ограниченной длиной путей на железнодорожных станциях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обоснование этапности развития железнодорожных станций и узлов при наличии альтернативных вариантов / Ю. И. Ефименко, П. К. Рыбин, А. Г. Филиппов, М. В. Четчуев // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2018. – № 3(46). – С. 51-62.
2. Пермикин, В. Ю. Моделирование и оптимизация транспортных систем : конспект лекций. Ч. 1 Моделирование транспортных систем / В. Ю. Пермикин. – Екатеринбург : УрГУПС, 2020 – 79 с.
3. Ефименко, Ю. И. Учёт перспективы в проектах развития инфраструктуры железнодорожных станций и узлов / Ю. И. Ефименко, М. В. Четчуев, А. Г. Филиппов // Развитие инфраструктуры и логистических технологий в транспортных системах : Сборник трудов, Санкт-Петербург, 23–25 сентября 2015 года. – Санкт-Петербург: Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2016. – С. 162-173.

УДК 656.3

СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

А.В. Варламов, Н.Х. Варламова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. В структуре грузовой работы железнодорожного транспорта сыпучие и навалочные грузы традиционно занимают значительную долю, формируя

устойчивый вагонопоток в адрес промышленных предприятий, элеваторов, морских портов, прирельсовых складов и распределительных терминалов. Для этой группы грузов характерна высокая чувствительность к параметрам транспортно-технологической схемы: от конфигурации фронта выгрузки и способа складирования до степени автоматизации грузовых операций и качества диспетчерского управления терминалом.

Прогнозы свидетельствуют об устойчивом росте спроса на перевозку сыпучих грузов, обусловленном активным развитием отечественного производства и аграрного сектора. Именно поэтому создание эффективных логистических цепочек и развитие существующей инфраструктуры грузовых терминалов остаются одними из важнейших стратегических задач для железнодорожной отрасли.

Действующие складские терминалы зачастую сталкиваются с проблемами низкой производительности, перерабатывающей способности, повышенными эксплуатационными расходами, потерями груза, пылеобразования и безопасностью выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Решение этих проблем возможно благодаря внедрению инновационных механизированных и автоматизированных систем хранения и переработки сыпучих грузов. Данная статья посвящена обзору современных инновационных устройств и технологий, применяемых в складских терминалах для сыпучих грузов, анализу их преимуществ, а также рассмотрению перспектив дальнейшего развития [1: 108].

Основная часть. С целью минимизации потерь, обеспечения высокого уровня сохранности насыпных материалов и оптимизации затрат на осуществление процессов погрузки и разгрузки целесообразно применение специализированных саморазгружающихся железнодорожных вагонов. К ним относятся вагоны бункерного типа с различными способами выгрузки (центральный, боковой либо торцевым вариантом выгрузки). Применение таких вагонов эффективно исключительно в сочетании с соответствующим складским и погрузочно-разгрузочным оборудованием: механизированными и автоматизированными бункерными установками, дозирующими устройствами, питателями, конвейерными линиями, пневмотранспортными системами нагнетательного и всасывающего типа и прочими вспомогательными механизмами. Использование специализированных саморазгружающихся вагонов в совокупности с автоматизированным складским и погрузочно-разгрузочным оборудованием позволяет радикально упростить процесс переработки сыпучих грузов и существенно снижает трудозатраты, ускоряет производственные процессы, сокращает потребление материальных ресурсов и повышает перерабатывающую способность грузовых фронтов. Однако применение автоматизированных и комплексно-механизированных погрузочно-разгрузочных дорогостоящих комплексов предполагает массовые поставки, т.е. большие грузообороты сыпучих грузов.

Эффективное хранение и переработка сыпучих грузов является существенным фактором для стабильной работы производственных предприятий и надежного функционирования логистических цепей поставок сырьевых ресурсов. Сыпучие грузы, такие как зерно, продукты помола, уголь, минеральные удобрения, цемент обладают разнообразными физико-механическими свойствами (гигроскопичность, гранулометрический состав, слеживаемость, пылеобразование), которые определяют требования к складскому оборудованию, процессам переработки и транспортировки.

Традиционные способы хранения и переработки предполагают использование открытых площадок, силосных и бункерных сооружений или крытых складов. Эти способы имеют ряд существенных недостатков:

- низкая производительность: ручные операции и ограниченные возможности техники приводят к длительным циклам обработки;
- значительные эксплуатационные расходы: большие затраты на персонал, технику, уборку и обслуживание;
- потери груза: просыпание, уплотнение, слеживание, воздействие атмосферных осадков;
- экологические проблемы: пылеобразование, загрязнение окружающей среды;
- риски безопасности: воздействие на персонал опасных факторов (пыль, движущаяся техника, обрушение материала) [2: 78].

В ответ на эти вызовы разработаны и внедряются новые поколения погрузочно-разгрузочного оборудования, сочетающего механизацию, автоматизацию и инновационные инженерные решения.

Основной проблемой при выгрузке является полное освобождение вагона от груза, предотвращение образования сводов и зависаний материала, а также обеспечение высокой скорости потока. Для минимизации вышеперечисленных трудностей разработаны и применяются разнообразные современные устройства и технологии:

- системы вибрационного воздействия: интегрированные в эстакады или устанавливаемые непосредственно на вагон вибрационные установки (рисунок 1). Современные системы обладают регулируемой частотой и амплитудой колебаний, что позволяет адаптировать их к различным типам сыпучих грузов и степени их слеживания. Передовые вибрационные системы гарантируют полную и эффективную разгрузку сыпучих материалов, что значительно сокращает время грузовых операций;

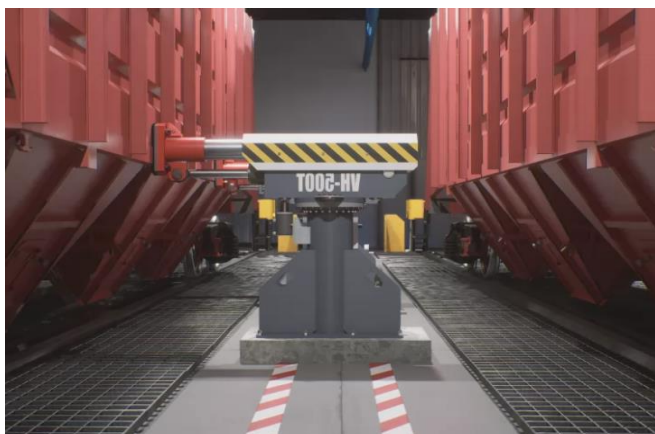


Рисунок 1 – Вагонные виброразгрузчики

- мобильные разгрузчики или разгрузчики вагонов-хопперов: самоходные или буксируемые установки, которые подкатываются к вагону-хопперу и осуществляют выгрузку с помощью различных механизмов (рисунок 2). Главным достоинством практического применения разгрузчиков выступает универсальность оборудования, они способны одинаково эффективно перемещать практически любые сыпучие материалы – от цемента до зерна. Шнековые и ленточные разгрузчики вводятся в вагон и механически извлекают груз, подавая его на конвейер или в приемный бункер,

обеспечивают контролируемую скорость выгрузки. Современные модели могут иметь гибкие шнеки или роботизированные манипуляторы для полного охвата объема вагона;



Рисунок 2 – Разгрузчик вагонов-хопперов

- пневмовакуумные системы разгрузки вагонов-хопперов используются для особо пылящих или ценных грузов, где требуется максимальное удержание пыли. Работа пневмовакуумного разгрузчика в целом, и его основной составной части - модуля технологического, основана на принципе пневмотранспортирования сыпучих материалов и их свойстве переноситься потоком воздуха. Такая система разгрузки вагонов осуществляется с использованием пневмокамерных насосов, которые транспортируют сыпучий груз в накопительные силосы посредством сжатого воздуха, может применяться при наличии подрельсового пространства, где размещаются перекачивающие насосы (рисунок 3). Использование подобной схемы позволяет получить высокую производительность разгрузки материала и обеспечивать высокий уровень экологической безопасности.



Рисунок 3 - Пневмовакуумная система разгрузки

Погрузка также требует высокой производительности и точности, чтобы обеспечить равномерное распределение груза в вагоне и максимальное использование его грузоподъемности. Рассмотрим прогрессивные устройства и технологии, используемые в настоящее время:

- бункеры с автоматическими затворами, регулируемые загрузочными рукавами, встроенными весовыми устройствами для дозирования загружаемого объема сыпучего материала [3: 73];

- бункер-перегрузатель для перегрузки сыпучих грузов из автомобильного транспорта в железнодорожные вагоны;

- пневмотранспортеры для погрузки сыпучих грузов в вагон, которые позволяют подавать материал непосредственно из хранилища или силоса в кузов вагона без необходимости промежуточного складирования. Сыпучий груз подается с помощью воздушного потока под давлением, что значительно ускоряет процесс погрузки и минимизирует потери материала.

К основным типам автоматизированных складских систем для сыпучих грузов относятся:

- автоматизированные силосные комплексы. Силосы оснащаются автоматизированными системами загрузки (конвейеры, пневмотранспортные установки, управляемые датчиками уровня заполнения), выгрузки (вибрационные или пневматические устройства для предотвращения слеживания, сводообразования, шнековые или ленточные транспортеры для контролируемого отбора груза). Для мониторинга состояния хранящегося материала устанавливаются системы контроля параметров груза: датчики температуры, влажности, давления для мониторинга состояния хранящегося материала;

- автоматизированные системы управления технологическим процессом хранения, загрузки, выгрузки сыпучих материалов необходимы для обеспечения слаженной работы всех исполнительных механизмов (клапанов, насосов), постоянного контроля количества материала в силосах, емкостях, визуализация всего технологического процесса на операторских панелях, компьютерах и др.

Заключение. Проведенный анализ показывает, что модернизация переработки сыпучих грузов на железнодорожном транспорте должна строиться по принципу технологической непрерывности. Наибольший результат дают не точечные замены отдельных машин, а формирование единого терминально-складского контура, в котором согласованы фронт выгрузки, приемные и накопительные устройства, транспортирующие линии, весовой контроль, аспирация и система диспетчерского управления.

Следовательно, перспективными направлениями следует считать внедрение закрытых схем переработки для пылящих грузов, развитие высокопроизводительных вибрационных и пневматических систем разгрузки, оснащение погрузочных фронтов автоматизированными дозирующими устройствами, а также расширение функций АСУ ТП. Такой подход позволяет придать грузовой работе не только большую производительность, но и качественно иную управляемость, что особенно важно в условиях неравномерного вагонопотока и возрастающих требований к безопасности и экологичности терминальных операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов, В. В. Расширение технологий перевозки зерновых грузов железнодорожным транспортом / В. В. Денисов, И. И. Кононов, М. В. Прусов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2024. – № 7. – С. 108-115.

2. Третьяков, Г. М. Инновационные технологии при перевалке грузов на железнодорожных станциях: вызовы и перспективы / Г. М. Третьяков, А. Б. Фокеев, Н. Н. Мазько // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. – 2023. – № 7. – С. 78-86.
3. Моделирование экономических процессов в системах хранения и транспортировки зерновых грузов с использованием инновационных технологий бункерных устройств / Г. М. Третьяков, Н. Н. Мазько, А. Б. Фокеев [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2025. – № 2. – С. 73-78.

УДК 656.07:004.8

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННОЙ ОПТИМИЗАЦИИ

П.Н. Мишкурлов, А.Н. Рахмангулов

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова,
Российская Федерация

Введение. Системы транспортного обслуживания (СТО) промышленных предприятий характеризуются сложным путевым развитием (развёрнутая длина путей до 700–800 км), значительным числом локомотивов (до 190-200 ед.), множеством грузовых фронтов (до 1000 ед.), суточным вагонооборотом, который может достигать 5000 ваг. Грузопотоки в таких системах, как правило, на 75–85% состоят из струй малой мощности, которые распределяются по отдельным грузовладельцам или подразделениям промышленного предприятия.

Такая сложность структуры СТО промышленных предприятий и грузопотоков является объективной причиной разделения функций управления по территориальному и функциональному признакам. Например, в организационно-технологической структуре СТО крупных металлургических предприятий задачи по управлению грузопотоками на разных участках и уровнях управления решают начальники подразделений, вагонные, поездные, тяговые и маневровые диспетчеры, локомотиво-составительские бригады, работники служб СЦБ, пути, грузовой службы, локомотивного и вагонного депо. Каждый участник процесса управления по-разному оценивает эксплуатационную обстановку, что приводит к рассогласованности управленческих решений и отклонениям параметров грузопотоков от потребных значений. Кроме того, на промышленном транспорте часто изменяются требования к параметрам грузопотоков со стороны производства, собственников подвижного состава, владельцев инфраструктуры и транспорта общего пользования. Основными следствиями отмеченной рассогласованности являются неравномерность вагонопотоков и использования локомотивов (до 48%), значительные отклонения продолжительности технологических операций по обработке поездов на железнодорожных станциях от нормативных (до 50%), излишние запасы или дефицит сырья у грузополучателей. Выявленная рассогласованность в управлении грузопотоками приводит к совокупным логистическим потерям промышленных предприятий, включающие транспортные, складские и производственные затраты и потери. Доля таких потерь в себестоимости готовой продукции промышленных предприятий, по нашим оценкам, достигает 30%.

Результаты выполненного анализа исследований отечественных и зарубежных учёных показали, что в настоящее время разрабатываются новые подходы к согласованию управленческих решений на отдельных уровнях управления грузопотоками в логистических системах и цепях поставок. Для этого используются различные комбинации методов анализа, прогнозирования и оптимизации транспортных систем и процессов с цифровыми и интеллектуальными технологиями [1: 220]. Однако использование существующих подходов ограничено следующими особенностями промышленного железнодорожного транспорта:

- рассогласованность решений по управлению транспортной, производственной инфраструктурой и грузопотоками;
- противоречивость и изменчивость требований различных участников транспортно-логистического процесса;
- отсутствие детальных оперативных данных о перевозочном процессе и недостаточная глубина их анализа для обоснования управленческих решений;
- увеличение логистических потерь в нестандартных ситуациях при условии соблюдения нормативных параметров технологических процессов.

В таких условиях возрастает актуальность рассмотрения СТО промышленных предприятий как транспортно-логистических систем, а также разработки новых подходов к согласованному управлению грузопотоками на промышленных предприятиях (рисунок 1).

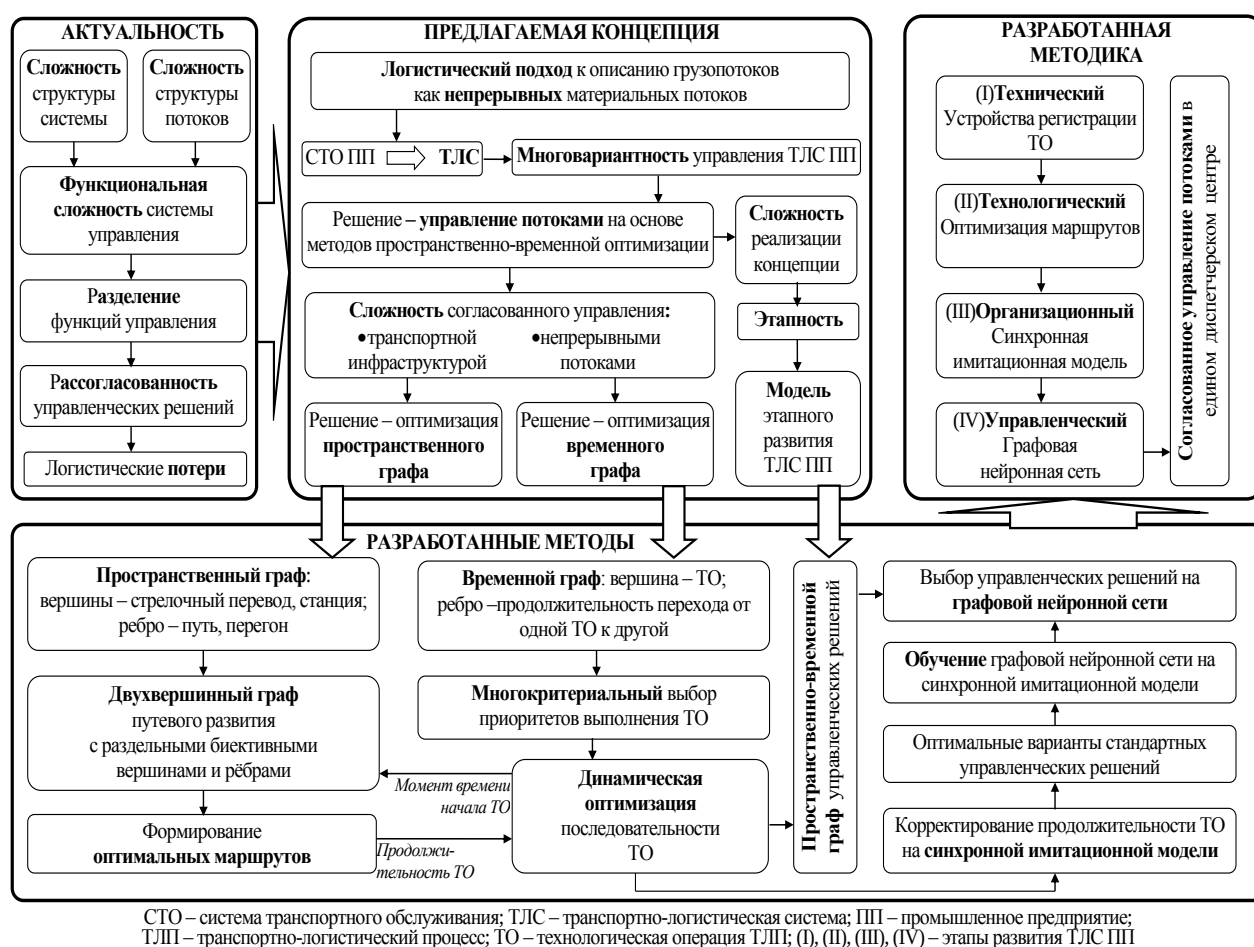


Рисунок 1 – Схема предлагаемой концепции согласованного управления грузопотоками в транспортно-логистических системах промышленных предприятий

Согласование решений по уровням управления потоковыми процессами связана с необходимостью анализа больших объёмов данных и сравнения множества вариантов управленческих решений для выбора варианта, удовлетворяющего противоречивым требованиям участников транспортно-логистического процесса. Многовариантность согласованного управления непрерывными грузопотоками характеризует данную задачу как задачу большой размерности. Анализ методов решения подобных сложных задач позволил обосновать эффективность использования для их решения методов пространственно-временной оптимизации (ПВО) [2: 68]. Комплексное использование методов ПВО является основой разработанной концепции развития ТЛС промышленных предприятий. Главная методологическая проблема реализации предлагаемой концепции заключается в том, что для разных уровней управления потоками используются разные методы ПВО. Кроме того, реализация данных методов сопровождается барьерами их адаптивности к частым изменениям эксплуатационной обстановки на промышленном транспорте [3: 263/12].

Отмеченная сложность реализации концепции обуславливает её этапность. Использование подхода к адаптации систем позволило выделить четыре этапа развития ТЛС промышленных предприятий – технический, технологический, организационный и управленческий этапы. На этих этапах происходит поочерёдное решение задач интеллектуализации и цифровизации ТЛП с использованием комбинирования методов ПВО [1: 224]. Для управления развитием на стратегическом уровне управления системой разработана модель организационного обеспечения этапного развития и алгоритм реализации этой модели. Идея заключается в поочередной оценке решений начиная с отдельного элемента системы и заканчивая всей совокупностью элементов. Выбор места реализации решений осуществляется на пространственном графе логистической инфраструктуры, время – на временном графе. Например, результатом использования разработанных этапных модели и алгоритма является место и время внедрения систем идентификации подвижного состава (счетчики осей вагонов, радиочастотная технология – RFID, оптическая, спутниковая, нормативная фиксация вагонов) на железнодорожных путях необщего пользования промышленного предприятия.

На тактическом и оперативном уровнях осуществляется управление технологией перевозочного процесса. Последовательность операций перевозочного процесса предлагается описывать временным графом, а путевое развитие, на котором реализуется этот процесс – пространственным графом. Согласованность управленческих решений достигается в результате поиска оптимальных путей на таком пространственно-временном графе.

Вершинами пространственного графа являются стрелочные переводы или целые железнодорожные станции, рёбрами – железнодорожные пути и перегоны. По результатам проведенного исследования выявлены три способа формирования графов железнодорожной инфраструктуры [4: 11]: простой граф; двухвершинный граф с соединёнными биективными вершинами и рёберный граф. Однако использование данных графов для поиска оптимальных маршрутов движения маневровых составов с несколькими угловыми заездами приводит к ошибкам оптимизации. Использовать любые известные методы поиска оптимальных путей на графе позволяет разработанный новый математический объект – двухвершинный граф с отдельными биективными вершинами и рёбрами [4: 12]. Такой граф позволяет находить оптимальные маневровые маршруты, состоящие нескольких полурейсов, а

также исключить «развороты» поездов на стрелочных переводах. Результаты применения разработанного графа в имитационных моделях работы железнодорожных станций показали его приемлемую вычислительную эффективность для любых возможных схем путевого развития. Использование разработанного графа в составе синхронных имитационно-управляющих системах позволит автоматизировать процесс управления маневровой работой на железнодорожных станциях.

Для управления непрерывными потоками предлагается выполнять оптимизацию временного графа. Вершинами временного графа являются моменты начала и окончания операций ТЛП, рёбрами – длительность этих операций (рисунок 2). Временной граф объединяет все ТЛП промышленного предприятия.

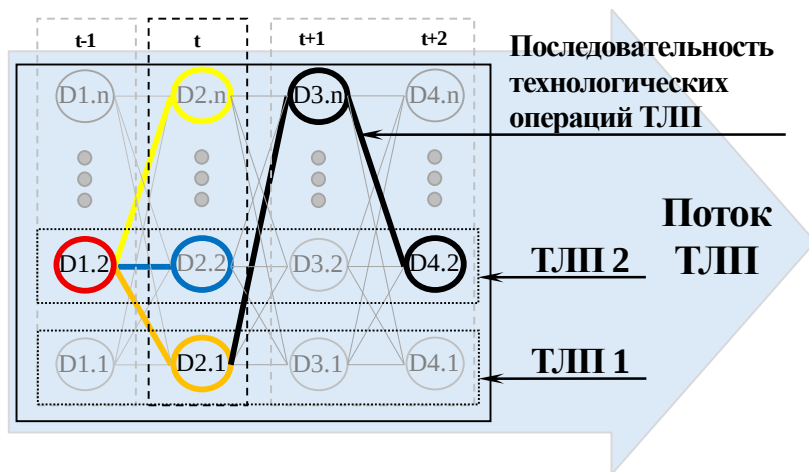


Рисунок 2 – Система временного графа технологических операций транспортно-логистических процессов

Поиск оптимальных путей на таком графе, соответствующих согласованному управлению грузопотоками в ТЛС, предлагается выполнять с использованием разработанного метода многокритериальной динамической оптимизации. Данный метод включает в себя два основных этапа. На первом этапе выбираются приоритеты выполнения технологических операций по результатам многокритериального ранжирования требований различных участников процесса управления (производство, транспорт общего пользования, собственники подвижного состава, владельцы инфраструктуры) к параметрам грузопотоков. Многокритериальное ранжирование приоритетов заключается в групповой оценке критериев эффективности ТЛП с использованием метода Crisp DEMATEL [5: 28]. На втором этапе выполняется динамическая оптимизация грузопотоков. Целью оптимизации является минимизация суммарных затрат участников процесса управления грузопотоками: производственные расходы, связанные с несвоевременным транспортным обслуживанием структурных подразделений; потенциальные потери собственников подвижного состава по причине несвоевременного ввода и вывода подвижного состава с промышленного предприятия; расходы транспорта общего пользования на корректировку структуры грузопотока для грузополучателей и грузоотправителей; затраты на продвижение грузопотока, единичные потери в результате задержки или замедления элементов грузопотока в ожидании следующей технологической операции ТЛП. Новизна предлагаемого метода управления

грузопотоками заключается в использовании коэффициентов значимости групп критериев эффективности, которые отражают приоритет выполнения технологических операций с учётом противоречивости целей участников процесса управления [2: 69].

Фактическая эксплуатационная обстановка может отличаться от расчётного оптимума. Для синхронизации фактических и модельных данных предлагается комбинировать системы идентификации подвижного состава, имитационного моделирования и графовые нейронные сети. Системы идентификации подвижного состава формируют информационный поток с данными о фактических перемещениях подвижного состава, которые посредством существующих информационных систем передаются в имитационную модель. В случае расхождения данных имитационная модель корректирует продолжительность технологических операций и на основе многокритериальной динамической рассчитывает новую оптимальную последовательность этих операций. Таким образом, имитационная модель может корректировать варианты управленческих решений для всей системы в режиме реального времени, что характеризует данную модель как синхронную [6: 127].

Для моделирования процесса принятия управленческих решений разработана графовая нейронная сеть нового типа, обеспечивающая прогнозирование состояния ТЛП. Главная отличительная особенность разработанной сети от других искусственных нейронных сетей заключается в том, что предлагаемая сеть хранит множество управленческих решений, связанных между собой в виде пространственно-временного графа (рисунок 3).

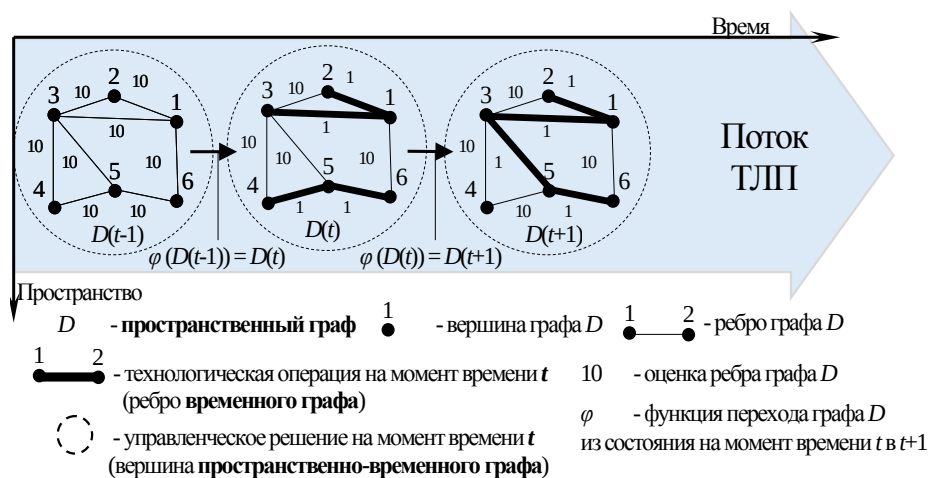


Рисунок 3 – Система временного графа технологических операций транспортно-логистических процессов

Пространственно-временной граф представляет собой множество управленческих решений, согласованных между собой как по времени, так и по занятости транспортной инфраструктуры при пропуске и переработке грузопотоков с минимальными логистическими потерями. Вершины данного графа описывают состояние элементов грузопотоков (вагоны) и транспортной инфраструктуры, а также пунктов назначения грузопотоков (грузополучатели, грузоотправители) в момент времени t . Потенциальные логистические потери φ представляют собой оценки рёбер графа.

Представленный комплекс разработанных методов ПВО предусматривает последовательную реализацию разработанных организационно-технологических решений по идентификации ТЛП, их оптимизации, синхронизации результатов оптимизации ТЛП с текущим состоянием системы, а также по интеллектуализации процесса управления непрерывными грузопотоками в соответствии с этапами развития ТЛС промышленных предприятий (таблица 1). На первом этапе предлагается внедрять системы идентификации подвижного состава и мониторинга технологических операций ТЛП. Второй этап предусматривает использование многокритериальной динамической оптимизации ТЛП для определения оптимальной технологии переработки грузопотоков в элементах ТЛС промышленного предприятия. На третьем этапе осуществляется синхронизация результатов оптимизации с реальными процессами путём изменения оценок пространственно-временного графа управленческих решений по результатам выполнения синхронной имитационной модели. Четвёртый этап основан на формировании и использовании графовой нейронной сети прогнозирования ТЛП.

Практическая реализация представленной концепции возможна в едином диспетчерском центре согласованного управления грузопотоками. Это связано с как необходимостью изменения организационной структуры управления, так и использования разработанного комплекса методов ПВО при создании программного и информационного обеспечения такого центра.

Таблица 1

Этапы разработанной методики развития управленческой структуры ТЛС промышленных предприятий

Этап методики	Метод пространственно-временной оптимизации	Этап развития
1. Внедрение систем идентификации и мониторинга технологических операций ТЛП	Формирование пространственного и временного графов	Технический
2. Оптимизация маршрутов грузопотоков	Многокритериальная динамическая оптимизация ТЛП	Технологический
3. Синхронизация фактических данных и результатов оптимизации ТЛП	Синхронное имитационное Моделирование ТЛС	Организационный
4. Интеллектуализация процесса управления грузопотоками	Графовая нейронная сеть и имитационный метод её обучения	Управленческий

Заключение. Разработанная концепция развития транспортно-логистических систем промышленных предприятий основана на использовании комплекса методов пространственно-временной оптимизации и направлена на решение проблемы развития и повышения эффективности этих систем в условиях многовариантности решений и многокритериальности целей управления непрерывными грузопотоками. Основные положения разработанной концепции рекомендуется использовать: при разработке стратегических программ развития ТЛС промышленных предприятий; для оценки эффективности решений по интеллектуализации и цифровизации ТЛП; при реализации согласованного управления непрерывными грузопотоками в режиме реального времени в единых диспетчерских центрах. Перспективой дальнейших исследований является формирование систем согласованного управления

непрерывными грузопотоками на основе комбинирования графовых нейронных сетей с многокритериальными методами. Это позволит оценивать эффективность решений по развитию ТЛС промышленных предприятий, прогнозировать в режиме реального времени изменение параметров ТЛП, а также формировать потоки согласованных решений на всех уровнях управления непрерывными грузопотоками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мишкур, П. Н. Концепция пространственно-временной оптимизации транспортно-логистических процессов промышленных предприятий / П. Н. Мишкур // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2(98). – С. 219-230. – DOI 10.46973/0201-727X_2025_2_219. – EDN VTGMNJ.
2. Мишкур, П. Н. Пространственно-временная оптимизация транспортно-логистических процессов промышленных предприятий / П. Н. Мишкур // Транспорт Урала. – 2025. – № 3(86). – С. 66-73. – DOI 10.20291/1815-9400-2025-3-66-73. – EDN YFAKPS.
3. Rakhmangulov, A. Spatio-Temporal Graphs in Transportation: Challenges, Optimization, and Prospects / A. Rakhmangulov, N. Osintsev, P. Mishkurov // Systems. – 2025. – Vol. 13, No. 4. – DOI 10.3390/systems13040263. – EDN GXLACK.
4. Мишкур, П. Н. Способ цифровизации железнодорожных перевозок на путях необщего пользования горнодобывающих предприятий / П. Н. Мишкур, А. Н. Рахмангулов // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2025. – Т. 23, № 2. – С. 5-17. – DOI 10.18503/1995-2732-2025-23-2-5-17. – EDN RWHMWH.
5. Бурмистров, К. В. Систематизация атрибутов многокритериальных моделей в горной отрасли на основе литературного обзора исследований / К. В. Бурмистров, Н. А. Осинцев // Недропользование и транспортные системы. – 2024. – Т. 14, № 1. – С. 25-57. – DOI 10.18503/SMTS-2024-14-1-25-57. – EDN CDAJXM.
6. Мишкур, П. Н. Цифровой двойник железнодорожных транспортно-логистических процессов промышленного предприятия / П. Н. Мишкур // Мир транспорта и технологических машин. – 2025. – № 3-1(90). – С. 124-133. – DOI 10.33979/2073-7432-2025-3-1(90)-124-133. – EDN QZQQAU.

УДК 656.07

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КВАНТИФИКАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛА РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЗЛОВ (НА ПРИМЕРЕ ЮГА РОССИИ)

Е.Е. Мизгирева

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Железнодорожные узлы являются ключевыми элементами опорной транспортной сети, обеспечивающими связность территории и перераспределение грузовых и пассажирских потоков [1 : 8-10]. Юг России представляет собой стратегически важный регион с развитой железнодорожной инфраструктурой, включающей узлы, обеспечивающие выход к портам Черного и Азовского морей, а также связь с Северным Кавказом [2].

Вместе с тем, существующие подходы к оценке состояния железнодорожных узлов ориентированы преимущественно на технические параметры (пропускная способность, техническая оснащенность) и не учитывают динамические характеристики развития, способность к самоорганизации и роль узла в региональной

сети. Это затрудняет принятие обоснованных управленческих решений по развитию узловой инфраструктуры.

Методика исследования. На основе анализа существующих подходов [1, 2] и с учетом синергетической парадигмы [3] выделены пять ключевых признаков, характеризующих УТОТС в динамике и системной целостности:

1 – стадия жизненного цикла (СЖЦ) – отражает положение УТОТС на траектории развития от формирования до стагнации. Выделяются стадии: формирующаяся, активно развивающаяся, стабильно функционирующая, стабильная с рисками, стагнирующая.

2 – тип динамики развития (ТДР) – характеризует качественный механизм изменений: экстенсивный (рост за счет количественного расширения), интенсивный (рост за счет повышения эффективности), смешанный, регрессивный.

3 – способность к самоорганизации (ССО) – свойство УТОТС самостоятельно формировать устойчивую структуру и правила взаимодействия участников без внешнего директивного управления. Оценивается от низкой до высокой.

4 – тип аттрактора узла (ТАУ) – определяет стратегическую роль УТОТС в региональной сети: моноцентрический (доминирующий), полицентрический (равноправный), специализированный, сателлитный, формирующийся.

5 – фазовое состояние узла (ФСУ) – отражает текущую стабильность и предсказуемость поведения: устойчивая фаза, фаза упорядочения, фаза зарождения, переходная фаза, фаза хаоса/кризиса [4,5].

Для учёта различной значимости пяти классификационных признаков использован метод анализа иерархий (МАИ), разработанный Т. Саати. Данный метод позволяет на основе экспертных суждений определить численные значения приоритетов (весов) для сравниваемых элементов [4: 278].

Суть метода заключается в попарном сравнении признаков по шкале относительной важности: 1 – равная значимость, 3 – умеренное превосходство, 5 – существенное превосходство, 7 – значительное превосходство, 9 – абсолютное превосходство (промежуточные значения 2,4,6,8 используются в компромиссных случаях).

На основе экспертных суждений (согласованных со специалистами в области транспортного планирования) построена матрица парных сравнений пяти признаков (таблица 1).

Таблица 1

Матрица парных сравнений признаков УТОТС

Признак	СЖД	ТДР	ССО	ТАУ	ФСУ
СЖД	1	2	3	2	1
ТДР	1/2	1	2	1	1/2
ССО	1/3	1/2	1	1/3	1/4
ТАУ	1/2	1	3	1	1
ФСУ	1	2	4	1	1

Обоснование экспертных оценок:

Сравнение СЖЦ и ТДР (2): стадия жизненного цикла умеренно важнее типа динамики, так как определяет «точку на траектории» развития.

Сравнение СЖЦ и ССО (3): стадия существенно важнее самоорганизации (узлом можно управлять и при низкой самоорганизации).

Сравнение СЖЦ и ФСУ (1): стадия и фазовое состояние равнозначны, тесно коррелируют.

Сравнение ТДР и ССО (2): тип динамики важнее самоорганизации.

Сравнение ТДР и ТАУ (1): тип динамики и тип аттрактора равнозначны.

Сравнение ССО и ТАУ (1/3): тип аттрактора существенно важнее самоорганизации.

Сравнение ССО и ФСУ (1/4): фазовое состояние значительно важнее самоорганизации.

Сравнение ТАУ и ФСУ (1): тип аттрактора и фазовое состояние равнозначны.

Расчёт весов выполнен методом среднего геометрического по строкам матрицы [4, с. 45-50].

Шаг 1. Среднее геометрическое для каждой строки:

$$\text{СЖЦ: } (1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1)^{1/5} = 12^{1/5} = 1,644$$

$$\text{ТДР: } (1/2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1/2)^{1/5} = 0,5^{1/5} = 0,871$$

$$\text{ССО: } (1/3 \cdot 1/2 \cdot 1 \cdot 1/3 \cdot 1,4)^{1/5} = 0,0139^{1/5} = 0,425$$

$$\text{ТАУ: } (1/2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1)^{1/5} = 1,5^{1/5} = 1,084$$

$$\text{ФСУ: } (1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 1)^{1/5} = 8^{1/5} = 1,516$$

Сумма средних геометрических: $1,644 + 0,871 + 0,425 + 1,084 + 1,516 = 5,540$.

Шаг 2. Нормированные веса:

$$w_1(\text{СЖЦ}) = \frac{1,644}{5,540} = 0,297, w_2(\text{ТДР}) = \frac{0,871}{5,540} = 0,157,$$

$$w_3(\text{ССО}) = \frac{0,425}{5,540} = 0,077, w_4(\text{ТАУ}) = \frac{1,084}{5,540} = 0,196,$$

$$w_5(\text{ФСУ}) = \frac{1,516}{5,540} = 0,274.$$

Для проверки непротиворечивости экспертных суждений вычисляется отношение согласованности (ОС). Допустимым считается значение $\text{ОС} < 0,1$ (10%).

Шаг 3. Вычисление $\lambda_{\max}$:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{5} \left(\frac{1,508}{0,297} + \frac{0,793}{0,157} + \frac{0,389}{0,077} + \frac{1,007}{0,196} + \frac{1,389}{0,274} \right) = 5,077.$$

Шаг 4. Индекс согласованности (ИС):

$$\text{ИС} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{5,077-5}{5-1} = 0,019.$$

Шаг 5. Отношение согласованности (ОС):

Для $n = 5$ средняя случайная согласованность (случайный индекс) составляет $\text{СС} = 1,12$ [4].

$$\text{ОС} = \frac{\text{ИС}}{\text{СС}} = \frac{0,019}{1,12} = 0,017 \text{ (1,7 \%)}$$

Полученное значение $\text{ОС} < 0,1$ подтверждает хорошую согласованность экспертных суждений. Веса могут быть использованы для дальнейших расчётов. Таким образом, итоговые веса классификационных признаков составляют: СЖД – 0,297, ФСУ – 0,274, ТАУ – 0,196, – 0,157, ССО – 0,077

Интегральный индекс развития узла R рассчитывается как взвешенная сумма баллов по пяти признакам:

$$R = 0,30 \cdot P_1 + 0,16 \cdot P_2 + 0,08 \cdot P_3 + 0,20 \cdot P_4 + 0,26 \cdot P_5$$

Пример расчета для узла «Р».

Таблица 2

Исходные данные по признакам (оценка по индикаторам)

Признак	Оценка P_k
P_1 (стадия жизненного цикла)	4
P_2 (тип динамики развития)	4
P_3 (способность к самоорганизации)	4
P_4 (тип аттрактора узла)	3
P_5 (фазовое состояние узла)	4

$$R = 0,30 \cdot 4 + 0,16 \cdot 4 + 0,08 \cdot 4 + 0,20 \cdot 3 + 0,26 \cdot 4 = 3,8$$

Результаты оценки железнодорожных узлов Юга России. Для апробации были отобраны семь железнодорожных узлов, представляющих различные типы и функциональные роли в региональной сети Юга России. Результаты оценки представлены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты оценки железнодорожных узлов Юга России

Узел	СЖД	ТДР	ССО	ТАУ	ФСУ	Интегральный индекс	Уровень
«Р»	4	4	4	3	4	3,8	Средний
«К»	3	3	3	3	3	3,3	Средний
«Л»	3	2	2	3	3	2,7	Ниже среднего
«Т»	3	2	3	2	3	2,6	Ниже среднего
«Б»	3	3	3	2	3	2,9	Ниже среднего
«М»	2	2	2	2	3	2,3	Низкий
«С»	2	2	2	2	2	2,0	Низкий

Анализ результатов. «Р» (индекс 3,8) занимает лидирующее положение среди рассмотренных узлов. Для него характерна стадия активного развития (4), интенсивная динамика (4) и устойчивое фазовое состояние (4). Узел выступает моноцентрическим аттрактором регионального значения, обеспечивая перераспределение потоков между центральным регионом, портами и Кавказом.

«К» (индекс 3,3) стабильно функционирует, обеспечивая подходы к портам Новороссийск и Туапсе. Его потенциал сдерживается полицентрическим характером взаимодействия с соседними узлами и средней способностью к самоорганизации.

Узлы группы «ниже среднего» («Б», «Л», «Т» с индексами 2,6-2,9) характеризуются экстенсивной динамикой и сателлитной ролью. Они выполняют вспомогательные функции, но имеют резервы для развития.

Проблемные узлы («М» – 2,3; «С» – 2,0) находятся в стадии стагнации с регрессивной динамикой. Отсутствие инвестиций и неопределенность перспектив требуют выработки специальных решений.

Рекомендации. На основе полученных результатов могут быть предложены следующие рекомендации:

1. Для «Р» целесообразно развитие как регионального хаба с усилением координации между операторами и модернизацией сортировочных мощностей [5].

2. Для «К» требуется оптимизация взаимодействия с портовыми терминалами и развитие подходов к Новороссийску.

3. Для узлов группы «ниже среднего» необходима программа модернизации с учетом их специализации («Л» – транзитные грузы, «Т» – сельскохозяйственные).

4. Для проблемных узлов требуется проведение технико-экономического анализа с целью определения целесообразности их дальнейшего развития либо консервации.

Заключение. Проведенная апробация методики квантификации на семи железнодорожных узлах юга России подтвердила ее работоспособность и информативность. Полученные интегральные индексы позволяют дифференцировать узлы по уровню развития и обосновывать приоритеты инвестиционной политики. Дальнейшие исследования предполагают расширение выборки и учет динамики изменения индексов во времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов, П. А. О принципах расчёта транспортных узлов / П. А. Козлов, С. П. Вакуленко, В. П. Козлова, Н. Ю. Евреенова // Мир транспорта. – 2021. – Т. 19, № 4(95). – С. 6-12. – DOI: 10.30932/1992-3252-2021-19-4-1.
2. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р.
3. Сандакова, Н. Ю. К вопросу об использовании теории развивающихся систем как основы социально-экономического развития региона / Н. Ю. Сандакова // Проблемы современной экономики. – 2014. – № 2(50). – С. 407-410. – URL: <https://m-economy.ru/art.php?nArtId=5030> (дата обращения: 26.02.2026)
4. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати ; перевод с английского Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 278 с
5. Числов, О. Н. Классификационные признаки транспортных узлов на этапах развития и их параметризация / О. Н. Числов, Е. Е. Мизгирева // Транспорт и логистика: Развитие в условиях глобальных изменений потоков : Сборник научных трудов VII международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. – Ростов-на-Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2023. – С. 400-403.

УДК 656.27

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАБОТЫ ПЕРСОНАЛА СТАНЦИЙ НА МАЛОИНТЕНСИВНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЯХ

К.Е. Ковалев, А.В. Новичихин

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора
Александра I, Российская Федерация

Введение. В современных условиях развития железнодорожного транспорта, приоритетными направлениями являются цифровизация [1: 44] и безлюдные

технологии эксплуатации имеющейся инфраструктуры. Применение безлюдных технологий особо актуально для малоинтенсивных железнодорожных линий (МИЛ) размеры движения на которых не более 8 пар поездов в сутки или грузонапряженность (до 5 млн т-км брутто/км в год), эксплуатация которых традиционно сопряжена с высокой долей ручного труда на линии при ограниченной доходности и убыточности линии [2: 132].

Технологические процессы на МИЛ, включающие в себя содержание пути и инфраструктуры, обслуживание устройств сигнализации, управление движением, сохраняют элементы ручного труда и требуют постоянного присутствия персонала на станциях, вследствие чего появляется дисбаланс между объемом перевозок и численностью работников на линии [3: 179].

Методы решения задачи. Затраты времени (ДСП) на выполнение функции управления t_f определяется по выражению (1):

$$t_f = \sum_{i=1}^m t_i + \sum_{j=1}^n t_j q_j + \sum_{k=1}^n t_k (1 - q_j), \forall v, r, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^m t_i$ – времена выполнения i -го блока операторов алгоритма при m количестве безусловно выполняемых операторов r -й функции управления;

$\sum_{j=1}^n t_j q_j$ – время на выполнение j -го блока операторов при q_j в алгоритме r -й функции управления и n количестве j -х и k -х блоков;

$\sum_{k=1}^n t_k (1 - q_j)$ – затраты времени на выполнение k -го блока операторов при $1 - q_j$ и v наблюдений затрат времени на выполнение операторов алгоритма [4: 180].

Общие затраты времени на смену ДСП определяются по выражению (2):

$$T_s = \sum_{r=1}^s M(t_{vr} n_r) \quad (2)$$

где $M(t_{vr})$ – математическое ожидание затрат времени на выполнение r -ой функции управления; n_r – количество функций r -го типа;

s – количество типов функций управления.

Анализ полученных результатов. Повышение производительности труда на таких участках возможно за счёт организационных мероприятий. В этой связи актуальной является разработка алгоритмических и математических моделей, позволяющих формализовать выбор оптимального уровня технологической зрелости процессов с целью максимизации производительности труда и доли безлюдных технологий при сохранении нормативных показателей функционирования инфраструктуры. Статья посвящена разработке и обоснованию комплексного подхода к повышению производительности труда МИЛ на основе определения оптимального распределения зон управления станциями в зависимости от размеров перевозок.

Затраты времени на выполнение функций управления дежурным по станции (ДСП) на МИЛ определяется зонами и функциями управления. Зоной управления является путевое развитие станции [5: 218]. Функции управления, это повторяющиеся

действия, которые выполняет работник (прием/сдача дежурства, прием и отправление пассажирского поезда, прием транзитного грузового поезда с переработкой и другие).

Практическое приложение результатов. Выполнение различных функций управления на МИЛ состоящей из n станций, через которые следует $T_i \in [1, \dots, 8]$ пар поездов в сутки и на некоторых из которых имеется грузовая и коммерческая работа с $L_i \in [0, \dots, 10]$ вагонов (рисунок 1).

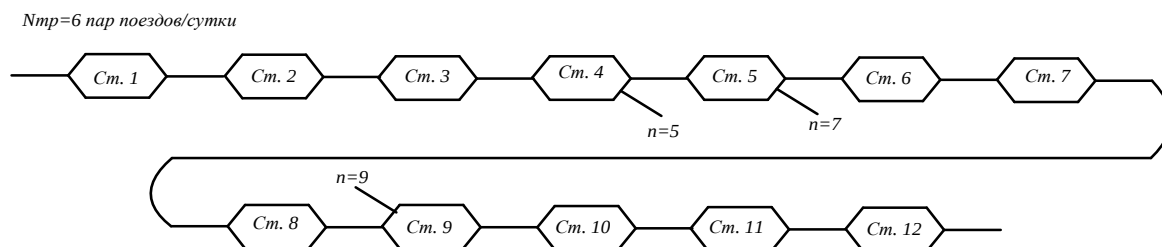


Рисунок 1 - Схема участка

При этом норма загруженности ДСП за смену принята равной в диапазоне $576 \leq T_z \leq 675$ мин [2]. Поскольку значение T_z ДСП на МИЛ ниже нормативных значений в связи с низкими размерами перевозок, предлагается производить вычисление оптимального определение зон управления путем объединения управления несколькими соседними станциями под руководством одного ДСП по следующей последовательности действий:

1. Ввод исходных данных, собирается необходимая информация о характеристиках МИЛ, размеры движения в парах поездов в сутки, количество вагонов с грузовыми и коммерческими операциями.

2. Проводится расчёт затрат времени на выполнение функций управления движением по выражениям (1, 2). На основе рассчитанных временных затрат оценивается фактическая загрузка дежурного по станции, для оценки текущей организации труда нормативным требованиям. Если нагрузка дежурных находится в допустимых пределах, процесс завершается формированием нормативной численности.

3. Если же выявлено, что загруженность не соответствует установленным нормам, выполняется поиск альтернативных вариантов. В рамках этого этапа рассматривается возможность объединения отдельных зон управления для равномерного распределения нагрузки между дежурными. Для этого используются методы оптимального разбиения управляемой сети на минимальное количество зон при сохранении допустимого уровня загруженности. Каждая станция принадлежит одной зоне управления (3):

$$\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n y_{ij} = 1, \forall c = 1, \dots, n, \quad (3)$$

где i – количество станций;

j – переменный индекс суммирования при возможности объединения станций под руководством одного ДСП;

c – максимальное количество станций, которые можно объединить под одним руководством;

n – количество станций на МИЛ.

Загруженность одного дежурного по станции не должна превышать допустимую норму (4):

$$F = \{(i, j) : \sum_{m=i}^j a_m \leq 675\}. \quad (4)$$

Объединение зон возможно из отрезков отвечающим условию:

$$y_{ij} = 0, \forall (i, j) \notin F.$$

Целевая функция имеет вид:

$$\sum_{1 \leq i \leq j \leq n} y_{ij} \rightarrow \min.$$

4. Выполняется моделирование зон управления МИЛ при различных сценариях работы, что позволяет выявить наиболее рациональное решение по производительности и приближения показателя загруженности к нормативным значениям.

Пример расчета приведен по исходным данным МИЛ состоящей из 12 станций, через которые следует $T_{МИЛ} = 6$ пар поездов в сутки, грузовая и коммерческая работа имеется на следующих станциях $L_4=5, L_5=7, L_9=9$. По выражениям (1-3) произведены расчеты полученные результаты приведены на рисунке 2.

Выводы. В результате расчетов установлено, что минимальное количество зон управления может составлять 4 зоны, в зависимости от размеров перевозок и объемов грузовой и коммерческой работы на станциях участка. Поэтому при изменении размеров перевозок, целесообразно оперативно корректировать распределение зон и функций управления.

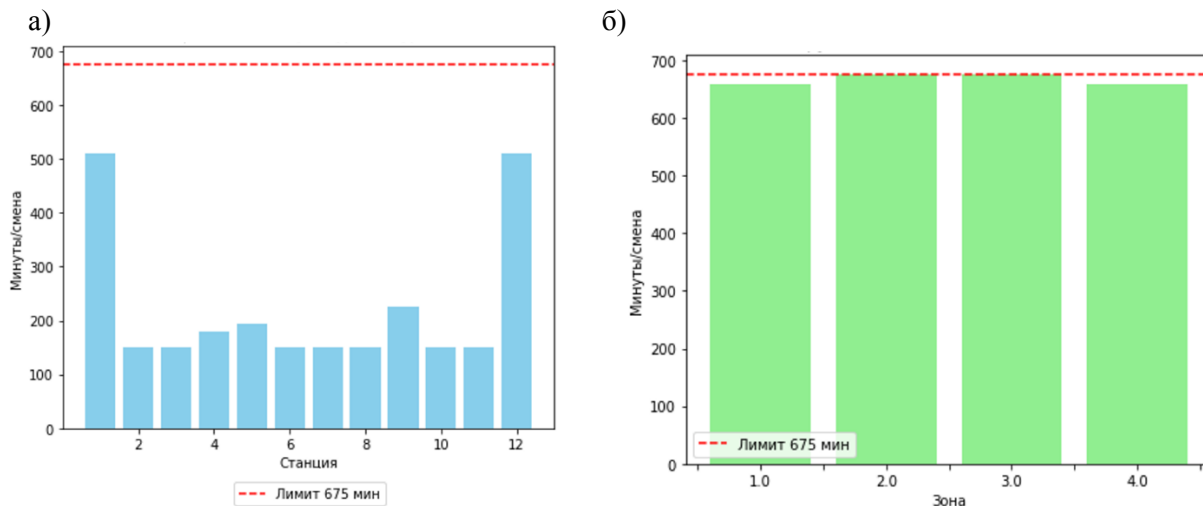


Рисунок 2 - а – Значения T_z ДСП на каждой станции участка; б – Значения T_z ДСП при объединении зон управления

Предложенная последовательность вычислений загруженности ДСП и распределения зон управления позволяет формализовать процесс объединения зон управления при соблюдении требований не превышения уровня допустимой загруженности.

Практическая значимость выполненных расчётов состоит в возможности использования их на конкретных МИЛ с учётом их эксплуатационных параметров, размеров перевозок и объема грузовой и коммерческой работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Москвичев О.В., Москвичева Е.Е., Грузд А.А. Научно-методический подход к интеграции цифровых технологий в работу железнодорожных грузовых станций и примыкающих путей необщего пользования / Москвичев О.В., Москвичева Е.Е., Грузд А.А. // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2025. № 3 (118). С. 43-47.
2. Вакуленко С. П., Колин А.В., Евреенова Н.Ю. и др. Эффективность эксплуатации и обслуживания малоинтенсивных железнодорожных линий. Монография; под ред. С. П. Вакуленко. Российский университет транспорта (РУТ (МИИТ)). М.: ВИНТИ РАН, 2018. 218 с.
3. Ковалев К.Е., Новичихин А.В. Направления повышения эффективности работы малоинтенсивных железнодорожных линий // В сборнике: Исследование и развитие рельсового и автомобильного транспорта. Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2024. С. 177-180.
4. Катцын Д.В., Кокурин И.М., Ковалев К.Е. Распределение зон управления и функций оперативного персонала // Мир транспорта. 2014. Т. 12. № 3 (52). С. 210-219.
5. Белокурова С.А., Тимухина Е.Н., Картавый А.А., Генералова К.В. Актуальные вопросы эффективного использования трудовых ресурсов в грузовом хозяйстве путем создания центра обработки документов // В сборнике: Железнодорожный транспорт и технологии. сборник трудов международной научно-практической конференции. Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС). Екатеринбург, 2023. С. 179-181.

УДК 656.02

РАЗВИТИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИИ: ТЕКУЩИЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕМЫ, ОСНОВНЫЕ ТРЕНДЫ И ФАКТОРЫ СДЕРЖИВАНИЯ

Е.Е. Москвичева

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Контейнерные перевозки являются одним из наиболее технологичных и экономически значимых сегментов грузовой работы железнодорожного транспорта. Их развитие тесно связано с изменением географии внешней торговли России, ростом требований к скорости доставки, распространением мультимодальных логистических схем и постепенной контейнеризацией грузовой базы. В 2024–2025 гг. данный сегмент вошел в новую фазу: после рекордного результата 2024 г. последовало снижение объемов в 2025 г., однако это снижение не носило фронтального характера и сопровождалось заметной перестройкой структуры перевозок по видам сообщения [1–3].

Цель исследования - выявить текущие и перспективные параметры развития железнодорожных контейнерных перевозок в России, определить ключевые тренды и систематизировать факторы, сдерживающие их рост. В практическом плане это важно, как для транспортной политики государства, так и для операторов,

терминальных компаний и грузовладельцев, принимающих инвестиционные решения в условиях меняющейся логистической конъюнктуры.

Методы решения задачи. В работе использованы материалы официальной отчетности и информационных сообщений ОАО «РЖД», документы Министерства транспорта России, аналитические публикации Евразийского банка развития (ЕАБР), а также отраслевые обзоры ведущих участников и наблюдателей рынка [1; 5–12]. В качестве методов применялись сравнительный анализ динамики по годам, структурный анализ по видам сообщения, а также сценарная интерпретация отраслевых прогнозов до 2030 г.

Результаты исследования.

Текущие объемы перевозок и их структура. По итогам 2024 г. на сети ОАО «РЖД» во всех видах сообщения было перевезено 7,88 млн ДФЭ, а объем грузов в контейнерах составил 82,6 млн т. Драйверами роста выступили внутрироссийские перевозки и особенно транзит, который достиг рекордных значений. В разрезе видов сообщения объемы 2024 г. составляли около 3,1 млн ДФЭ во внутрироссийском сообщении, 1,6 млн - в экспортном, около 1,9 млн - в импортном и 1,3 млн ДФЭ - в транзитном сегменте [1; 2].

В 2025 г. рынок перешел к коррекции. По официальным данным, общий объем контейнерных перевозок снизился до 7 560,4 тыс. ДФЭ, а объем перевезенных в контейнерах грузов — примерно до 80 млн т. При этом сокращение было неравномерным: внутрироссийское сообщение уменьшилось до 2,96 млн ДФЭ, импорт - до 1,68 млн ДФЭ, транзит - до 1,14 млн ДФЭ, тогда как экспорт, напротив, вырос до 1,78 млн ДФЭ [3]. Существенно снизились перевозки груженых контейнеров, а порожний пробег продемонстрировал рост, что свидетельствует об усилении дисбаланса грузопотоков [3; 11].

По итогам января–февраля 2026 г. данная конфигурация сохранилась. За два месяца по сети российских железных дорог было перевезено 1,224 млн ДФЭ, что на 4,9 % меньше, чем за аналогичный период предыдущего года. Объем отправок груженых контейнеров составил 874,3 тыс. ДФЭ, или на 5,2 % меньше в годовом выражении. Вместе с тем экспортные перевозки выросли до 277,6 тыс. ДФЭ или на 1,4 % [4]. Следовательно, по состоянию на март 2026 г. экспорт остается главным стабилизирующим сегментом контейнерного рынка.

Перспективные объемы перевозок. Краткосрочные оценки развития рынка носят сдержанный характер. Публичные заявления участников рынка и отраслевые оценки 2026 г. показывают, что в базовом сценарии контейнерные перевозки на сети российских железных дорог в 2026 г. могут сохраниться примерно на уровне 2025 г., то есть около 7,6 млн ДФЭ [4; 12]. Иными словами, на ближайшем горизонте более вероятна стабилизация после спада, чем ускоренное восстановление.

Среднесрочный горизонт выглядит заметно сильнее. ОАО «РЖД» и крупнейшие операторы сохраняют ориентир увеличения контейнерных перевозок к 2030 г. до 10 млн ДФЭ. Сходную оценку дает компания ПАО «Трансконтейнер», по расчетам которой объем железнодорожных контейнерных перевозок в 2030 г. может превысить 10 млн TEU, причем наибольший прирост ожидается в экспортном сегменте [12]. Дополнительным аргументом в пользу такого сценария выступают расчеты ЕАБР, согласно которым совокупный потенциал ключевых коридоров Евразийского

транспортного каркаса к 2030 г. может значительно возрасти по сравнению с уровнем 2023 г. [7].

Основные тренды развития. Первый тренд - структурный сдвиг рынка в сторону экспортных перевозок. Если в 2025 г. общее количество перевезенных контейнеров сократилось, то экспортный сегмент сохранил рост. Рост экспорта обеспечивался прежде всего продукцией лесопромышленного комплекса, целлюлозно-бумажной, химической и металлургической отраслей [3; 11]. Это означает, что железнодорожный контейнерный сегмент в большей степени опирается на внешнеторговые потоки, ориентированные на восточные и южные направления.

Второй тренд - дальнейшая контейнеризация грузовой базы даже в условиях снижения общего объема рынка. По оценкам отраслевых участников, уровень контейнеризации в России за последние годы существенно вырос, а доля погрузки грузов в контейнерах на сети железных дорог продолжила увеличиваться и в 2025 г. [12]. Следовательно, спад рынка не отменил долгосрочного тренда на контейнеризацию, а лишь изменил его товарную и географическую структуру.

Третий тренд - усиление инфраструктурной ориентации на терминальную и коридорную модель развития. Речь идет не только о расширении магистральной сети, но и о формировании сети транспортно-логистических центров, «сухих портов» и терминалов, способных обеспечивать ускоренную обработку контейнерных поездов. Министерство транспорта России рассматривает развитие международных транспортных коридоров и внутренней терминальной базы как взаимосвязанные элементы единой логистической архитектуры [5; 6].

Четвертый тренд - цифровизация перевозочного процесса. Министерство транспорта России связывает с развитием цифровых платформ, ускорение документооборота, снижение транзакционных издержек и повышение прозрачности логистических цепочек [6]. Для контейнерных перевозок, чувствительных к скорости обработки информации и координации участников рынка, цифровизация становится не дополнительным сервисом, а важнейшим фактором производительности.

Пятый тренд - высокая концентрация внешнеторговой контейнерной логистики на китайском направлении. По отраслевым оценкам, значительная часть контейнерной торговли России связана именно с Китаем [12]. С одной стороны, это создает устойчивую грузовую базу; с другой - усиливает зависимость рынка от конъюнктуры одного направления и повышает требования к диверсификации международных маршрутов.

Факторы, сдерживающие развитие перевозок. Ключевым ограничителем остается инфраструктурный дефицит на наиболее востребованных направлениях, прежде всего на Восточном полигоне и на пограничных стыках. Инфраструктура действительно расширяется, однако это расширение пока в значительной степени догоняет спрос, а не создает устойчивый резерв для новых контейнерных потоков [5; 6; 7].

Второй системный ограничитель - охлаждение экономики и высокая стоимость заемных ресурсов. Аналитические материалы 2025 г. связывают снижение контейнерного рынка с замедлением экономической активности, высокими кредитными ставками, падением инвестиционной активности и ослаблением потребительского спроса [8–10]. Для железнодорожного контейнерного сегмента это

особенно чувствительно, поскольку он обслуживает товарные группы, зависящие от спроса на технику, автомобили, комплектующие и товары народного потребления.

Третий фактор - неблагоприятные изменения в товарной структуре импорта. По отраслевой аналитике, в 2025 г. заметно сократился ввоз автомобилей и комплектующих, а также ряда машинно-технических товаров, которые традиционно формировали значительную часть контейнерного импорта [9–11]. Следовательно, его спад был вызван не только общим снижением спроса, но и ослаблением именно тех товарных групп, которые исторически обеспечивали высокую контейнеризацию.

Четвертый фактор - усиление конкуренции со стороны альтернативных маршрутов и видов транспорта. Давление на железнодорожные контейнерные перевозки оказывают глубоководные морские маршруты и автотранспортные каналы доставки, в том числе китайские автомобильные перевозчики [9; 10]. Для грузовладельца это означает расширение выбора, а для железной дороги - необходимость конкурировать по полной логистической цене, регулярности сервиса и надежности доставки.

Пятый фактор - наличие административных и иных барьеров. ЕАБР подчеркивает, что административные ограничения на границе увеличивают простои и издержки, снижают эффективность перевозок и уменьшают отдачу от капиталоемких инфраструктурных проектов [7]. Для контейнерной логистики, где конкурентоспособность определяется в том числе временем прохождения границ и бесшовностью документооборота, это имеет принципиальное значение.

Шестой фактор - дисбаланс груженых и порожних потоков. Рост порожнего пробега контейнеров на фоне сокращения груженых отправок означает увеличение затрат на перемещение порожних контейнеров к местам погрузки грузов и дополнительную нагрузку на инфраструктуру [3; 11]. Поэтому проблема развития состоит не только в привлечении грузов, но и в выравнивании пространственной структуры контейнерных потоков.

Выводы. Проведенный анализ показывает, что железнодорожные контейнерные перевозки в России находятся не в стадии деградации, а в фазе структурной перестройки. Установлено, что после рекордного 2024 г., когда объем контейнерных перевозок на сети РЖД достиг 7,88 млн ДФЭ, в 2025 г. рынок перешел к коррекции и сократился до 7,56 млн ДФЭ. При этом спад оказался неравномерным: экспортный сегмент сохранил положительную динамику, тогда как внутрироссийские, импортные и транзитные перевозки снизились. В целом, даже в сложившихся условиях контейнерный рынок сохраняет экспортную устойчивость, высокую степень контейнеризации и заметный среднесрочный потенциал. Целевой ориентир порядка 10 млн ДФЭ к 2030 г. остается достижимым, но только при условии реализации следующих мероприятий: расширения провозной способности на восточных и южных коридорах, ускоренного развития сети ТЛЦ и терминалов, цифровизации технологических операций, снижения инвестиционных и операционных издержек участников рынка [6; 7; 12].

С практической точки зрения приоритетными представляются поддержка экспортной контейнеризации в химической, лесной, целлюлозно-бумажной, аграрной и металлургической отраслях; выравнивание дисбаланса груженых и порожних потоков; развитие мультимодальных сервисов с портами и внутренними «сухими

портами»; а также снижение зависимости рынка от одного внешнего направления за счет более активного включения России в международные коридоры «Север - Юг» и другие евразийские маршруты [13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОАО «РЖД». Отчет об устойчивом развитии за 2024 г. — URL: <https://sr2024.rzd.ru/ru> (дата обращения: 25.03.2026).
2. Хусаинов, Ф. И. Контейнерные перевозки: итоги 12 месяцев 2024 года / Ф. И. Хусаинов // РЖД-Партнер. — 17.01.2025. — URL: <https://www.rzd-partner.ru/kolonka-eksperta/konteynerye-perevozki-itogi-12-mesyatsev-2024-goda/> (дата обращения: 25.03.2026).
3. Хусаинов, Ф. И. Контейнерные перевозки: динамика по видам сообщения в 2025 году / Ф. И. Хусаинов // РЖД-Партнер. — 02.02.2026. — URL: <https://www.rzd-partner.ru/kolonka-eksperta/konteynerye-perevozki-dinamika-po-vidam-soobshcheniya-v-2025-g/> (дата обращения: 25.03.2026).
4. Контейнерные перевозки по сети РЖД в январе – феврале сократились на 4,9 % // РЖД-Партнер. — 10.03.2026. — URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/konteynerye-perevozki-po-seti-rzhd-v-yanvare-fevrale-sokratilis-na-4-9/> (дата обращения: 25.03.2026).
5. На ВЭФ обсудили развитие международных транспортных коридоров // Минтранс России : офиц. сайт. — 03.09.2024. — URL: <https://mintrans.gov.ru/press-center/news/11432> (дата обращения: 25.03.2026).
6. Доклад Министра транспорта Российской Федерации Р. В. Старовойта на итоговой коллегии Минтранса России. 28 марта 2025 года // Минтранс России : офиц. сайт. — URL: <https://mintrans.gov.ru/storage/app/media/doklad-ministra-transporta-rv-starovoyta-28032025.pdf> (дата обращения: 25.03.2026).
7. Евразийский транспортный каркас : доклад 24/6 / Е. Винокуров, С. Амангельды, А. Ахунбаев [и др.]. — Алматы : Евразийский банк развития, 2024. — URL: <https://eabr.org/upload/iblock/6ce/Evraziyskiy-transportnyy-karkas.pdf> (дата обращения: 25.03.2026).
8. Макроэкономический обзор ЕАБР. Октябрь 2024 / А. Кузнецов, М. Соболевская, А. Бердигулова [и др.]. — Алматы : Евразийский банк развития, 2024. — URL: https://eabr.org/upload/iblock/bc9/EDB_Review_2024_10.pdf (дата обращения: 25.03.2026).
9. Контейнерный рынок РФ 2025 — итоги и прогноз // Коммерсантъ. — 22.08.2025. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7975897> (дата обращения: 25.03.2026).
10. Контейнеры теряют в весе : по итогам года контейнерный рынок РФ может сократиться на 4–6 % // Коммерсантъ. — 17.11.2025. — URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8209988> (дата обращения: 25.03.2026).
11. Контейнерный рынок-2025: сокращение перевозок и ключевые причины // РЖД-Партнер. — 12.12.2025. — URL: <https://www.rzd-partner.ru/logistics/comments/konteynerye-rynok-2025-sokrashchenie-perevozok-i-klyuchevye-prichiny/> (дата обращения: 25.03.2026).
12. «Трансконтейнер» ждет роста контейнерных железнодорожных перевозок к 2030 году до 10 млн TEU // РЖД-Партнер. — 13.09.2024. — URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/transkonteyner-zhdet-rosta-konteynerykh-zh-d-perevozok-k-2030-godu-do-10-mln-teu/> (дата обращения: 25.03.2026).
13. Москвичев, О. В. Повышение эффективности транспортно-технологических систем регулярного контейнерного сообщения : монография / О.В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, Д. В. Васильев, Ю. С. Никонов. — Самара : ФГБОУ ВО "Самарский государственный университет путей сообщения", 2023. — 130 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ГРУЗОВ ПРИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КРЕПЛЕНИЯ И СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ИХ СОСТОЯНИЯ

В.В. Денисов, А.С. Емельянов

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Обеспечение сохранности грузов является одной из важнейших задач перевозочного процесса на железнодорожном транспорте. На всех этапах следования грузовой отправки — от погрузки и размещения в вагоне до выгрузки на станции назначения — груз подвергается воздействию различных неблагоприятных факторов. К ним относятся вибрации, продольные и поперечные инерционные усилия, толчки при маневровой работе, колебания температуры и влажности, а также ошибки, допущенные при выборе схемы размещения и крепления.

Нарушение устойчивости груза в вагоне или контейнере способно привести не только к порче товарно-материальных ценностей, но и к возникновению коммерческих неисправностей, задержкам в доставке, дополнительным затратам на перегрузку и оформлению претензионных материалов. В связи с ростом объёмов перевозок и повышением требований грузоотправителей к качеству транспортных услуг особую значимость приобретают новые технические решения, обеспечивающие надёжную фиксацию грузовых мест и постоянный контроль их состояния в пути следования.

Традиционные способы крепления, основанные на применении деревянных брусков, распорок, проволочных увязок, ремней и металлических лент, по-прежнему широко используются на практике. Однако в ряде случаев они уже не в полной мере соответствуют современным требованиям, особенно при перевозке дорогостоящей, чувствительной или высокотехнологичной продукции. Именно поэтому всё большее распространение получают усовершенствованные средства крепления и цифровые технологии мониторинга.

Основная часть. На железнодорожном транспорте повреждение груза чаще всего связано с совокупностью нескольких факторов. К числу основных причин следует отнести неправильное размещение грузовых мест в вагоне, несоблюдение технических условий крепления, недостаточную прочность крепёжных элементов, смещение груза под воздействием динамических нагрузок, нарушение температурно-влажностного режима и отсутствие оперативного контроля состояния груза в пути следования.

Следует учитывать, что в процессе движения подвижного состава груз испытывает периодические колебания и ударные воздействия. Особенно опасны маневровые соударения, резкое торможение, прохождение стрелочных переводов и неровностей пути. Если схема крепления разработана без учёта центра тяжести, массы, коэффициента трения и характера перевозимого груза, то даже при внешне

исправном подвижном составе возможно возникновение смещения, опрокидывания или деформации грузовых мест.

Для таких типов подвижного состава, как контейнеры и вагоны с крышей, решающее значение приобретает внутренний климат в зоне размещения груза.

Однако даже самая продуманная схема крепления не отменяет необходимости постоянного мониторинга состояния груза. В настоящее время эта задача всё чаще решается с помощью цифровых систем наблюдения и телеметрии. Развитие технологий интернета вещей открыло новые возможности для управления перевозочным процессом в масштабе времени, приближённом к реальному.

Датчики, размещаемые в вагоне, контейнере либо непосредственно на упаковке, позволяют регистрировать температуру, влажность, уровень освещённости, вибрацию, ударные нагрузки, угол наклона и местоположение груза.

Данные поступают в информационную систему перевозчика или грузовладельца по беспроводной связи для автоматизированного анализа. При отклонении контролируемых параметров от установленных норм создается оповещение, обеспечивающее своевременное реагирование на сигнал.

В сфере железнодорожных перевозок критически важным является сквозной мониторинг состояния груза на всех этапах его перемещения. Данная практика позволяет значительно улучшить прозрачность логистических операций и облегчает анализ инцидентов, связанных с повреждением или утратой груза.

В современной транспортной логистике RFID-метки занимают одно из лидирующих мест по востребованности. Применение данной технологии способствует автоматизации процесса идентификации грузов, оптимизации складских и терминальных операций, а также гарантирует точное отслеживание грузов на всем протяжении времени их перемещения. На железной дороге такие решения могут быть полезны не только на складах, но и на контейнерных терминалах, грузовых дворах, а также при обработке маршрутных и сборных отправок.

Современные интеллектуальные метки способны не только идентифицировать объект, но и фиксировать параметры окружающей среды. При перевозке скоропортящихся грузов, фармацевтической продукции, приборов и опасных грузов это приобретает особую значимость. Если метка или сенсор фиксирует превышение температуры, резкий удар либо нарушение герметичности, информация может быть передана ответственным работникам без задержки.

Дополнительным преимуществом RFID-технологий является снижение влияния человеческого фактора. Автоматизированный сбор данных уменьшает вероятность ошибок при приёме, сдаче, сортировке и передаче груза между участниками перевозочного процесса.

Перспективным направлением в сфере сохранности грузов выступает внедрение методов обработки больших данных. Объединение в единой системе информации о маршруте, типе вагона или контейнера, погоде, скорости, интенсивности маневров и свойствах груза даёт возможность не только выявлять уже возникшие нарушения, но и заблаговременно прогнозировать риски их возникновения.

На базе такой информации возможно формирование рекомендаций относительно выбора наиболее подходящего маршрута, оптимальной компоновки грузовых мест, типа крепёжных устройств и допустимых условий транспортировки.

Однако для достижения максимальной результативности одних лишь передовых технологий недостаточно — не менее важна тщательная проработка организационной составляющей. Речь идёт о последовательном улучшении процедур погрузки и выгрузки, строжайшем соблюдении нормативов по размещению и фиксации грузов, вложениях в подготовку кадров, проводящих коммерческий осмотр, выборе схем крепления, соответствующих специфике каждой партии груза, а также о грамотном управлении рисками на транспорте.

Сохранность груза требует комплексного подхода, причём ключевая роль отводится взаимодействию трёх сторон: отправителя, перевозчика и получателя. Успех в этой сфере зависит не столько от наличия отдельных технических средств, сколько от слаженной работы всех участников перевозочного процесса. Даже самые совершенные системы мониторинга и фиксации окажутся неэффективными, если нарушаются правила погрузки, масса распределена по вагону неравномерно либо используется некачественная тара.

Заключение. Использование средств сохранности грузов при перевозках различными видами транспорта позволяет сделать следующие выводы:

- применение амортизирующих материалов и устройств при транспортировке грузов автомобильным, железнодорожным, морским и воздушным транспортом дает возможность достаточно надежно предохранить продукцию от внешних воздействий, сократить затраты времени на упаковывание изделий, достичь значительной экономии трудовых затрат и соответственно снизить издержки по логистической системе в целом;

- использование различных типов крепежных устройств для фиксации грузов, перевозимых в крупнотоннажных контейнерах, контрейлерах и на поддонах, позволяет эффективно амортизировать ударные нагрузки и вибрации, предотвращать смещение и порчу грузов. В результате появляются дополнительные возможности для снижения логистических издержек на этапе складирования и транспортировки грузов при одновременном сохранении высокого качества продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амортизационные демпферные платформы [Электронный ресурс] // Компания Астрон : официальный сайт. – URL: <https://dempfer.ru/reshenia/vibroizolirujushhie-platformy/> (дата обращения: 14.03.2026).
2. Кадулин, Р. Крепим грузы на платформе и в кузове [Электронный ресурс] / Р. Кадулин // Дзен : платформа / АТИ.Центр. – 2022. – 3 сент. – URL: <https://zen.ati.su/article/2022/09/03/krepim-gruzy-na-platforme-i-v-kuzove-778291/> (дата обращения: 14.03.2026).
3. Самозалечивающиеся композиционные материалы (обзор) [Электронный ресурс] // КиберЛенинка : научная электронная библиотека. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/samozalechivayushiesya-kompozitsionnye-materialy-obzor/viewer> (дата обращения: 14.03.2026).
4. Белослудцев, А. В. Симметричный анализ и электронные свойства многослойных углеродных нанотрубок : дис. ... канд. физ.-мат. наук [Электронный ресурс] / А. В. Белослудцев. – Ижевск : Удмуртский государственный университет, 2006. – URL: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/2567/beloslud.pdf?sequence=1> (дата обращения: 14.03.2026).
5. RFID-технология как ускоритель цифровизации на железной дороге [Электронный ресурс] // РЖД-Партнер : информационное агентство о железнодорожном транспорте. – 2022. – 27 дек. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/rfid-tekhnologiya-kak-uskoritel-tsifrovizatsii-na-zheleznoy-doroge/> (дата обращения: 14.03.2026).

УДК 316.238

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ КОМПАНИИ НА ОСНОВЕ ВОВЛЕЧЕННОСТИ МОЛОДЕЖИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И СОЦИАЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Г.П. Гагаринская¹, К.Д. Биримкулова², С.В. Попов¹

Приволжский государственный университет путей сообщений¹,
Российская Федерация

Международный университет инновационных технологий², Кыргызская Республика

Введение. Развитие профессиональных навыков российских сотрудников — это ключевой фактор для стабильного развития экономики страны. Государство последовательно внедряет комплекс мер, которые поддерживают повышение квалификации работников. Это необходимо для сохранения основного кадрового состава в коллективах [1: 3]. Особенно важно развитие профессиональных навыков в производственной сфере, где сейчас не хватает квалифицированных рабочих. Эта тенденция говорит о росте отечественного производства, в том числе предприятий оборонно-промышленного комплекса, которые загружены государственными заказами.

Однако необходимо активизировать работу по профориентации молодёжи для привлечения её в промышленность, в том числе в такой компании, как ОАО «РЖД» [2: 32].

Формулировка проблемы. ОАО «РЖД» сталкивается с проблемой привлечения молодых специалистов к участию в технологических процессах. Средний возраст сотрудников компании составляет около 40%, что указывает на преобладание работников среднего возраста. Существует предположение, что восприятие производственной среды и карьерных возможностей различается у представителей разных возрастных групп, что влияет на их оценку профессиональных перспектив, особенно среди молодёжи.

В рамках настоящего исследования для реализации поставленной цели потребовалось решение ряда конкретных задач:

Проанализировать мотивы, лежащие в основе профессионального выбора.

Выявить оценки, которые рабочие различных возрастных категорий дают перспективам собственного карьерного роста.

Определить потенциал управленческой активности данной категории работников, а также предпочтительные для них формы его реализации.

Предполагается, что молодые сотрудники более оптимистично оценивают свои профессиональные перспективы по сравнению с более старшими коллегами. Кроме того, авторы ожидали обнаружить у данной группы повышенную значимость вовлеченности в корпоративное управление.

Практическая цель исследования. Настоящее исследование ставит перед собой задачу идентифицировать и упорядочить количественные показатели коллективного договора ОАО «РЖД» на период 2026–2028 гг., которые обладают существенным потенциалом для привлечения и закрепления молодых специалистов. Параллельно работа нацелена на разработку методологического подхода к экономической оценке воздействия данных параметров на уровень вовлеченности персонала и результативность его трудовой деятельности.

Цель исследования заключается в решении следующих задач. Во-первых, требуется выявить и описать формальные механизмы привлечения молодых специалистов, зафиксированные в соглашениях. Во-вторых, необходимо проанализировать, какие именно меры поддержки и социальные гарантии способствуют повышению лояльности персонала и снижению текучести кадров. В-третьих, важно продемонстрировать, как реализация этих положений варьируется в зависимости от географического и отраслевого контекста. Наконец, итогом работы должен стать разработанный комплекс измеримых показателей, позволяющих оценить результативность применяемых практик.

Транспортные сети, такие как железнодорожные, обладают двойственной природой: их производственные мощности жестко локализованы, в то время как трудовые коллективы отличаются выраженной географической мобильностью. В подобной специфической среде коллективный договор обретает функции, выходящие далеко за рамки простого локального регулятора. Он становится действенным механизмом реализации политики занятости на отраслевом и региональном уровнях. Посредством закрепленных в нем гарантий предприятие решает комплекс задач: нивелирует угрозы кадрового дефицита, повышает привлекательность рабочих мест в различных регионах страны и осуществляет рациональное управление издержками, связанными с воспроизводством человеческого капитала.

Демографические ограничения и острая конкуренция за молодые кадры между компаниями придают теме особую остроту. Это особенно верно для территорий с тяжелыми условиями: Крайний Север, отдаленные линейные станции, разъездной характер работы. В отрасли молодежь сталкивается со специфическими барьерами. Требуется первичное профессиональное обучение. Необходима адаптация к изматывающему сменному графику. Рабочие места часто территориально удалены. Существуют исключительно высокие требования к безопасности движения. В такой ситуации качество «стартового» пакета от работодателя — гарантии занятости, обучения, уровня дохода и социального пакета — становится решающим фактором. Именно оно определяет степень вовлеченности молодого специалиста и его последующее закрепление в компании.

Анализ ученых по заявленной проблеме. Как отмечают Долженко Р.А., Долженко С.Б. и Свинин С.В., траектория профессионального роста сотрудников из разных социально-профессиональных групп неизбежно различается. Эта специфика сохраняется даже в рамках единой организационной структуры предприятия [5: 203]. Указанная специфика позволяет выделить вопросы профессионального роста сотрудников в отдельную область для углубленного анализа, где возрастные особенности персонала также требуют пристального внимания. В исследовании

Бочарова В.Ю. и Гаврилюк Т.В. авторы систематизируют типы экономического поведения, характерные для современной молодежи, занятой наемным трудом. В основу предложенной классификации положены два критерия: текущее материальное положение индивида и применяемые им финансовые стратегии [6: 134]. Исследователи констатируют доминирование двух поведенческих паттернов: «терпеливого молчания» и «адаптивного приспособления». Прямое перенесение подобной логики на позицию молодых работников в отношении их карьерного роста представляется сомнительным. Ведь профессиональное становление по своей сути предполагает активное преодоление сложившегося положения дел.

Предлагаемые решения. Мотивация при выборе рабочей профессии по-прежнему формируется преимущественно внешними по отношению к самой работе факторами. Содержание труда, его условия и потенциал для самореализации в этих сферах часто проигрывают аналогичным возможностям в непроизводственных отраслях. Впрочем, вопрос неудовлетворительных условий труда актуален даже для информационного сектора [6: 134]. И все же государственные инициативы, направленные на рост престижа рабочих специальностей, постепенно дают определенный эффект.

С нашей точки зрения, профессиональный рост рабочих открывает несколько стратегически важных направлений:

Повышение квалификации или переподготовка по профессии открывают путь к росту оплаты труда, укреплению авторитета в коллективе и совершенствованию качества выпускаемой продукции.

Стимулирование профессионального роста через мобильность — переход на другие предприятия, в том числе в смежные отрасли, — служит мощным фактором развития кадров.

Карьерная трансформация, предполагающая переход из рабочего состава в категорию специалистов или руководителей, особенно актуальна для молодых сотрудников.

Вовлечение рабочих в управленческие процессы развития предприятия посредством внесения и последующей активной реализации рационализаторских инициатив, получивших одобрение руководства.

Методология исследования. Методологический фундамент исследования формируют несколько взаимодополняющих подходов. Во-первых, это сравнительный экономико-правовой анализ, применяемый к нормам коллективно-договорного регулирования. Во-вторых, институциональная оптика, через которую рассматривается феномен социального партнерства. Теоретический каркас дополняют концепции человеческого капитала и мотивации, где особое внимание уделяется модели «эффективной заработной платы» как инструменту сдерживания текучести персонала. Наконец, в анализ интегрированы принципы региональной экономики, позволяющие оценивать территориальную дифференциацию рынков труда. Что касается эмпирической составляющей, то в качестве основного источника данных выступил Коллективный договор ОАО «РЖД», действие которого рассчитано на период с 2026 по 2028 год (документ был подписан в Москве второго декабря 2025 года).

Анализ позволил идентифицировать три нормативных блока:

1) Правовые нормы, регламентирующие создание рабочих мест для молодёжи, охватывают сферы профессионального обучения, производственной практики, первоначального трудоустройства, а также реинтеграции после прохождения военной службы.

2) Нормативная база, направленная на повышение вовлечённости персонала и снижение его текучести, включает предоставление социальных льгот, реализацию корпоративных программ и внедрение инструментов нематериального стимулирования.

3) Законодательные положения, гарантирующие стабильность трудовых правоотношений и безопасность работников, регулируют вопросы оплаты труда, его индексации, установления режимов труда и отдыха, а также обеспечения охраны труда.

Количественные показатели договора получают экономическое толкование в двух ключах. Во-первых, они могут трактоваться как минимально гарантированный объем корпоративных вложений, приходящийся на одного сотрудника и направленный на улучшение условий труда и развитие социальной инфраструктуры. Во-вторых, их рассматривают в качестве нормативных ограничений или регламентов рабочего времени, которые напрямую детерминируют качественные характеристики занятости.

Практическое решение. Коллективный договор как канал трудоустройства молодежи в отрасли. Коллективный договор на 2026-2028 годы фиксирует механизмы вовлечения молодых специалистов, опираясь на правовые положения, которые выстраивают единую траекторию от получения образования через практическое применение знаний к последующему официальному трудоустройству [4].

Первоочередной мерой выступает организация для студентов и учащихся оплачиваемых рабочих мест, включая варианты с неполным рабочим днем, а также обеспечение условий для производственной практики (п. 4.11). С экономических позиций подобный подход минимизирует транзакционные расходы, сопряженные с наймом кадров, и способствует более оперативному формированию у них специфических профессиональных навыков, востребованных в конкретной отрасли.

Далее, соглашение фиксирует меры поддержки для сотрудников, проходящих обучение в формате совмещения с трудовой деятельностью. Согласно пункту 4.4, им предоставляется компенсация стоимости проезда к образовательному учреждению и обратно, но не чаще двух раз в течение года. Для молодых специалистов, совмещающих профессиональные обязанности с учебой, подобная преференция позволяет сократить прямые финансовые издержки на получение образования. Это, в свою очередь, способствует повышению шансов на успешное завершение образовательной программы без необходимости прерывать трудовую деятельность.

Третьим пунктом закреплена обязанность по приему на работу лиц, завершивших обучение в образовательных учреждениях, на основании действующих соглашений (п. 4.9). Параллельно установлена норма о трудоустройстве сотрудников, уволенных в связи с призывом на срочную службу, которую необходимо исполнить в трехмесячный срок после их демобилизации (п. 4.10). Данное положение напрямую

коррелирует с проблематикой занятости молодежи, поскольку возраст призывников делает эту гарантию инструментом сохранения профессионального статуса. Она минимизирует опасность деqualификации и сбоя в карьерном развитии, выступая механизмом защиты трудовой биографии [4].

Возвращение в компанию после завершения военной службы также поощряется единовременной выплатой в размере 10 000 рублей. Данная мера поддержки распространяется на работников, уволенных в запас, при условии их трудоустройства в ОАО «РЖД» не позднее трех месяцев с момента прекращения службы (пункт 7.25).

Заключение. Коллективный договор ОАО «РЖД», рассчитанный на период с 2026 по 2028 год, функционирует как сложный экономико-правовой механизм. Его многоуровневая природа позволяет не только закреплять нормативную стабильность в сфере труда, но и реализовывать политику занятости молодежи на отраслевом и региональном уровнях. Документ детально прописывает каналы интеграции молодых кадров в отрасль. К ним относятся создание оплачиваемых рабочих мест и практик для студентов, содействие в совмещении работы с учебой, гарантированное трудоустройство выпускников, а также обеспечение возврата на работу после службы в армии в течение трех месяцев. Параллельно договор выстраивает инфраструктуру для вовлечения и удержания персонала. Это достигается через установление четких количественных нормативов для корпоративных программ, направленных на здоровье, спорт и культуру, а также через систему социальных выплат молодым семьям и обеспечение предсказуемости их доходов.

В рамках специальности 5.2.3 принципиально следующее заключение: договорные нормы допустимо трактовать в качестве регулируемых инвестиций в человеческий капитал. Оценка их результативности, однако, требует комплексного подхода. Необходимо анализировать показатели текучести молодых специалистов, уровень их вовлеченности и итоговую производительность. При этом критически важно учитывать существенную региональную дифференциацию на рынке труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герций, Ю. В. Содействие занятости населения и защита трудовых прав граждан в условиях финансово-экономического кризиса / Ю. В. Герций // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2009. – Т. 5, № 16(49). – С. 2-9.
2. Рассадина, Т. А. Профессиональные намерения старшеклассников Ульяновской области / Т. А. Рассадина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Общественные науки. – 2022. – № 4(64). – С. 19-37. – DOI 10.21685/2072-3016-2022-4-2.
3. Потемкин, М. С. Развитие человеческого потенциала в деятельности современного предприятия / М. С. Потемкин // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. – 2024. – № 1(13). – С. 55-61. – DOI 10.24412/1994-3776-2024-1-55-61.
4. Коллективный договор ОАО «Российские железные дороги» на 2026-2028 годы (заключен 2 декабря 2025 г., вступает в силу с 1 января 2026 г.). - М.: ОАО «РЖД», 2025.
5. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 04.08.2023).
6. Проблемы эффективности социально-трудовой сферы: сб. науч. трудов / под общ. ред. А.Ф. Зубковой, В.В. Адамчука. - М.: НИИ труда, 1998. - 187 с.
7. Совершенствование договорного регулирования: социальное партнерство: коллективная монография. - М.: Институт экономики РАН, 2003.
8. Гнатюк, М. А. Проблемы положения российской молодежи на современном рынке труда: определяющие факторы / М. А. Гнатюк, А. А. Хоровинников, С. И. Самыгин // Государственное и

муниципальное управление. Ученые записки. – 2018. – № 2. – С. 157-163. – DOI 10.22394/2079-1690-2018-1-2-157-163.

9. Попов, С. В. Социально-экономические показатели по итогам выполнения коллективного договора организациями железнодорожного транспорта полигона Куйбышевской железной дороги(I полугодие 2024 года) / С. В. Попов, И. О. Туркменов, Ю. И. Борисова // Управление персоналом: реалии настоящего и возможности будущего : сборник материалов IV Международной научно-практической конференции, Донецк, 20 марта 2025 года. – Донецк: ФГБОУВО «ДонНТУ», 2025. – С. 197-203.

10. Гагаринская, Г. П. Стратегия направления молодежной политики ОАО «РЖД»: компетентностный подход / Г. П. Гагаринская, С. В. Попов // Естественно-гуманитарные исследования. – 2025. – № 1(57). – С. 595-599.

11. Мотивация молодежи к трудовой деятельности в транспортной компании / Г. П. Гагаринская, С. З. Дыкина, Е. Г. Хоровинникова, Н. О. Курочкин // Естественно-гуманитарные исследования. – 2025. – № 1(57). – С. 125-129.

12. Саралиева, З. Х. М. Перспективы профессионального развития: видение рабочей молодежи и рабочих старшей возрастной группы / З. Х. М. Саралиева, С. А. Золотов // Социально-трудовые исследования. – 2025. – № 4(61). – С. 149-158. – DOI 10.34022/2658-3712-2025-61-4-149-158.

13. Доолотова, Ж. К. Коммуникативная компетентность как компонент профессиональной подготовки специалистов / Ж. К. Доолотова // Наука и инновационные технологии. – 2025. – № 3(36). – С. 77-86. – DOI 10.33942/sit1446.

УДК 658.7: 005.932; 338.2

РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНЫХ СЛОЖНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТРАНСПОРТНО-СБЫТОВЫХ СИСТЕМ В МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОТНОШЕНИЯХ

Л.В. Осипенко, И.А. Еловой

Белорусский государственный университет транспорта, Республика Беларусь

Современная мировая экономика характеризуется [2]:

- глобализацией, к которой относятся господство транснациональных корпораций и интеграционных союзов, финансового капитала и перераспределение на этом основании экономических и политических функций между национальными государствами и международными организациями;

- специализацией производственных, других предприятий и организаций с целью повышения производительности труда, снижения себестоимости производимой продукции и удовлетворения индивидуальных запросов потребителей как по цене, так и по качеству товаров;

- неравномерным размещением полезных ископаемых, производственных мощностей, трудовых ресурсов и потребителей конечной готовой продукции, что предъявляет новые требования и порождает соответствующие подходы к управлению логистическими потоками.

Для решения производственных, снабженческо-сбытовых и транспортных задач с учетом возникающих требований к управлению логистическими потоками в современных условиях формируются сложные логистические системы, связанные с производством конечной готовой продукции и ее реализацией на рынке товаров.

Данные сложные логистические производственно-транспортные и транспортно-сбытовые системы характеризуются следующими признаками:

1) в большинстве ситуаций инфраструктура этих систем размещается на территории нескольких государств с учетом наличия сырьевых, производственных, транспортных, трудовых и других ресурсов, которые существенно влияют на экономическую безопасность как хозяйствующих субъектов, так и государств в пределах конкретных логистических потоков международных сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем, связанных с производством конечной готовой продукции и ее реализацией в конкретном секторе товарного рынка;

2) в рассматриваемых секторах формируются требования к объемам производства, ассортименту и качеству конечной готовой продукции (товаров), цене, сервисному обслуживанию, режиму поставки, а также к проектированию и размещению инфраструктурных объектов: производственных, транспортных, снабженческо-сбытовых и др. Объектом исследования в рассматриваемых сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых системах являются логистические потоки, включающие в свой состав материальные, информационные, финансовые и сервисные потоки.

В процессе реализации вышеперечисленных требований и функционирования рассматриваемых сложных логистических систем в пределах этих систем вступают в противоречия интересы хозяйствующих субъектов, государств и транснациональных корпораций:

- интересы хозяйствующих субъектов и транснациональных корпораций связаны в основном с получением максимальной прибыли;

- интересы государств обусловлены необходимостью решения социально-экономических задач и обеспечения национальной экономической безопасности;

3) практика последних десятилетий подтвердила:

а) не существует теоретически «чистой» конкуренции между хозяйствующими субъектами, так как транснациональные корпорации и отдельные государства, используя властные структуры и различные формы лоббирования, защищают свои интересы с целью решения проблем в части получения данных природных и трудовых ресурсов, замедления и снижения эффективности функционирования производственных и сбытовых процессов в международных сложных логистических системах. В результате не обеспечивается экономическая безопасность ряда государств и их хозяйствующих субъектов в пределах рассматриваемых сложных систем;

б) для решения вышеуказанных проблем создаются объединения государств (ЕС, ЕАЭС, БРИКС и др.), промышленных предприятий (альянсы, картели и др.) с целью противодействия транснациональным корпорациям (ТНК) и наиболее развитым в экономическом и военном отношениях государствам. В отдельных ситуациях развязываются войны с обладающими природными ресурсами или инфраструктурными объектами государствами для заключения выгодных сделок в конечном итоге для ТНК и других хозяйствующих субъектов государств в пределах рассматриваемых сложных логистических систем. Данные обстоятельства и создаваемые при этом условия приводят к переформированию международных

сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем с целью изменения поставщиков и потребителей и адаптации к возникающим ситуациям.

На основании сложившегося положения в мировой экономике в целях обеспечения экономической безопасности хозяйствующих субъектов и государств в рамках Союза России и Беларуси целесообразно учитывать следующие особенности [1: 126-129]:

1. Спрос на конечную готовую продукцию на современном развитии экономики характеризуется необходимостью удовлетворения индивидуальных потребностей покупателей, что требует создания гибких производств, обеспечивающих возможность производства широкой номенклатуры товаров в течение непродолжительных периодов времени и их своевременной поставки нужным потребителям. Это требует проектирования и создания необходимой инфраструктуры в рамках сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем, обеспечивающих своевременное производство и поставку конкурентной конечной готовой продукции в соответствии со спросом в определенных сегментах товарного рынка.

2. В условиях глобализации процессов мировой экономики рынок производимой конечной готовой продукции обеспечивается международными интегрированными сложными логистическими производственно-транспортно-сбытовыми системами, взаимодействующими с конкретными секторами товарного рынка. В свою очередь рынки поставляемых материальных ресурсов и конечной готовой продукции в рамках рассматриваемых сложных логистических систем формируются потоками международных логистических цепей движения соответствующих им ресурсов. В пределах рассматриваемых логистических цепей рынок транспортных услуг представлен соответствующими логистическими схемами доставки грузов (материальных ресурсов, готовой или конечной готовой продукции).

3. Для решения задачи по обеспечению экономической безопасности в рамках Союзного государства необходимо сформировать организационно-экономический механизм, обеспечивающий постоянные и высокие темпы экономического роста в условиях активного развития международной торговли и экономической интеграции. В основу предлагаемого механизма следует закладывать эффективные международные интегрированные сложные логистические производственно-транспортные и транспортно-сбытовые системы. При этом целесообразно учитывать следующие условия:

- совокупность правовых норм, правил, процедур, ориентированных на конечные цели всей системы международных экономических отношений [3];

- для успешного решения задачи по обеспечению экономической безопасности одного или нескольких государств целесообразно создать аналитический центр или отдел в существующих аналогичных структурах по изучению логистических потоков и структуры существующих или прогнозируемых вышеуказанных международных сложных логистических производственно-транспортных и транспортно-сбытовых систем. По результатам исследований будут вырабатываться рекомендации по участию России и Беларуси в рассматриваемых сложных логистических системах и других объединениях государств. Данные рекомендации позволят, в том числе, решить задачи по обеспечению экономической безопасности государств Союза Россия-

Беларусь в условиях глобализации мировой экономики, что на текущий момент времени является одним из приоритетных направлений совершенствования международной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев, В. Ф. Логистические системы в реализации стратегии национального суверенитета / В. Ф. Медведев, И. А. Еловой; под науч. ред. П. Г. Никитенко // Институт экономики НАН Беларуси. – Минск: Право и экономика, 2023. – 146 с. – (Серия «Мировая экономика»).
2. Еловой, И. А. Управление потоками в логистических цепях (теория, методология, организация) : [монография] И.А. Еловой, М.А. Гончар; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2020. – 227 с.
3. Медведев, В. Ф. Национальный суверенитет и эффективность внешнеэкономической деятельности / В.Ф. Медведев, Э.И. Никитина, В.В. Почекина; под науч. ред. В.Ф. Медведева; Институт экономики НАН Беларуси. – Право и экономика, 2017. – 161 с. – (серия «Мировая экономика»).

УДК 656.2:658.7

СЕРВИСНАЯ ЦИФРОВИЗАЦИЯ КАК МЕХАНИЗМ СТАНДАРТИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УЧАСТНИКОВ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Н.В. Гузенко

Ростовский государственный экономический университет, Российская Федерация

Введение. Современный перевозочный процесс формируется в среде, где в одном операционном контуре взаимодействуют перевозчик, инфраструктурный участник, терминальные звенья, отправитель, получатель, оператор транспортного сервиса и иные посреднические структуры. При этом на практике устойчивость перевозки определяется уже не только технической обеспеченностью перемещения груза или пассажира, но и тем, насколько согласованно выстроены правила обмена информацией, подтверждения действий, фиксации отклонений и перехода от одной стадии обслуживания к другой. Существенная проблема состоит в том, что даже при наличии отдельных цифровых решений транспортное взаимодействие нередко сохраняет фрагментарный характер: разные участники используют неодинаковые статусы, не совпадающие алгоритмы согласования, различные каналы уведомления и разнородные формы интерпретации одного и того же события. В результате сама услуга оказывается менее наблюдаемой, а управленческое воздействие запаздывает либо приобретает несопоставимый характер.

В этих условиях сервисная цифровизация должна рассматриваться не как локальное средство ускорения операций и не как частное удобство для пользователя, а как механизм упорядочения институциональной среды перевозки. Ее значение проявляется в том, что цифровой сервис закрепляет для участников единый набор процедурных состояний, общую последовательность действий, стандартный порядок подтверждения событий и типизированный формат реакции на отклонение. Следовательно, цифровизация в сервисном измерении затрагивает не только техническое исполнение перевозки, но и саму архитектуру взаимодействия между

субъектами процесса. Именно поэтому научный интерес целесообразно смещать с общего вопроса о преимуществах цифровизации на более конкретный вопрос о том, каким образом сервисные решения стандартизируют транспортное взаимодействие и через какие механизмы обеспечивается воспроизводимость услуги в условиях множественности участников.

Актуальность такого подхода определяется несколькими обстоятельствами. Во-первых, транспортная деятельность все более зависит от платформенных и информационно-интеграционных решений, без которых согласование материального, информационного и организационного контуров уже не может быть обеспечено на требуемом уровне. Во-вторых, в научной литературе подчеркивается возрастающее значение цифровой зрелости инфраструктуры и интеллектуальных транспортно-логистических систем, однако сам стандартизирующий эффект сервисной цифровизации пока раскрыт недостаточно полно [4: 21-23; 5: 17-18]. В-третьих, для перевозочного процесса принципиально важно не только наличие информации, но и единообразие ее трактовки всеми сторонами, поскольку именно на этой основе формируются своевременность, прозрачность и управляемость исполнения услуги. В связи с этим постановка задачи статьи состоит в обосновании сервисной цифровизации как механизма стандартизации взаимодействия участников перевозочного процесса и в раскрытии того, как унификация процедурного контура преобразует качество транспортной координации.

Методы решения задачи. Исследование носит теоретико-методологический характер и базируется на сочетании системного, институционального и сравнительного анализа научных публикаций, посвященных цифровой трансформации транспортных услуг, развитию интеллектуальных транспортно-логистических систем, построению единого информационного пространства и оценке цифровой зрелости транспортной инфраструктуры. Выбор именно такого методического сочетания обусловлен тем, что предмет исследования не сводится к характеристике отдельной технологии. Напротив, требуется показать, каким образом сервисные решения изменяют порядок взаимодействия субъектов, а значит, необходимо рассматривать цифровизацию как элемент более сложной организационной конфигурации.

Системный анализ позволил представить перевозочный процесс как совокупность взаимосвязанных действий, выполняемых разными участниками в рамках единой услуги. Это дало возможность не ограничиваться описанием отдельных сервисных функций, а выявить точки, в которых формируется согласованность либо, напротив, возникает институциональный разрыв. Институциональный анализ использован для интерпретации цифрового сервиса как носителя правил, статусов, стандартных переходов и процедур подтверждения, то есть как инструмента, который формирует единообразие управленческого поведения. Сравнительное сопоставление публикаций позволило выделить повторяющиеся признаки сервисной стандартизации и соотнести их с различными формами цифровой трансформации транспортной деятельности [1: 116-118; 2: 37-38; 5: 17-19].

Для решения поставленной задачи взаимодействие участников перевозочного процесса было декомпозировано по пяти аналитическим позициям: фиксация статуса перевозки, переход между стадиями исполнения, подтверждение совершенного

действия, регистрация отклонения и информирование заинтересованных сторон. Такое разложение представляется методически оправданным, поскольку именно в этих узлах транспортное взаимодействие либо сохраняет фрагментарность, либо приобретает единообразный и воспроизводимый характер. Если цифровой сервис обеспечивает только передачу данных, но не задает общие правила перехода между стадиями, нельзя говорить о полноценной стандартизации. Аналогично, если система поддерживает уведомления, но не закрепляет унифицированную форму отклонения и процедуру реакции на него, управляемость остается частичной. Следовательно, критерием сервисной стандартизации выступает не сам факт цифрового обмена информацией, а способность цифрового решения структурировать поведение участников по единым алгоритмам.

Анализ полученных результатов. Проведенный анализ показывает, что сервисная цифровизация воздействует на перевозочный процесс прежде всего через формирование единого процедурного контура. В традиционной организации транспортного взаимодействия каждая сторона часто действует в пределах собственной логики: отправитель ориентируется на подтверждение приема заявки, перевозчик — на выполнение маршрута, инфраструктурный участник — на пропускную возможность, клиент — на доступность сведений о фактическом состоянии услуги. Между этими логиками нередко возникают разрывы, поскольку события фиксируются в разных системах, подтверждаются разными способами и интерпретируются в неодинаковых категориях. Сервисная цифровизация преобразует эту конфигурацию, так как переводит взаимодействие в единую цифровую среду, где событие получает общий статус, операция соотносится с установленным этапом, а отклонение становится не субъективной трактовкой участника, а стандартно фиксируемым фактом.

Наиболее отчетливо это проявляется в информационном измерении. Для транспортной деятельности принципиально важно не просто накопление сведений, а создание такой структуры данных, в рамках которой один и тот же статус одинаково читается всеми участниками процесса. В научной литературе данная логика прослеживается достаточно явно. Так, указывается, что интеллектуальные транспортные системы и платформенные решения «создают основу для интеграции участников рынка в единое информационное пространство» [5: 17]. В приведенной формулировке существенным является не только сам мотив интеграции, но и то, что единое информационное пространство выступает условием сопоставимости действий, событий и интерпретаций. Иначе говоря, информационная интеграция в сервисной цифровизации имеет не вспомогательное, а нормирующее значение: она создает общий язык процесса, без которого невозможно стабильное транспортное взаимодействие.

Аналогичный вывод подтверждается и в исследованиях цифровой логистики, где организация единого информационного пространства определяется как необходимая основа работы с данными при цифровом управлении цепями поставок [2: 37]. Это положение важно для настоящей статьи потому, что стандартизация в перевозочном процессе возникает именно тогда, когда единый цифровой контур становится средой постоянного взаимодействия, а не внешним дополнением к уже сложившимся разрозненным операциям. Следовательно, сервисная цифровизация обеспечивает не

просто информационную насыщенность процесса, а выстраивает такую структуру взаимодействия, при которой действия участников становятся сопоставимыми во времени, по форме подтверждения и по последствиям для последующих стадий перевозки.

Второй существенный результат связан с унификацией переходов между стадиями транспортной услуги. Перевозочный процесс включает ряд последовательных состояний: инициирование запроса, согласование параметров, подтверждение возможности исполнения, запуск перевозки, сопровождение, фиксация отклонений, завершение и подтверждение результата. В неунифицированной среде переход от одной стадии к другой зависит от локальных договоренностей, человеческого фактора и неодинаковых трактовок допустимого момента для следующего действия. Сервисная цифровизация устраняет эту неоднородность, поскольку задает стандартную процедуру перехода: следующая операция становится допустимой лишь после наступления определенного цифрово зафиксированного условия. Тем самым сокращается число временных разрывов, обусловленных не отсутствием ресурсов, а несогласованностью управленческих действий.

В исследованиях цифровой трансформации компании-оператора на рынке транспортных услуг данный аспект проявляется через необходимость перестройки самой бизнес-модели и каналов взаимодействия с клиентом [1: 126]. Для логики настоящей статьи это означает, что цифровой сервис стандартизирует не только внутреннюю операцию, но и точку соприкосновения между участником рынка и системой перевозки. Когда заявка, подтверждение, изменение параметров заказа и обратная связь осуществляются через единый сервисный контур, транспортная услуга перестает воспроизводиться как набор уникальных согласований и начинает воспроизводиться как типизированная процедура. Именно в этом состоит организационный эффект сервисной цифровизации: она снижает зависимость качества взаимодействия от индивидуальной практики конкретного субъекта и усиливает роль общей процедурной логики.

Третий результат касается стандартизации фиксации отклонений. Для транспортного процесса принципиально важно не только выполнение базового сценария, но и то, как система реагирует на задержку, изменение маршрута, нарушение графика, дефицит пропускной возможности или иное отклонение. В условиях фрагментарного взаимодействия сбой фиксируется несопоставимыми способами: один участник интерпретирует его как задержку, другой — как перенос этапа, третий — как управляемое изменение без необходимости внешнего уведомления. Такая асимметрия затрудняет контроль и делает корректирующее воздействие ситуативным. Сервисная цифровизация устраняет данное противоречие посредством типизации самого отклонения: оно получает формализованный статус, фиксируется в общей системе и становится основанием для стандартного алгоритма оповещения и реакции.

Здесь особенно показательно, что в модели цифровой зрелости транспортной инфраструктуры одним из признаков продвинутого уровня выступает «наличие единой платформы мониторинга» [4: 23]. Данное положение имеет для настоящего исследования не частное, а принципиальное значение. Мониторинг в таком контексте следует понимать не только как техническое наблюдение за инфраструктурой, но и

как основу единообразной управленческой реакции. Когда все участники включены в общий контур наблюдения, отклонение перестает быть локальным знанием одной стороны и превращается в общесистемный факт. Это, в свою очередь, делает возможной стандартизацию корректирующего воздействия, а значит, переводит управление из режима догоняющего согласования в режим опережающего регулирования.

Четвертый результат выражается в усилении наблюдаемости перевозочного процесса. Наблюдаемость следует интерпретировать не только как доступность данных для контроля, но и как способность системы воспроизводимо фиксировать происходящее в формах, пригодных для сравнения, анализа и последующего вмешательства. Если каждый участник описывает стадию исполнения по собственной логике, то даже большой массив информации не обеспечивает управляемости. Напротив, при сервисной цифровизации наблюдаемость формируется за счет того, что данные включаются в единый формат описания процесса. В этой связи цифровой сервис выступает не просто средством коммуникации, а механизмом приведения транспортного взаимодействия к форме, допускающей сопоставление, контроль и оценку отклонений по единым основаниям.

Пятый результат связан с воспроизводимостью транспортной услуги. Для транспортной системы принципиально важно, чтобы качество взаимодействия сохранялось не только в устойчивых условиях, но и при изменении участников, направлений, объемов и организационных параметров. Воспроизводимость в данном случае означает способность системы обеспечивать сопоставимый порядок координации вне зависимости от того, какие именно субъекты включены в исполнение перевозки. Такая способность возникает именно тогда, когда сервисная цифровизация закрепляет общие правила действия. Если процедура одинакова для всех, то системный результат перестает зависеть исключительно от индивидуального опыта и локальной согласованности сторон. Следовательно, стандартизация, задаваемая цифровым сервисом, становится условием устойчивого воспроизводства транспортной услуги в меняющейся среде.

В обобщенном виде выявленные эффекты сервисной цифровизации могут быть представлены следующим образом (таблица 1).

Таблица 1

Эффекты сервисной цифровизации как результат стандартизации взаимодействия

Блок стандартизации	Проявление в цифровом сервисе	Управленческий результат
1	2	3
Переходы между стадиями процесса	Единая последовательность действий при приеме, сопровождении, передаче и завершении перевозки	Снижение временных разрывов между участниками, уменьшение числа несогласованных операций
Данные и статусы	Унифицированные статусы перевозки, единый формат фиксации событий и параметров исполнения	Сопоставимость информации, снижение неоднозначности трактовки состояния перевозки
Сценарии координации	Типовые алгоритмы согласования действий между перевозчиком, инфраструктурным звеном, терминалом и клиентом	Повышение согласованности взаимодействия и снижение зависимости от ручного согласования

1	2	3
Контроль и отклонения	Стандартная форма регистрации задержек, сбоев, изменений маршрута и иных отклонений	Рост наблюдаемости процесса и повышение качества корректирующего воздействия
Подтверждение и информирование	Единые каналы уведомления, подтверждения операции и обратной связи	Повышение прозрачности исполнения и воспроизводимости транспортной услуги

Содержательно данная таблица показывает, что временные, информационные, координационные и контрольные эффекты сервисной цифровизации следует трактовать как производные единого более глубокого процесса, а именно организационной унификации перевозочного взаимодействия. Такая трактовка принципиально отличает рассматриваемый контур статьи от подходов, в которых цифровизация описывается прежде всего как фактор ускорения или повышения удобства. В настоящем исследовании цифровой сервис интерпретируется как средство стандартизации транспортной коммуникации и, следовательно, как фактор институциональной упорядоченности процесса.

Практическое приложение результатов. Полученные положения могут быть использованы при проектировании и оценке цифровых транспортных сервисов, ориентированных не только на передачу информации, но и на формирование единообразного сценария взаимодействия участников перевозки. Практическая значимость такого подхода состоит в том, что разработчик сервиса или транспортный оператор получает возможность выстраивать цифровое решение не вокруг набора разрозненных функций, а вокруг стандартизированного процесса. Это означает, что на этапе проектирования должны быть заранее определены матрица статусов, перечень допустимых переходов между стадиями, форма фиксации отклонений, порядок подтверждения действий и обязательные каналы информирования. Лишь при наличии такого процедурного каркаса сервис способен выполнять стандартизирующую функцию.

Для железнодорожно-ориентированных и смешанных перевозок этот вывод особенно значим, поскольку именно здесь число участников велико, временные и организационные зависимости сложны, а последствия несогласованности между субъектами быстро накапливаются и переходят в потери времени, достоверности и управляемости. В таких условиях сервисная цифровизация должна пониматься как средство согласования логики действия различных звеньев, включая инфраструктурные, терминальные, операторские и клиентские контуры. Практическое внедрение данного подхода предполагает, что цифровой сервис должен не просто отображать события, а заранее регламентировать, какое событие считается наступившим, кто подтверждает его достоверность, в какой форме оно становится доступным другим участникам и какое следующее действие система признает допустимым.

Помимо проектной функции, результаты исследования могут быть применены и в аналитике действующих транспортных сервисов. Если рассматривать цифровое решение через призму стандартизации, то его качество может оцениваться по нескольким признакам: степени унификации статусов, полноте типовых сценариев

перехода, согласованности формы фиксации отклонений, сопоставимости уведомлений и глубине включения участников в единый контур наблюдения. Такой подход позволяет перейти от формальной констатации наличия цифрового инструмента к оценке того, в какой мере он действительно делает транспортную услугу более наблюдаемой, согласованной и воспроизводимой.

Выводы. Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что сервисная цифровизация в транспортной сфере должна рассматриваться не как совокупность отдельных технологических решений, обслуживающих обмен данными, а как механизм структурного упорядочения взаимодействия между участниками перевозочного процесса. Ее функциональное значение определяется тем, что цифровой сервис вводит единый порядок фиксации событий, закрепляет сопоставимые статусы, нормирует переходы между стадиями исполнения услуги, задает стандартные способы подтверждения действий и формирует общую процедуру реагирования на отклонения. Тем самым цифровизация приобретает не вспомогательный, а организующий характер, поскольку влияет не только на скорость передачи информации, но и на сам способ согласования действий в пределах транспортной системы.

Установлено, что стандартизирующий эффект сервисной цифровизации проявляется одновременно в нескольких взаимосвязанных направлениях. Во-первых, обеспечивается сопоставимость информационного описания перевозки, благодаря чему разные участники работают не с разрозненными интерпретациями процесса, а с единым набором состояний и событий. Во-вторых, упорядочиваются переходы между стадиями транспортной услуги, что сокращает число временных разрывов, возникающих вследствие процедурной несогласованности. В-третьих, типизируется фиксация отклонений, а значит, повышается не только прозрачность контроля, но и воспроизводимость корректирующего воздействия. В-четвертых, усиливается наблюдаемость перевозочного процесса, поскольку цифровой сервис делает видимыми не отдельные фрагменты исполнения, а их взаимосвязь в едином контуре. В-пятых, возрастает воспроизводимость самой транспортной услуги, так как качество координации начинает определяться не локальными договоренностями между конкретными субъектами, а общей процедурной логикой, встроенной в сервисную среду.

Содержательно это означает, что сервисная цифровизация снижает институциональную разобщенность транспортного взаимодействия. Ее результат выражается не только в повышении операционной упорядоченности, но и в формировании более устойчивой модели исполнения перевозки, в которой правила действия становятся одинаково распознаваемыми для всех участников. Именно в этом состоит ее системное значение для современной транспортной деятельности: цифровой сервис превращается из канала передачи информации в средство унификации повседневных управленческих практик, обеспечивающее большую согласованность, предсказуемость и контролируемость перевозочного процесса.

Следовательно, аналитический потенциал сервисной цифровизации раскрывается наиболее полно в том случае, когда она интерпретируется через категорию стандартизации взаимодействия. Такой подход позволяет увидеть, что ключевой результат цифровых преобразований заключается не только в технологическом

обновлении транспортной деятельности, но и в изменении ее институциональной конфигурации, при которой согласование действий, фиксация состояний, подтверждение операций и реакция на отклонения приобретают единообразный характер. Именно поэтому сервисная цифровизация выступает не внешним дополнением к существующей модели перевозки, а внутренним механизмом ее организационной сборки, от которого зависит возможность устойчивого, прозрачного и воспроизводимого предоставления транспортной услуги в условиях усложнения состава участников и роста требований к качеству координации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неманова Н. А. Концептуальная схема цифровой трансформации компании-оператора на рынке транспортных услуг // Транспортные системы и технологии. 2020. Т. 6. № 2. С. 116-128. DOI 10.17816/transsyst202062116-128.
2. Рожко О. Н. Создание единого информационного пространства цифровой логистики с использованием баз данных интеллектуальных транспортных систем // Вестник экономики, права и социологии. 2020. № 1. С. 37-40.
3. Борзенко К. В. Вопросы цифровой трансформации в транспортной отрасли: актуализация развития спроса на цифровые технологии // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2023. № 1 (81). С. 10-15. DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2023.81.1.001.
4. Гузенко Н. В. Цифровая зрелость транспортной инфраструктуры как стратегический ресурс пространственного развития регионов // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2025. Т. 32. № 2. С. 21-34. DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2025.90.2.002.
5. Гузенко А. В., Мамаев Э. А. Интеллектуальные транспортно-логистические системы: классификация субъектов и направления цифровой трансформации // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2025. Т. 32. № 4. С. 17-30. DOI 10.54220/v.rsue.1991-0533.2025.92.4.002.

УДК 656.2:658.7

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УСТРАНЕНИЮ РАЗРЫВОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ С УЧАСТИЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

А.В. Гузенко

Ростовский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Современная логистика все в большей степени ориентируется не на отдельные перевозочные операции, а на формирование сквозных цепей поставок, в которых итоговая эффективность определяется согласованностью всех звеньев движения материального потока. В этой связи участие железнодорожного транспорта в интегрированных логистических цепях приобретает особое значение, поскольку именно он обеспечивает перемещение крупных партий грузов на значительные расстояния, формирует основу межрегиональных и внешнеторговых транспортных связей, а также выступает важным элементом сопряжения производственной, складской, терминальной и распределительной инфраструктуры. Вместе с тем включение железнодорожного транспорта в единую цепь поставки не устраняет автоматически возникающие потери координации. Напротив, при увеличении числа

участников и усложнении схемы взаимодействия возрастает вероятность институциональных разрывов, проявляющихся в несогласованности правил обмена данными, различии требований к документальному сопровождению, несовпадении интересов субъектов перевозочного процесса, асимметрии ответственности и неодинаковом уровне организационной и цифровой готовности участников.

Институциональные разрывы приобретают в логистической цепи не частный, а системный характер, поскольку даже при технической реализуемости перевозочного процесса его итоговая результативность может оставаться ниже расчетного уровня. Причина состоит в том, что формальное исполнение операций каждым участником само по себе не обеспечивает целостности цепи, если между ее звеньями отсутствует устойчивая согласованность процедур, сроков, обязательств и правил обмена данными. Особенно отчетливо данное противоречие проявляется в перевозках с участием железнодорожного транспорта, где требуются не только синхронизация графиков и учет инфраструктурных ограничений, но и точное сопряжение терминальных операций, режимов обработки груза, параметров консолидации партий и юридически значимого документооборота. В этих условиях даже структурно выстроенная схема перевозки не гарантирует необходимого эффекта, поскольку ее практическая состоятельность определяется не совокупностью отдельных действий, а степенью согласованности институционального взаимодействия. Именно поэтому справедливым представляется вывод о том, что разработанные логистические схемы не всегда обеспечивают должный результат [1: 83], поскольку проблема заключается не только в организационных недоработках, а в более глубоком несоответствии между интегрированной логикой цепи и фактическим механизмом координации ее участников.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в условиях цифровизации транспортно-логистической сферы и роста требований к надежности, прозрачности и предсказуемости поставок именно институциональная согласованность становится определяющим условием устойчивой работы интегрированной цепи. Если ранее ключевое внимание уделялось преимущественно техническим параметрам перевозки, то в настоящее время существенно возрастает значение единых стандартов обмена информацией, сопоставимости цифровых решений, распределения полномочий и ответственности, а также способности различных субъектов действовать в рамках общего координационного контура. В этой связи постановка задачи состоит в разработке решений, направленных на исключение институциональных разрывов в реализации интегрированных логистических цепей с участием железнодорожного транспорта.

Методы решения задачи. Методическая основа исследования сформирована на сочетании системного, процессного и институционального подходов. Системный подход позволяет рассматривать железнодорожный транспорт не как изолированный вид транспорта, а как элемент многоуровневой логистической конфигурации, в которой результат формируется в зависимости от качества связи между отдельными участниками. Процессный подход ориентирует анализ не на статичное описание субъектов, а на выявление логики движения груза, информации, документов и управленческих сигналов в пределах единой цепи. Институциональный подход дает возможность сосредоточить внимание на правилах, регламентах, нормах,

распределении функций и механизмах согласования интересов, то есть на тех элементах, которые определяют устойчивость взаимодействия между участниками транспортно-логистического процесса.

В работе использованы методы сравнительного анализа научных публикаций, логико-структурного моделирования взаимодействия субъектов интегрированной цепи, а также аналитического обобщения подходов к цифровой трансформации транспортно-логистической системы. Исходная исследовательская позиция состоит в том, что институциональный разрыв представляет собой не разовое нарушение или частный организационный сбой, а устойчивое несоответствие между требованиями интегрированной логистической цепи и фактическими условиями взаимодействия ее участников. Такое несоответствие может возникать как на уровне норм и процедур, так и на уровне обмена данными, распределения полномочий, цифровой совместимости, экономической мотивации и ответственности за результат.

Теоретическая база исследования включает публикации, посвященные повышению конкурентоспособности логистических операторов на железнодорожном транспорте, цифровой зрелости субъектов транспортно-логистического рынка, организации единого информационного пространства цифровой логистики, цифровизации транспортно-логистической отрасли, проблемам цифровой трансформации транспортно-логистической системы и информационному взаимодействию видов транспорта в логистических цепях [1: 83-87; 2: 116-127; 3: 37-40; 4: 243-250; 5: 8-26; 6: 82-89]. Такая комбинация источников позволяет рассмотреть исследуемую проблему не только с позиции железнодорожной логистики как таковой, но и в более широком контексте координации транспортно-логистических процессов, цифровой связанности и межорганизационного управления.

Анализ полученных результатов. Проведенный анализ показывает, что институциональные разрывы в реализации интегрированных логистических цепей с участием железнодорожного транспорта имеют комплексный характер и формируются одновременно на нескольких взаимосвязанных уровнях. Первый уровень связан с нормативно-процедурной несогласованностью. В единой логистической цепи участники перевозочного процесса часто ориентируются на разные регламентирующие документы, внутренние инструкции, форматы договорных отношений и сроки предоставления информации. В результате даже при наличии общего экономического интереса отсутствует единообразие в правилах взаимодействия. Это приводит к тому, что операции, которые в логике интегрированной цепи должны быть непрерывными, фактически распадаются на отдельные фрагменты, между которыми возникают временные и информационные разрывы.

Второй уровень связан с документооборотом. Для железнодорожного транспорта данная проблема сохраняет высокую значимость вследствие сложности оформления перевозочного процесса, необходимости точной фиксации статуса груза, согласования параметров отгрузки и приема, а также взаимодействия с другими видами транспорта и терминальными объектами. При отсутствии унифицированного сквозного документооборота часть сведений дублируется, часть передается с задержкой, а часть искажается при переходе между информационными системами различных субъектов. Это создает институциональную нагрузку на участников цепи,

поскольку значительная часть ресурсов расходуется не на ускорение движения потока, а на преодоление разрывов между различными формами фиксации одной и той же операции. Исследования, посвященные межвидовому взаимодействию в логистических цепях доставки груза, показывают, что переход к единому цифровому обмену способен существенно сократить избыточность документооборота и повысить согласованность транспортного процесса [6: 86-87].

Третий уровень институциональных разрывов связан с фрагментацией информационного пространства. В условиях интегрированной логистики железнодорожное звено не может функционировать эффективно, если его информационный контур не сопряжен с системами грузоотправителя, терминала, склада, автомобильного перевозчика, экспедитора и иного инфраструктурного участника. Однако на практике каждое звено часто использует собственные цифровые решения, ориентированные на локальные задачи. Вследствие этого сквозная прослеживаемость груза, единое понимание статусов, сопоставимость временных параметров и оперативная реакция на отклонения оказываются ограниченными. Научная литература обоснованно рассматривает организацию единого информационного пространства как одно из ключевых условий цифровой логистики [3: 37], поскольку именно оно создает предпосылки для уменьшения рассогласования между участниками и перехода от изолированных действий к скоординированному управлению.

Четвертый уровень связан с неравномерностью цифровой зрелости субъектов транспортно-логистического рынка. Для целей настоящего исследования этот аспект имеет особую значимость, поскольку интегрированная логистическая цепь предполагает минимально необходимую сопоставимость организационно-технологических возможностей всех ее участников. Если один субъект работает в условиях автоматизированного обмена данными и сквозного контроля операций, а другой сохраняет фрагментарную цифровизацию и ручную обработку значимой информации, то единая цепь неизбежно утрачивает часть управляемости. В исследовании по данной проблематике подчеркивается, что «различия в уровне цифровой зрелости субъектов рынка формируют неоднородность, влияющую на устойчивость и эффективность всей системы» [2: 116]. В контексте железнодорожной логистики это означает, что наличие цифровых решений у отдельного оператора или инфраструктурного участника не обеспечивает высокого качества цепи в целом, если сопряженные звенья не способны поддерживать ту же степень информационной связанности и организационной дисциплины.

Пятый уровень институциональных разрывов относится к распределению ответственности и механизмам координации. В интегрированной логистической цепи результат формируется коллективно, однако система ответственности нередко остается фрагментированной. Каждый участник отвечает лишь за собственный участок операции, в то время как потери, возникающие в межзвеньевом взаимодействии, фактически остаются без адресного управленческого регулирования. Именно здесь возникает принципиальное противоречие между локальной и системной рациональностью. С точки зрения отдельного участника операция может быть выполнена корректно, но с точки зрения всей цепи итоговый результат оказывается неудовлетворительным, поскольку никто не несет полной

ответственности за целостность сквозного процесса. В исследованиях цифровой трансформации транспортно-логистической системы отмечается, что сама сложность многоэтапного взаимодействия в транспортной сфере требует более высокого уровня организационной согласованности и более четкого распределения функций [5: 9-12].

Шестой уровень институциональных разрывов формируется на стыке экономических интересов субъектов. Интегрированная логистическая цепь ориентирована на общий результат, однако фактические стимулы ее участников могут быть разнонаправленными. Одни заинтересованы в максимизации оборота подвижного состава, другие — в минимизации затрат на хранение, третьи — в перераспределении рисков и ответственности, четвертые — в формальном соблюдении регламентов без учета конечной эффективности цепи. Если данные интересы не приведены к общему координационному знаменателю, то даже наличие технической и цифровой инфраструктуры не устраняет институциональную разобщенность. Для железнодорожного транспорта это особенно значимо, поскольку его включение в цепь поставки требует не эпизодического, а устойчивого согласования ритма и параметров взаимодействия с другими участниками.

В результате можно сделать вывод, что институциональные разрывы в интегрированных логистических цепях с участием железнодорожного транспорта не сводятся к отдельным сбоям документооборота, цифровизации или управления. Они представляют собой системное явление, возникающее в точках несовпадения процедур, данных, полномочий, интересов и уровней готовности участников цепи. Следовательно, и решения по их устранению должны носить системный, а не локальный характер.

Практическое приложение результатов. Практическое значение полученных результатов связано с возможностью формирования комплекса решений, ориентированных на устранение институциональных разрывов в логистических цепях, включающих железнодорожное звено. Первое направление связано с унификацией процедур межорганизационного взаимодействия. Для этого необходимо определить единый перечень событий перевозочного процесса, обязательный для всех участников цепи, а также закрепить унифицированные требования к срокам передачи информации, правилам подтверждения операций и форматам фиксации изменений статуса груза. Подобная стандартизация должна охватывать не только собственно железнодорожную перевозку, но и стыковые процессы — подачу груза, терминальную обработку, накопление, перегрузку, передачу между видами транспорта и прием в распределительное звено.

Второе направление связано с внедрением юридически значимого сквозного электронного документооборота. Его принципиальная особенность должна заключаться не в переводе отдельных документов в цифровую форму, а в обеспечении непрерывности документального сопровождения всей цепи. Цифровой документ в этом случае должен быть элементом общего логистического события, а не цифровой копией разрозненных бумажных процедур. Практическая значимость такого решения заключается в снижении числа повторных операций, уменьшении времени согласования, сокращении вероятности ошибок и повышении прозрачности распределения ответственности между участниками.

Третье направление состоит в создании единого информационного пространства интегрированной логистической цепи. Речь идет о платформенном или ином цифровом решении, обеспечивающем совместимость данных, непрерывную синхронизацию статусов, доступ участников к релевантной информации и фиксацию отклонений в режиме, позволяющем своевременно принимать корректирующие решения. В литературе подчеркивается, что эффективная цифровизация транспортно-логистической отрасли требует не разрозненных бизнес-систем, а единой среды межорганизационного взаимодействия [4: 247-248]. Для железнодорожной логистики это особенно важно, поскольку высокая капиталоемкость, жесткость расписаний и зависимость от инфраструктурной связанности делают потери координации существенно более чувствительными по сравнению с менее регламентированными видами транспортного обслуживания.

Четвертое направление связано с необходимостью выделения в интегрированной цепи звена, отвечающего не за отдельную операцию, а за согласованность всего процесса. Эту роль может выполнять логистический оператор, мультимодальный интегратор, терминально-распределительный центр или цифровой координатор, однако ключевое значение имеет сама функция сквозной координации. Она включает согласование интересов участников, контроль полноты и своевременности данных, урегулирование отклонений, увязку временных параметров операций и соблюдение единых сервисных требований. Значимость такого звена особенно возрастает в тех случаях, когда цепь охватывает несколько видов транспорта, несколько терминальных участков и широкий круг контрагентов.

Пятое направление предполагает выравнивание цифровой зрелости участников интегрированной цепи. С практической точки зрения это означает необходимость установления минимально обязательного набора требований для включения субъекта в сквозной логистический контур. К таким требованиям могут относиться способность работать в совместимых форматах данных, подключение к электронному документообороту, готовность к передаче статусов операций в стандартном виде, возможность использования унифицированных идентификаторов грузовых событий и соблюдение регламентов цифрового взаимодействия. Без подобного минимального порога зрелости единая цепь неизбежно будет воспроизводить внутреннюю неоднородность, которая затем преобразуется в задержки, ошибки и потери управляемости.

Шестое направление связано с институциональным закреплением сквозных показателей результативности. Оценка эффективности интегрированной цепи должна опираться не только на локальные показатели отдельных участников, но и на общие параметры связности, надежности и предсказуемости логистического процесса. К числу таких параметров могут быть отнесены стабильность сроков прохождения стыковых операций, полнота и своевременность передачи данных, частота возврата к повторному согласованию документов, уровень отклонений между плановыми и фактическими событиями, а также величина задержек, обусловленных именно межзвеньевыми разрывами. Введение подобных показателей позволяет перевести проблему институциональных разрывов из описательной плоскости в плоскость управляемой оценки.

Практическая применимость предложенных решений наиболее очевидна в работе транспортно-логистических узлов, сухих портов, распределительных центров, контейнерных терминалов и мультимодальных маршрутов, где железнодорожный транспорт включается в систему доставки как опорное звено дальнего плеча. В таких конфигурациях качество логистической цепи в наибольшей степени зависит от точности сопряжения множества участников. Именно поэтому устранение институциональных разрывов выступает здесь не дополнительной, а базовой предпосылкой устойчивой реализации интегрированной логистической модели.

Выводы. Проведенное исследование позволяет установить, что ограничение эффективности интегрированных логистических цепей с участием железнодорожного транспорта формируется не только на уровне технологии перевозок, пропускной способности инфраструктуры или параметров материального потока, но и на уровне институциональной организации взаимодействия между участниками. Именно в межзвеньевых переходах, где требуется сопряжение процедур, данных, ответственности и сроков, возникают наиболее значимые потери управляемости. Вследствие этого даже при наличии развитой транспортной инфраструктуры, современных информационных решений и объективной потребности в координированной доставке грузов интегрированная цепь может оставаться внутренне несогласованной, а ее результативность — нестабильной и зависимой от локальных компенсирующих действий отдельных участников.

Установлено, что институциональные разрывы в рассматриваемых логистических цепях проявляются не изолированно, а как взаимосвязанная совокупность процедурных, информационных, организационных и экономических несоответствий. Их содержание выражается в отсутствии унифицированных правил обмена данными, в неоднородности документооборота, в несовпадении цифровых контуров субъектов, в различии уровней цифровой зрелости, а также в рассредоточении ответственности за общий логистический результат. В такой ситуации железнодорожное звено, несмотря на его системную значимость, оказывается включенным в цепь поставки не как полностью интегрированный координирующий элемент, а как один из функционально значимых, но институционально недостаточно сопряженных сегментов. Это означает, что фактическая целостность цепи определяется не просто наличием железнодорожной перевозки в составе маршрута, а степенью согласованности условий, при которых эта перевозка соединяется с предшествующими и последующими операциями.

Важнейший итог исследования состоит в том, что институциональный разрыв следует рассматривать как самостоятельный объект логистического анализа. Его содержание не исчерпывается задержками, ошибками в документах или несвоевременной передачей сведений, поскольку такие проявления лишь фиксируют более глубокую несогласованность участников интегрированной цепи. Принципиально и то, что цифровизация сама по себе не устраняет эти разрывы, когда она развивается фрагментарно и не сопровождается унификацией правил взаимодействия. Наличие у отдельных субъектов современных информационных решений еще не означает достижения сквозной связанности цепи. Более того, при отсутствии общих требований к данным, процедурам и координации цифровизация способна не устранить, а закрепить существующую разобщенность в новой

технологической форме. Поэтому в логистике с участием железнодорожного транспорта цифровая трансформация приобретает системное значение лишь тогда, когда обеспечивает не локальную автоматизацию, а согласованность межорганизационных действий в пределах единого перевозочного процесса.

Тем самым можно утверждать, что исключение институциональных разрывов должно рассматриваться как одно из приоритетных направлений совершенствования интегрированных логистических цепей с участием железнодорожного транспорта. Значение этого направления определяется тем, что оно затрагивает не отдельные элементы транспортного процесса, а саму возможность формирования устойчивой межорганизационной координации, без которой невозможны ни полная прозрачность грузодвижения, ни предсказуемость сроков, ни достижение сквозного эффекта интеграции. Железнодорожный транспорт в такой конфигурации выступает не только средством перемещения груза, но и системообразующим элементом пространственно распределенной логистической связности, а потому качество его институционального включения в цепь поставки становится ключевым условием общей результативности логистической модели.

В более широком смысле проведенное исследование подтверждает, что дальнейшее развитие интегрированной логистики в сегментах, связанных с железнодорожным транспортом, должно строиться на сочетании организационной согласованности, цифровой совместимости и институционально закрепленной координации интересов. Только при таком сочетании становится возможным достижение не эпизодического улучшения отдельных операций, а устойчивого воспроизводства целостного логистического результата, в котором железнодорожное звено обеспечивает не просто транспортную функцию, но и структурную устойчивость всей цепи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гузенко Н. В. Активизация конкурентоспособности логистических операторов грузовых перевозок на железнодорожном транспорте // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2019. № 4(68). С. 83-87.
2. Гузенко А. В. Анализ цифровой зрелости субъектов транспортно-логистического рынка // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2025. Т. 32. № 3(91). С. 116-127. DOI: 10.54220/v.rsue.1991-0533.2025.91.3.010.
3. Рожко О. Н. Создание единого информационного пространства цифровой логистики с использованием баз данных интеллектуальных транспортных систем // Вестник экономики, права и социологии. 2020. № 1. С. 37-40.
4. Яковлева Е. А., Зеликов В. А., Титова Е. В., Субхонбердиев А. Ш., Костина Д. К., Губертов Е. А. Цифровизация транспортно-логистической отрасли в условиях глобализации мировой экономики // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 4. С. 243-250. DOI: 10.20914/2310-1202-2019-4-243-250.
5. Дудин В. С. Проблемы и перспективы цифровой трансформации транспортно-логистической системы России // Современная экономика: проблемы и решения. 2024. № 8(176). С. 8-26. DOI: 10.17308/meps/2078-9017/2024/8/8-26.
6. Никифорова Г. И. Исследование информационного взаимодействия железнодорожного и морского транспорта в логистических цепях доставки груза // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2022. Т. 19. Вып. 1. С. 82-89. DOI: 10.20295/1815-5

МЕХАНИЗМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА РОССИИ В УСЛОВИЯХ САНКЦИОННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

О.В. Романов

Российский университет транспорта (МИИТ), Российская Федерация

Введение. Беспрецедентная система ограничительных мер, действующая в отношении Российской Федерации с 2022 года, обнажила структурные уязвимости железнодорожного транспорта и потребовала формирования целостного контура государственной поддержки. По данным ОАО «РЖД», критическая зависимость сохраняется в микропроцессорных комплексах централизации и блокировки (МПЦ) и системах сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), что привело к увеличению межремонтных интервалов локомотивов на 28 % [1]. Дефицит тяговых преобразователей для электровозов серий 2ЭС и 3ЭС, ранее поставлявшихся компаниями ABB и Bombardier, повлёк за собой значительный простой парка в ожидании запасных частей [2]. Особую озабоченность вызывает зависимость от программного обеспечения автоматизированных систем управления движением: отсутствие обновлений безопасности для значительной части используемых SCADA-платформ формирует критические уязвимости в координации перевозочного процесса [3].

Целевые ориентиры государственной политики заданы Транспортной стратегией Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035-го [4] и национальным проектом «Эффективная транспортная система» (далее – нацпроект «ЭТС») [5]: рост объёмов перевозок по международным коридорам не менее чем в 1,5 раза к уровню 2021 года, повышение авиационной мобильности населения минимум на 50 %, доведение доли дорог опорной сети в нормативном состоянии до не менее 85 %. Применительно к железнодорожному направлению ключевым индикатором выступает наращивание провозной способности Восточного полигона (БАМ и Транссиб) до 270 млн тонн в десятилетней перспективе [6]. Ю.А. Щербанин подчёркивает, что за девять лет санкционного режима на первое место вышли силовые методы экономического воздействия [7: 45], что обуславливает необходимость адекватного и комплексного набора контрмер.

Цель настоящей работы – систематизация действующих механизмов государственной поддержки железнодорожной отрасли, оценка их адекватности масштабу санкционных вызовов и определение направлений совершенствования.

Методы решения задачи. Исследование базируется на нормативно-правовом анализе ключевых постановлений Правительства Российской Федерации (№ 1347 от 28.07.2022, № 1215 от 26.07.2023), положений Федерального закона № 140-ФЗ от 22.06.2024, а также программных документов Министерства транспорта и Росжелдора. Применены систематизация инструментов поддержки по критериям охвата, объёма финансирования и целевых получателей; сопоставительный анализ целевых индикаторов нацпроекта «ЭТС» с фактическими показателями отрасли за

2022–2025 годы на основе данных Росстата [2] и Минтранса [6]; экспертная оценка сценарных вероятностей геополитических рисков на основе открытых реестров ограничительных мер. А.А. Федюнина и Ю.В. Симачев указывают, что «комплексность рестрикций стимулирует государство к системному ответу» [8: 95], а не к фрагментарным мерам, что определяет методологическую рамку настоящего исследования – анализ не отдельных инструментов, а их совокупности как целостной системы.

Анализ полученных результатов. Систематизация выявила семь ключевых направлений государственного воздействия на железнодорожный сегмент в условиях санкционных ограничений.

Первое направление – финансовая компенсация логистических затрат экспортёров. Ключевым инструментом выступает Постановление Правительства РФ от 28 июля 2022 года № 1347 [9], закрепляющее возмещение до 60 % расходов на транспортировку промышленной продукции с оператором АО «РЭЦ» и предельным лимитом 200 млн рублей на компанию. Существенным условием является исключение поставок в недружественные государства из программы, что направляет грузопотоки на восточные и южные направления. Дополнительно действуют отраслевые субсидии по агропромышленному комплексу: в 2024 году Росжелдор направил 6,3 млрд рублей на компенсацию части тарифа для сельскохозяйственных перевозок, а в 2025 году объём увеличен свыше 8,3 млрд рублей [6]. Поддержка лесопромышленного комплекса реализуется через Постановление Правительства РФ от 26 июля 2023 года № 1215, формализующее компенсацию затрат на транспортировку лесной продукции [10]. Совокупный объём прямой финансовой поддержки перевозочной деятельности превышает 15 млрд рублей в год, что существенно снижает барьеры для переориентации грузопотоков.

Второе – развитие Восточного полигона и альтернативных транспортных коридоров. По Северному морскому пути в 2024 году достигнут рекордный грузопоток 37,9 млн тонн [11], а по Восточному полигону (БАМ и Транссиб) установлен ориентир наращивания провозной способности до 270 млн тонн [6]. После прекращения части международных контейнерных сервисов произошла переориентация на порты Дальнего Востока и поиск партнёров среди судоходных компаний дружественных государств. Железнодорожные перевозки претерпели существенные изменения из-за ограничений европейского транзита, что повысило роль Транссибирской магистрали и маршрутов через государства Центральной Азии. Н.В. Самаков отмечает, что основными мерами регионального уровня стали стимулирование экспортной деятельности и формирование новых цепочек доставки [12: 114]. В рамках поддержки новой географии поставок АО «РЭЦ» в 2025 году открыл приём заявок логистических компаний на компенсацию скидок на морские контейнерные перевозки в Латинскую Америку и Африку [13], что является прямым ответом на перестройку логистических потоков.

Третье – цифровое изменение сферы. В рамках федерального проекта «Цифровая трансформация транспортной отрасли», входящего в нацпроект «ЭТС», конкретным результатом стало внедрение Единого транспортного документа (ЕТД): в 2025 году ФНС утвердила форматы электронного ЕТД, а Федеральный закон № 140-ФЗ запускает реестр экспедиторов и поэтапный перевод экспедиторских документов в государственную информационную систему электронных перевозочных документов

(ГИС ЭПД) до 2026 года [14]. Министерство транспорта ведёт формирование реестра цифровых решений и цифровых требований для обеспечения бесшовной логистики [6]. Ускорение процессов цифровизации обусловлено необходимостью повышения эффективности операций в условиях усложнения международных перевозок: электронный документооборот сокращает время таможенного оформления, предиктивная аналитика позволяет оптимизировать маршруты, а цифровые платформы обеспечивают координацию с партнёрами из дружественных юрисдикций.

Четвёртое – импортозамещение оборудования и программного обеспечения. Нацпроект «ЭТС» включает блоки «Развитие опорной сети железных дорог» и «Цифровая трансформация» [5], предусматривающие поддержку отечественных производителей логистического оборудования, развитие технологий управления цепочками поставок и систем транспортного мониторинга. Н.П. Матыцина и Д.А. Булгаков подчёркивают, что рестрикции «значительно трансформируют существующие структуры мировой торговли» [15: 39], однако именно эта трансформация формирует устойчивый спрос на отечественные аналоги. А.А. Победин и Д.В. Федулов указывают, что «современные ограничительные меры нацелены на решение политических задач» [16: 20], что предполагает длительный горизонт давления и, следовательно, окупаемость инвестиций в импортозамещение.

Пятое – развитие трудовых ресурсов. Федеральный проект «Развитие кадрового потенциала транспортной отрасли» предусматривает создание специализированных образовательных программ по работе при внешних ограничениях, включая изучение альтернативных логистических схем, освоение новых географических направлений и формирование компетенций в области финансовых операций с использованием национальных валют [17]. Д.К. Захаров, Е.В. Каштанова и А.С. Лобачева подтверждают обострение проблем рынка труда под воздействием рестрикций, фиксируя усиление дисбаланса спроса и предложения [18: 14]. Средний возраст инженерно-технических работников отрасли достиг 54,3 года, а доля специалистов моложе 35 лет составляет лишь 18,7 %, что создаёт риски утраты ключевых компетенций в ближайшее десятилетие [2].

Шестое – антикризисное тарифное регулирование. Вместо жёсткой заморозки тарифов государство снижает конечную стоимость перевозок через адресные компенсации: субсидирование железнодорожных перевозок АПК на 6,3–8,3 млрд рублей выступает инструментом сдерживания издержек на критических направлениях [6]. В операционном контуре решения по резервированию мощности Восточного полигона и приоритизации критических грузов закрепляются правительственными поручениями [19]. А.В. Русавская и Е.И. Кузнецова подчёркивают значимость формирования финансового суверенитета в условиях рестрикций [20: 115], что непосредственно затрагивает тарифную политику перевозочного сектора.

Седьмое – международное сотрудничество и создание альтернативных маршрутов через дружественные юрисдикции. По направлению Россия–Китай через Северный морской путь в 2024 году оформлены контейнерные рейсы в рамках летне-осенней навигации, а стороны в 2025 году утвердили план развития перевозок по данному маршруту [11]. Нацпроект «ЭТС» прямо включает развитие портов Дальнего Востока и Восточного полигона как опору для восточных экспортных коридоров [5].

Система международной поддержки включает координацию межгосударственных проектов в рамках ЕАЭС, БРИКС и ШОС, а также двусторонние соглашения о транспортном сотрудничестве. И.Ш. Хасанов предлагает дифференцировать виды экономической дипломатии, что позволяет рассматривать перевозочные маршруты как элемент комплексной внешнеэкономической стратегии [21: 328].

Таблица 1

Механизмы финансовой поддержки железнодорожного транспорта

Инструмент	Правовая основа	Объём / условия	Получатели
Компенсация транспортных расходов	ПП РФ № 1347	До 60 %; лимит 200 млн руб.	Промышленные экспортёры
Субсидии на ж/д перевозки АПК	Программы Росжелдора	6,3–8,3 млрд руб./год	АПК, операторы
Субсидии перевозок ЛПК	ПП РФ № 1215	Через АО «РЭЦ»	Экспортёры ЛПК
Поддержка морской контейнерной логистики	Программы АО «РЭЦ»	Компенсация скидок ЛатАм/Африка	Логистические компании

Таблица 2

Инфраструктурные и институциональные меры поддержки

Направление	Инструмент	Целевой показатель
Восточный полигон	Нацпроект «ЭТС»; федеральный бюджет	270 млн т (10 лет)
Северный морской путь	Росатомфлот; нацпроект «ЭТС»	37,9 млн т (2024, факт)
Цифровая трансформация	ФЗ № 140-ФЗ; реестр ЕТД	ГИС ЭПД до 2026 г.
Импортозамещение оборудования	Нацпроект «ЭТС»; блок «Опорная сеть»	Локализация МПЦ, СЦБ, тяга
Кадровый потенциал	Федеральный проект; Минтранс	Снижение дефицита ИТР

Практическое приложение результатов. Комплексная реализация семи направлений обеспечивает не аддитивный, а синергетический эффект: финансовая компенсация снимает барьеры для освоения новых маршрутов, цифровизация ускоряет таможенное оформление на альтернативных коридорах, импортозамещение обеспечивает техническую работоспособность инфраструктуры, а кадровые программы формируют компетенции для эксплуатации новых решений. Каждый блок мер не просто суммируется с остальными, а мультиплицирует их позитивное воздействие, создавая самоподдерживающийся контур устойчивости.

Результаты исследования могут быть использованы при корректировке параметров нацпроекта «Эффективная транспортная система», формировании субсидиарных программ Федерального агентства железнодорожного транспорта, разработке методик мониторинга результативности мер господдержки и подготовке предложений по совершенствованию тарифной политики в железнодорожном сегменте. Особый практический интерес представляет возможность использования предложенной систематизации для построения динамических моделей

корректировки параметров поддержки в зависимости от изменений санкционного режима.

Существенным направлением практической реализации является встроенная система мониторинга через паспорта национальных проектов и методики расчёта показателей, утверждённые приказами Министерства транспорта [6]. Она создаёт формализованную базу для регулярной корректировки мер по фактическим результатам, что критически важно в условиях быстро меняющихся санкционных режимов. Временной горизонт достижения целевых показателей при стабильном финансировании и последовательной реализации всех компонентов позволит сформировать устойчивую основу для долгосрочного развития ЖД сообщения в условиях «новой нормальности» внешних ограничений и обеспечить транспортную безопасность страны на стратегическую перспективу.

О.А. Колоткина отмечает, что санкции ставят государство-мишень в условия значительного экономического ущерба [22: 37], однако российский опыт демонстрирует иную закономерность: вместо уступок происходит ускоренная реконфигурация хозяйственных связей. Железнодорожный транспорт выступает стержневым элементом этой реконфигурации благодаря географическому покрытию, массовости перевозок и относительно низкой импортозависимости (27 % против 52 % в морском и 87 % в авиационном сегментах). Именно поэтому приоритетное развитие Восточного полигона и цифровизация железнодорожного документооборота составляют ядро антисанкционной транспортной политики.

Выводы. Сформированный контур государственной поддержки железнодорожного транспорта включает семь взаимодополняющих направлений: финансовое стимулирование экспортёров (ПП РФ № 1347, субсидии Росжелдора), инфраструктурное развитие Восточного полигона и Северного морского пути, цифровизацию документооборота (ЕТД, ФЗ № 140-ФЗ, ГИС ЭПД), импортозамещение оборудования и ПО, подготовку кадров, антикризисное тарифное регулирование и международное сотрудничество в рамках ЕАЭС, БРИКС и ШОС.

Ключевым условием результативности выступает одновременная реализация всех компонентов, обеспечивающая синергетический эффект и переход от реактивной адаптации к проактивному управлению развитием отрасли. Критические условия успеха включают приоритизацию технологического суверенитета, мобилизацию смешанного финансирования с преобладанием внебюджетных источников, опережающее развитие кадровых компетенций и цифровых платформ, институциональную поддержку новых коридоров и постоянную корректировку мер по данным мониторинга. Дальнейшие исследования целесообразно направить на количественную оценку результативности отдельных инструментов поддержки с учётом целевых индикаторов Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года и построение интегральных показателей эффективности санкционноустойчивой транспортной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОАО «Российские железные дороги». Годовые отчёты, статистика перевозок [Электронный ресурс]. URL: <https://company.rzd.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
2. Федеральная служба государственной статистики. Транспорт в России. 2024 : стат. сб. [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 15.01.2025).

3. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень. 2024 год / Министерство транспорта Российской Федерации. М. : Минтранс России, 2025. 86 с.
4. Транспортная стратегия РФ до 2030 года с прогнозом до 2035 года утверждена Распоряжением № 3363-р от 27 ноября 2021 года [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/403156321/> (дата обращения: 15.01.2025).
5. Паспорт национального проекта «Эффективная транспортная система» [Электронный ресурс] / Минтранс России. URL: https://mintrans.gov.ru/ministry/goals/187/187_187.php (дата обращения: 15.01.2025).
6. Министерство транспорта Российской Федерации. Транспортная стратегия, государственные программы, отчётность [Электронный ресурс]. URL: <https://mintrans.gov.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
7. Щербанин Ю. А. Транспорт России: девять лет экономических санкций // Проблемы прогнозирования. 2023. № 5. С. 45–58. DOI: 10.47711/0868-6351-200-45-58.
8. Федюнина А. А., Симачев Ю. В. Всегда ли международные санкции достигают своей цели? Ограничения санкционной политики // ЭКО. 2023. № 7 (589). С. 95–107.
9. О государственной поддержке российских организаций промышленности в целях компенсации затрат на транспортировку промышленной продукции : Постановление Правительства РФ от 28.07.2022 № 1347 (ред. от 21.12.2023) [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
10. Об утверждении Правил предоставления субсидий организациям лесопромышленного комплекса : Постановление Правительства РФ от 26.07.2023 № 1215 (ред. от 15.11.2024) [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
11. Росатомфлот. Итоги навигации по Северному морскому пути 2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://rosatomflot.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
12. Самаков Н. В. Противодействие антироссийским экономическим санкциям 2022–2023 гг. // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Социология. Политология. 2024. Т. 24, № 1. С. 113–119. DOI: 10.18500/1818-9601-2024-24-1-113-119.
13. АО «Российский экспортный центр». Поддержка морских контейнерных перевозок [Электронный ресурс]. URL: <https://www.exportcenter.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
14. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации : Федеральный закон от 22.06.2024 № 140-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2024. № 26 (ч. I). Ст. 3608.
15. Матыцина Н. П., Булгаков Д. А. Экономические санкции в отношении России: последствия и перспективы // Символ науки. 2023. № 7-1. С. 39–41.
16. Победин А. А., Федулов Д. В. Международные экономические санкции: структура и сценарии реализации // Вопросы управления. 2023. Т. 17, № 4 (83). С. 20–32.
17. Развитие кадрового потенциала транспортной отрасли : федеральный проект [Электронный ресурс]. URL: <https://www.consultant.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
18. Захаров Д. К., Каштанова Е. В., Лобачева А. С. Рынок труда России в условиях экономических санкций // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. 2023. Т. 12, № 4. С. 13–17. DOI: 10.12737/2305-7807-2023-12-4-13-17.
19. Правительство Российской Федерации. Поручения по развитию транспортной инфраструктуры [Электронный ресурс]. URL: <https://government.ru> (дата обращения: 15.01.2025).
20. Русавская А. В., Кузнецова Е. И. Финансовый суверенитет России в условиях экономических санкций // Вестник Университета мировых цивилизаций. 2024. Т. 15, № 3 (44). С. 115–119. DOI: 10.24412/2587-6236-2024-344-115-119.
21. Хасанов И. Ш. Развитие евразийской экономической дипломатии в условиях санкций // Вестник экономики, права и социологии. 2024. № 3. С. 327–330. DOI: 10.24412/1998-5533-2024-3-327-330.
22. Колоткина О. А. Влияние санкций на экономическую безопасность России // Бюллетень инновационных технологий. 2023. Т. 7, № 2 (26). С. 35–40.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ОРГАНИЗАЦИИ ТУРИСТСКИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК

Л.С. Шорохова, Н.А. Коваленко

Российский университет транспорта (МИИТ), Российская Федерация

Введение. Развитие туристских железнодорожных перевозок является одной из важных задач развития внутреннего и въездного туризма в Российской Федерации, особенно в части освоения малодоступных регионов и исторических маршрутов. [1]

Возрождению железнодорожного туризма в России способствовало эпидемиологические, а потом и политические ограничения. Если в 2020 году фактически функционировал лишь один туристский железнодорожный поезд («Рускеальский экспресс») и поезда премиум-сегмента для специализированного обслуживания, то в 2025 году количество туристских маршрутов составило 112.

Большинство туров, которые были реализованы в начале деятельности ООО «РЖД Тур» были переработаны или же вовсе были отменены. Это связано с тем, что часто туры организовывались на основании прогнозируемого размера прибыли, который достигается с учетом одного критерия - увеличение цены, что сказывается на покупательской способности и отказа населения от путешествия, и снижение затрат на организацию, что влияет на качество предоставленных услуг. Ориентация только на эти показатели и другие традиционные подходы организации пассажирских перевозок могут необъективно влиять на способы организации туристских железнодорожных перевозок, отличающиеся своей спецификой.

В рамках рассматриваемого исследования основной задачей является выявление факторов, которые влияют на выбор рационального способа железнодорожного туризма со стороны туристов и организатора.

Методы решения задачи. Методы, используемые при решении задач: сравнительный и системный анализ.

Анализ полученных результатов.

Факторы, которые необходимо учитывать организатору тура при выборе способа организации туристских железнодорожных перевозок.

Под рациональными способами организации туристских железнодорожных перевозок понимаются те, которые отвечают не только требованиям и параметрам характерным для пассажирских перевозок, но и технологическим особенностям железнодорожного туризма.

Основными факторы, которые необходимо учитывать при выборе рационального способа организации туристских железнодорожных перевозок:

1. Туристский потенциал регионов и локаций, которые в перспективе войдут в состав туристского маршрута.
2. Перевозочные возможности транспортной сети и перевозочных ресурсов.
3. Повышение точности планирования значительной доли доходов, получаемых от дополнительных услуг, предоставляемых другими участниками процесса от

различных видов деятельности - экскурсий, питания, проживания и т.д., на итоговую стоимость туристского железнодорожного продукта.

4. Нелинейная зависимость между спросом, качеством сервиса, ценовой политике и уровнем населенности поезда. Риск не полной населенности вагонов повышенной комфортности часто компенсируется увеличением цены тура, что влечет увеличение цены и снижает спрос на данный туристских продукт.

Учет данных факторов позволит увеличить качество принимаемых управленческих решений при организации туристских перевозок и выбрать тот способ перевозки, при котором возможно достичь максимальную прибыль.

При учете данных параметров возможно применение 4 различных способов организации: формирование полносоставного туристского поезда, туристского поезда с факультативными пассажирскими вагонами, пассажирского поезда с факультативными туристскими или же использование других видов транспорта. [2] При принятии решения о выборе способа стоит учитывать выявленные ранее факторы для того, чтобы достичь снижение затрат и рисков недополучения прибыли.

Варианты пакетов туристских услуг для туристов.

В период с 2020 по 2026 год наблюдается рост цены туров в среднем на 15-20%, что обусловлено повышением уровня инфляции, увеличением налога и ростом затрат на обслуживание. При этом произошел скачок в уровне предоставляемого сервиса – с проезда и минимального количества экскурсий до тура по системе «все включено».

Внедрение платформы «РЖД Путешествия» с возможностью покупки туров через приложение «РЖД Пассажирам» снизило временные издержки на поиск и бронирование путешествия.

При этом под словосочетанием «рациональный способ организации туристских перевозок» для путешественника подразумевается оптимальное сочетание трех параметров: экономическая доступность цены, временные затраты и качество сервиса, объединяющее в себе не только предоставление комфорта, но и широкую насыщенность программы.

В рамках исследования предлагается рассмотреть 4 варианта туристских пакетов услуг, которые могут быть реализованы в рамках туров: только железнодорожная перевозка, железнодорожная перевозка с включением питания, перевозка с возможностью покупки экскурсий, полный тур. Для различных групп населения выбор рационального способа путешествий с различным набором услуг должен быть основан с учетом предпочтений (рисунок 1).

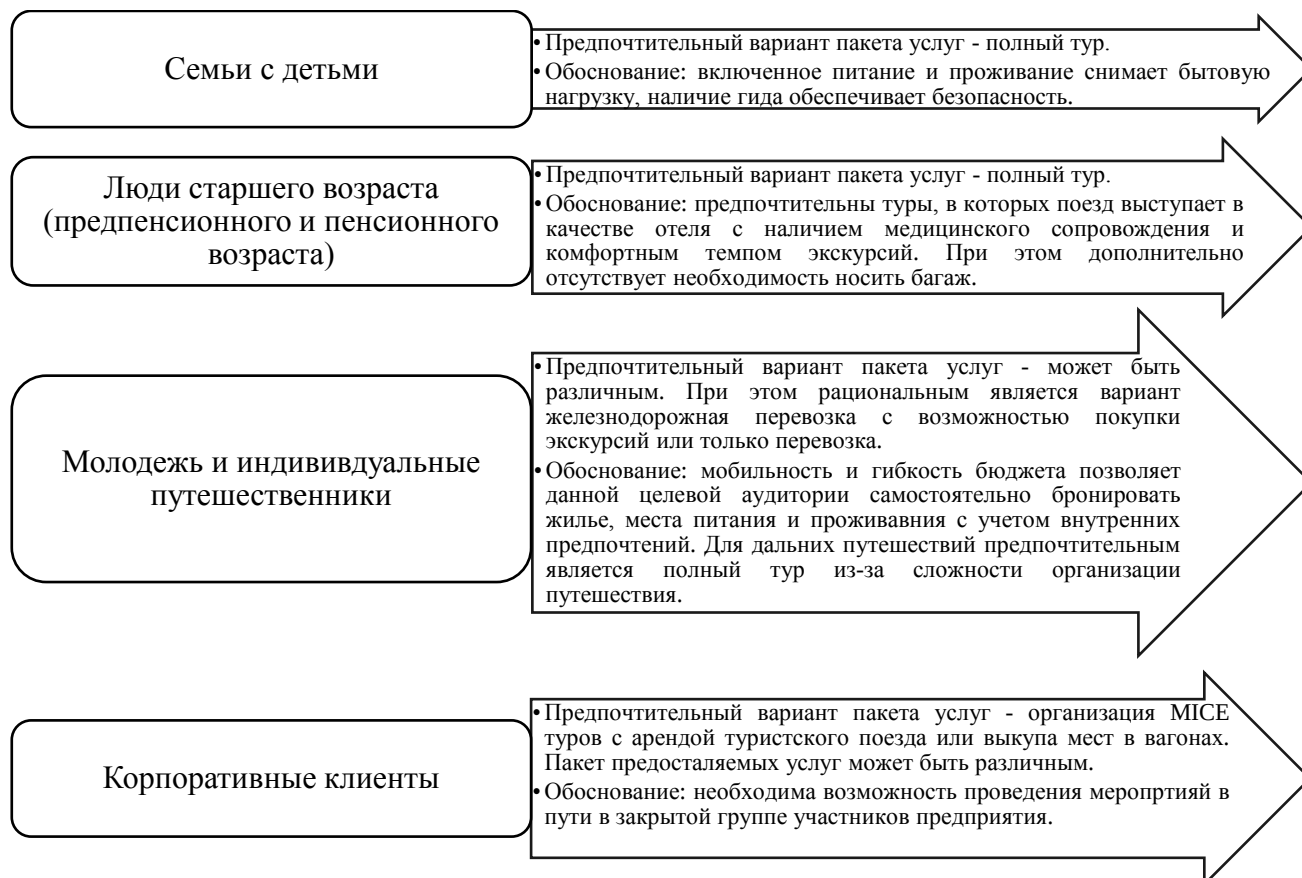


Рисунок 1 – Целевые аудитории, среди которых востребованы железнодорожные путешествия

Организованные туристские железнодорожные путешествия имеют преимущество в надежности исполнения, так как заблаговременно все детали согласовываются с участниками процесса. Туристские поезда имеют приоритет в графике движения поездов и гарантированную программу. Тогда, как при самостоятельном планировании туров возможны отмены экскурсий и сложности с возвратом средств. Для туристов данный вид перевозок стал альтернативой зарубежным поездками, что повысило требования к качеству сервиса.

Практическое приложение результатов. Данные, представленные в исследовании, могут быть использованы, как туристами. так и организаторами тура, с целью оценки востребованности со стороны целевой аудитории при планировании нового туристского маршрута и оценки рациональности выбора способа организации туристских железнодорожных перевозок.

Выводы. Туристские железнодорожные перевозки демонстрируют устойчивый рост. Однако при этом ежегодно увеличивается стоимость предоставляемых услуг, что вызывает снижение покупательской способности населения. Поэтому важным является вопрос выбора рационального способа организации туристских железнодорожных перевозок организатором тура и туристами. При этом данные участники процесса имеют разные цели.

Для большинства потребителей транспортных туристских услуг рациональным пакетом с набором услуг в рамках осуществления туристских железнодорожных перевозок является покупка полного тура с включением всех экскурсий и услуг и следование в специализированном туристском поезде. Это обусловлено тем, что скрытые издержки самостоятельного путешествия (время на планирование, риски

отмен, логистические сложности) превышают потенциальную финансовую экономию. Но при этом часто туристы ориентируются именно на конечную стоимость тура, которая складывается из различных параметров. Организатор тура заинтересован в максимизации прибыли при организации туристских перевозок и увеличению качества предоставляемого сервиса. Учет различных факторов при организации туристских перевозок будет способствовать не только повышению точности принимаемых управленческих решений, но и улучшению планирования перевозок, что напрямую скажется на стоимости тура.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2019 N 2129-р (ред. от 29.05.2025) «Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года».
2. Коваленко, Н. А. Особенности организации туристических маршрутов как одного из методов повышения эффективности использования подвижного состава / Н. А. Коваленко, Л. С. Шорохова // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2023. – Т. 26, № 3. – С. 66-77. – DOI 10.26467/2079-0619-2023-26-3-66-77.

УДК 685.5

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ: СТРАТЕГИЧЕСКИЕ АКЦЕНТЫ НА КУЗБАССЕ И ЭЛЬГИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

В.А. Бугров, Д.Ю. Гришкова

Сибирский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Введение. Уголь является одним из основных видов мировых энергоресурсов на данный момент, по сравнению с другими видами топлива, ввиду его значительных мировых запасов и большей доступности. Угольная промышленность занимает одну из важнейших позиций в российской экономике – обеспечивает население, энергетику, металлургию, химическое производство топливом. Россия находится на втором месте в мире по запасу угля. Она занимает лидирующие позиции в мире по производству и экспорту угля. Поэтому добыча угля в России – одна из основных сфер добывающей промышленности, развитию которой уделяют большое внимание. [2].

Российская экономика по-прежнему сильно зависит от угольной промышленности, которая обеспечивает энергетическую независимость и значительные валютные поступления за счет экспорта. В условиях существенных трансформаций в международных логистических системах, критически важно оценить способность ведущих угледобывающих регионов адаптироваться к новым реалиям. Кузнецкий угольный бассейн (Кузбасс), представляющий собой универсальную и масштабную сырьевую базу, и Эльгинское месторождение, являющееся узкоспециализированным, но стратегически значимым экспортным направлением в страны АТР, наглядно демонстрируют различные стратегии развития.

Основная часть. До 2022 г. российские горнодобывающие компании были экспортерами, поставляя каменный уголь прежде всего в страны ЕС, сейчас произошла переориентация на государства Азиатско-Тихоокеанского региона, которые используют каменный уголь для производства энергии. Расширение этих рынков за счет модернизации транспортной инфраструктуры и повышения эффективности производства может стать ценным источником дополнительных доходов. Угольная промышленность России производит уголь, который не только поставляется в Российскую Федерацию, но и идет на экспорт. [1]

Кузбасс и Эльгинское месторождение действительно являются двумя ключевыми и наиболее приоритетными активами для российского угольного экспорта, однако их приоритетность обусловлена разными, но взаимодополняющими стратегическими задачами. Эти два региона представляют собой два столпа, на которых держится экспортная стратегия России после кардинальной переориентации грузопотоков с западного на восточное направление.

Кузбасс, обеспечивающий около 60% всей добычи угля в стране, является фундаментом и основным «котельным» российской угольной отрасли. Его приоритетность определяется, в первую очередь, масштабом и экономической значимостью. Остановка или значительное сокращение экспорта из Кузбасса означала бы коллапс для всей отрасли, бюджетов разного уровня и социальной стабильности целого региона. Главная задача Кузбасса сегодня — осуществить масштабную и болезненную переориентацию огромных объемов угля, которые раньше поставлялись в Европу, на новые рынки Азиатско-Тихоокеанского региона. Именно под вывоз кузбасского угля ведутся все грандиозные инфраструктурные проекты по расширению пропускной способности Байкало-Амурской и Транссибирской магистралей. Таким образом, Кузбасс — это приоритет выживания и стабильности, требующий решения беспрецедентной логистической задачи.

В то же время Эльгинское месторождение представляет собой качественно иной, но не менее важный приоритет — стратегический и качественный. В отличие от универсального Кузбасса, Эльга является узкоспециализированным активом, крупнейшим в России источником высококачественного коксующегося угля с уникально низким содержанием серы и фосфора. Такой уголь является не просто топливом, а стратегическим сырьем для металлургии, позволяя производить высококачественные марки стали. Его приоритетность заключается в выходе на премиальный сегмент рынка и закреплении за Россией роли поставщика высокотехнологичного сырья, а не только массового энергетического угля. Эльга изначально создавалась для экспорта в страны АТР, и ее развитие, включая проекты вроде строительства второй ветки «Улак–Эльга», является прямой реализацией курса на укрепление экономических связей с Азией.

Для формирования понимания стратегических перспектив целесообразно провести сравнительный анализ технологических и качественных параметров углей Кузбасса и Эльги.

Анализ параметров, для формирования понимания стратегических перспектив Кузнецкого бассейна и Эльгинского месторождения, проведенный с использованием данных, представленных в таблице 1.

На основании результатов, представленных в таблице 1, можно отметить, что угли Эльгинского месторождения обладают исключительными качественными

параметрами для металлургии, что определяет их премиальный статус на мировом рынке. Кузбасс, в свою очередь, предлагает широкую линейку углей как для металлургической, так и для энергетической отрасли.

Таблица 1

Сравнительная качественная характеристика углей Эльгинского месторождения и Кузнецкого бассейна

Параметр	Эльгинское месторождение	Кузнецкий бассейн (Кузбасс)	Комментарий
1	2	3	4
Основной тип угля	Коксующийся	Коксующийся и энергетический	Эльга — узкий специалист. Кузбасс — универсал.
Содержание золы (A ^d)	Очень низкое: 8-10%	Широкий диапазон: 10-20% (для коксующихся марок)	Низкая зольность Эльги — ключевое преимущество. Меньше пустой породы — выше качество кокса.
Содержание серы (S ^d)	Очень низкое: 0,2-0,4%	Широкий диапазон: 0,3-0,6% (для коксующихся марок)	Низкое содержание серы у Эльги критически важно для производства высококачественной стали.
Содержание фосфора (P ^d)	Очень низкое: ~0,003%	~0,01-0,05%	Фосфор ухудшает свойства стали. Его сверхнизкое содержание в Эльгинском угле — это премиальный показатель.
Выход летучих веществ (V ^{daf})	~18-24%	Широкий диапазон: 15-45% в зависимости от марки	Эльгинский уголь попадает в оптимальный диапазон для образования прочного кокса.
Теплота сгорания (Q)	Очень высокая	Высокая, но варьируется	Высокая калорийность Эльги делает процесс коксования более эффективным.
Спекаемость (образование кокса)	Отличная	От хорошей до отличной (зависит от конкретного месторождения и пласта)	И Эльга, и лучшие коксующиеся марки Кузбасса (например, "Ж" - жирные) дают высокопрочный кокс.
Класс опасности	Склонен к самонагреванию	Зависит от марки, в целом более стабилен	Эльгинский уголь требует особых условий хранения и транспортировки, что увеличивает затраты.
Основное применение	Производство кокса для металлургии премиум-класса	Широкое: от металлургии до энергетики	Кузбасс закрывает все потребности, Эльга ориентирована на Китайский рынок.

В условиях трансформации мировой логистики и переориентации торговых потоков с западных рынков на восточные, проведение SWOT-анализа для ключевых активов российской угольной промышленности — Кузнецкого бассейна и Эльгинского месторождения — является неотъемлемой частью стратегического планирования. Данный анализ позволяет оценить сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы, что необходимо для более подробного детально проработки изучаемой темы. Данный анализ представлен в таблице 2 и в таблице 3.

Таблица 2

SWOT– анализ Кузнецкого угольного бассейна

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (Т)	Возможности (Е)	Угрозы (Р)
Крупнейшая сырьевая база России обеспечивающая примерно 60% добычи Диверсификация продукции(коксующийся и энергетический уголь) Развитая инфраструктура и глубокая интеграция в экономику региона. Гибкость и возможность перераспределения грузопотоков. Высокий уровень компетенций и концентрации производственных мощностей.	Критическая перегруженность логистики (БАМ, Транссиб) Высокие логистические издержки при перевозках на ДВ (Дальний Восток) Потеря традиционных европейских рынков сбыта Снижение рентабельности из-за роста тарифов и стоимости перенаправления грузов Значительная часть оборудования требует модернизации	Масштабное государственное финансирование развития Восточного полигона Рост спроса на энергетический уголь в развивающихся странах Азии Развитие глубокой переработки угля и углехимии Диверсификация экспортных маршрутов через новые портовые мощности	Риск невыполнения планов по расширению пропускной способности БАМ и Транссиба Ужесточение конкуренции с Индонезией и Австралией на рынке энергетического угля Глобальный тренд на декарбонизацию и снижения спроса на энергетический уголь Социальная напряженность в регионе в случае сокращения добычи

Таблица 3

SWOT– анализ Эльгинского месторождения

Сильные стороны (S)	Слабые стороны (Т)	Возможности (Е)	Угрозы (Р)
Уникальное качество угля (сверхнизкая сера и фосфор) Стратегическая ориентация на премиальный сегмент АТР. Специализация на высокомаржинальном коксующемся угле. Современная, специализированная логистическая ветка "Улак-Эльга" а также Тихоокеанская железная дорога. Активный рост добычи и инвестиции в развитие Наличие в перспективе собственного круглогодичного порта «Эльга»	Высокая стоимость логистики из-за удаленности. Полная зависимость от экспорта (отсутствие внутреннего рынка). Склонность угля к самонагреванию, требующая особых условий. Узкая продуктовая линейка (только коксующийся уголь) Высокая зависимость от пропускной способности БАМа	Закрепление за Россией статуса поставщика угля премиум-класса. Рост спроса на качественное металлургическое сырье в АТР. Диверсификация покупателей внутри АТР (Вьетнам, Индия) Использование экологических преимуществ (низкая сера) для маркетинга "зеленой" стали	Сильная зависимость от экономической конъюнктуры в Китае. Жесткая конкуренция с австралийскими углями на премиальном рынке

Анализ показывает, что Кузбасс и Эльгинское месторождение представляют собой два взаимодополняющих стратегических актива российской угольной отрасли, формирующих сбалансированную экспортную модель. Кузбасс, обеспечивающий около 60% добычи, выступает фундаментом отрасли, гарантируя масштаб и экономическую стабильность благодаря диверсификации продукции - как коксующихся, так и энергетических углей. В то же время Эльгинское месторождение выполняет роль стратегического прорыва, укрепляя позиции России в премиальном сегменте благодаря уникальному качеству угля со сверхнизким содержанием серы и фосфора.

Основным внешним вызовом для угольной отрасли России является усиление конкуренции в международной торговле углем, что связано со снижением спроса на уголь вследствие повышения энергоэффективности экономики основных стран-импортеров, а также с экологическими ограничениями, накладываемыми на использование угля, в сравнении с внедряемыми альтернативными энергоресурсами. Ключевым внутренним вызовом для российской угольной промышленности являются несовершенство межтопливной конкуренции и ограниченная конкурентоспособность угля по отношению к природному газу, а также рост издержек в угольной промышленности. Для достижения стратегических целей развития угольной промышленности и смягчения влияния негативных факторов требуется комплексное решение ряда задач, включая нижеследующие:

- принятие мер по росту производительности труда и снижению себестоимости добычи угля;

- развитие межтопливной конкуренции на внутреннем рынке России с учетом того, что экономическая мотивация в использовании угля достигается при соотношении цен на природный газ и энергетический уголь (в тоннах условного топлива), равном (3-3,5)/1;

- разработка системы государственного регулирования, обосновывающего реализацию проекта «Индустрия – 4.0» и программы «Цифровая экономика» в угольной промышленности России [3, 4, 5, 6];

- повышение эффективности использования угля в электроэнергетике на базе технологий газификации угля, использования псевдосжиженного слоя при атмосферном и повышенном давлении, сжигания угля в шлаковом расплаве или в виде водоугольных суспензий. Это уменьшит потери топлива от механического и химического недожогов, существенно снизит выбросы в атмосферу оксидов азота и серы. [7]

Заключение. Таким образом, устойчивое развитие угольного экспорта России требует сбалансированного подхода, сочетающего инвестиции в логистику, освоение новых рынков и переход к продукции с высокой добавленной стоимостью. Только параллельное развитие обоих активов позволит сохранить конкурентные позиции страны на мировом рынке - как в массовом, так и в премиальном сегментах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарипов Ф.Ф., Тимофеев О.А. Добыча и импорт угля в КНР в 2019 году: перспективы для российских экспортеров // Уголь. 2020. № 4. С. 68-71. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-68-71. Sharipov F.F., Timofeev O.A. Coal mining and import in China in 2019: prospects for Russian exporters. Ugol'. 2020;(4):68-71. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-4-68-71.

2. Грушина Н. В. АНАЛИЗ ЭКСПОРТА УГЛЯ В РОССИИ // Экономика и социум. 2015. №6-2 (19). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-eksporta-uglya-v-rossii>.
3. BP Statistical Review of World Energy June 2017 // bp.com/ statistical review, 2017. [Электронный ресурс] URL: www.bp.com3.
4. Глинина О.И. Угольная промышленность в России: 295 лет истории и новые возможности // Уголь. 2017. № 10. С. 4-11. [Электронный ресурс] URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102017.pdf3>.
5. Таразанов И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2016 года // Уголь. 2017. № 3. С. 36-50. [Электронный ресурс] URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/032017.pdf/>.
6. Плаkitкина Л.С., Плаkitкин Ю.А. Угольная промышленность мира и России. Анализ, тенденции и перспективы развития. М.: ИНЭИ РАН, 2017. 373 с.
7. Плаkitкина Л. С., Плаkitкин Ю. А. Новые сценарии развития экономики России: актуализированные прогнозы развития добычи угля в период до 2025 года // Уголь. 2018. №5 (1106). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/novye-stsenarii-razvitiya-ekonomiki-rossii-aktualizirovannye-prognozy-razvitiya-dobychi-uglya-v-period-do-2025-goda>.
8. Петров Н. Е. ПЕРСПЕКТИВЫ РОССИЙСКОГО УГОЛЬНОГО ЭКСПОРТА НА РЫНОК АТР В 2021-2024 ГГ // Уголь. 2021. №6 (1143). [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-rossiyskogo-ugolnogo-eksporta-na-rynok-atr-v-2021-2024-gg>.

УДК 331.5:656.2

АНАЛИЗ ДЕФИЦИТА КАДРОВ РАБОЧИХ ПРОФЕССИЙ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

О.В. Тарасова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Современный этап развития железнодорожного транспорта России характеризуется высокой интенсивностью перевозочного процесса, внедрением цифровых технологий и увеличением требований к безопасности движения. В этих условиях ключевым фактором, определяющим стабильность функционирования отрасли, становится кадровый потенциал, в частности, обеспеченность квалифицированными рабочими кадрами. Дефицит специалистов массовых профессий - таких как монтеры пути, электромеханики, составители поездов, машинисты и их помощники - является одной из наиболее острых проблем, стоящих перед железнодорожными предприятиями.

Актуальность исследования обусловлена нарастающим дисбалансом между потребностью в рабочих кадрах и их фактическим наличием на фоне демографических вызовов, оттока персонала в другие отрасли и изменения структуры трудовых ресурсов в регионах присутствия железных дорог. Кадровый голод ведет к росту интенсивности труда существующих работников, увеличению сверхурочных часов и, как следствие, к физическому и эмоциональному износу персонала. Данные факторы напрямую влияют на эксплуатационную работу: возрастают риски нарушений безопасности, снижается скорость обработки составов, ухудшается качество текущего содержания инфраструктуры.

В связи с этим целью настоящей работы является анализ причин и масштабов дефицита рабочих кадров на железнодорожном транспорте, а также оценка его влияния на ключевые эксплуатационные показатели (участковая скорость, оборот вагона, производительность труда). В рамках исследования предполагается выявить зависимость между укомплектованностью штата рабочих профессий и эффективностью перевозочного процесса, а также наметить пути смягчения негативных последствий кадрового дефицита для обеспечения бесперебойной работы железнодорожного комплекса.

Методы решения задачи. Для достижения поставленной цели в работе использован комплекс методов научного исследования:

1. Статистический анализ – применен для обработки количественных данных о динамике численности персонала, количестве отставленных от движения поездов и показателях грузооборота. Источниками данных послужили открытые отчетные формы ОАО «РЖД» (форма 9г-8), отраслевые статистические сборники и аналитические обзоры экспертных агентств.

2. Сравнительный анализ – использован для сопоставления кадровой ситуации на различных полигонах сети (Восточный полигон, центральные регионы) и в разных профессиональных группах (локомотивные бригады, работники инфраструктуры).

3. Метод экспертных оценок – заключался в анализе и обобщении мнений руководителей ОАО «РЖД», представителей профсоюзных организаций и независимых отраслевых экспертов, опубликованных в профильных изданиях («Коммерсантъ», «РЖД-Партнер»).

4. Системный подход – позволил рассмотреть кадровый дефицит не как изолированную проблему кадровых служб, а как фактор, влияющий на всю производственную цепочку перевозочного процесса, и выявить причинно-следственные связи между укомплектованностью штата и эксплуатационными показателями.

Анализ полученных результатов. Проведенный анализ позволяет констатировать, что проблема дефицита рабочих кадров на сети ОАО «РЖД» приобрела хронический характер. Согласно официальным данным, общая укомплектованность штата локомотивных бригад составляет 97–97,5%, при этом абсолютная численность недостающих работников оценивается примерно в 3 тыс. машинистов и их помощников. Особую остроту проблема приобретает на Восточном полигоне, где при требуемой численности машинистов в 120,5 тыс. человек фактическая численность составляет около 118 тыс., а на отдельных дистанциях дефицит достигает 5–7% [1].

Анализ причин кадрового дефицита выявил комплекс факторов:

- Организационные: непрогнозируемый график работы, неоплачиваемое время ожидания смены, сокращение времени междусменного отдыха (с 25 до 16 часов), что приводит к профессиональному выгоранию [2].

- Экономические: высокая конкуренция на рынке труда; заработная плата машинистов с переработками (около 100 тыс. рублей) является средней по рынку, при этом условия труда в других отраслях (например, в службах доставки) более прогнозируемы [2].

- Демографические: старение кадров, недостаточно быстрая замена пенсионеров молодыми специалистами.

Наиболее остро кадровая проблема проявляется на Восточном полигоне, где в последние годы наблюдается устойчивый рост грузопотока. В ответ на этот вызов ОАО «РЖД» реализует комплекс мер по наращиванию численности локомотивных бригад в регионе. Динамика этого процесса представлена в таблице 1.

Таблица 1

Динамика объемов перевозок и численности локомотивных бригад на Дальневосточной железной дороге

Год	Объем перевозок, % к 2020 году	Численность локомотивных бригад, % к 2020 году
2020	100	100
2021	102	104
2022	104	109
2023	106	114
2024	107	117
2025	108,2	118,5

Источник: составлено автором по данным [3, 4, 6]

За последние пять лет на Дальневосточной железной дороге численность локомотивных бригад выросла на 18,5%, что опережает темпы увеличения объема перевозок, составившие 8,2%. Такой результат был достигнут благодаря внедрению пилотного проекта, предусматривающего передачу полномочий по найму персонала на уровень линейных подразделений. Это позволило сократить срок введения новых штатных единиц с семи до трех дней [3].

Тем не менее, даже с учетом положительных сдвигов на Восточном полигоне, общая ситуация с кадрами на сети железных дорог остается сложной. Рост численности бригад в восточных регионах не компенсирует системный дефицит кадров, обусловленный высоким уровнем текучести и профессионального выгорания. Более того, переток квалифицированных специалистов на Восточный полигон может усугублять кадровый голод на других направлениях сети. Ключевым результатом исследования стало выявление прямой корреляции между кадровым дефицитом и ухудшением эксплуатационных показателей. Наиболее наглядным индикатором является динамика количества поездов, отставленных от движения по причине отсутствия локомотивных бригад (код причины 23).

Таблица 2

Динамика количества поездов, отставленных от движения из-за отсутствия локомотивных бригад в 2023–2024 гг.

Период	Среднесуточное количество поездов, ед.	Темп роста к аналогичному периоду прошлого года, раз
Январь-сентябрь 2023 г.	24*	–
Январь-сентябрь 2024 г.	83*	3,5 [5]
III квартал 2024 г.	173*	3,7 [5]
Август-сентябрь 2024 г.	>200	>4,0 [5]

*Примечание: * – рассчитано автором на основе данных источника [5]

Данная динамика подтверждает трансформацию кадрового вопроса из локальной проблемы в фактор, дестабилизирующий работу всей сети железных дорог.

Рост числа брошенных поездов оказывает мультипликативное негативное воздействие на эксплуатационные показатели. Наблюдается увеличение оборота вагона, замедление продвижения вагонопотоков и накопление порожних вагонов, объем которых к декабрю 2024 года достиг 300 тыс. единиц (20% рабочего парка) [7].

Накопление порожних вагонов и рост числа брошенных поездов влекут за собой не только технологические сбои, но и прямые экономические потери для участников перевозочного процесса. Согласно данным Института проблем естественных монополий (ИПЕМ), к августу 2025 года стоимость отстоя грузовых вагонов на путях общего пользования достигла 23–24 тыс. рублей в месяц (около 770–800 рублей в сутки), увеличившись в 2,5 раза по сравнению с началом года. При объеме скопления порожних вагонов в 300 тыс. единиц (по данным на декабрь 2024 г.) ежемесячные совокупные расходы собственников подвижного состава на «парковку» неэксплуатируемого парка оцениваются в 6,9–7,2 млрд рублей.

Однако прямые затраты на отстой – лишь вершина айсберга. Замедление оборота вагона приводит к «заморозке» оборотного капитала операторских компаний. Как отмечают эксперты, в условиях падения доходных ставок (например, аренда типовых полувагонов в августе 2025 года снизилась на 25–30%) операторы вынуждены либо использовать подвижной состав с нулевой рентабельностью, либо нести убытки от простоя. По оценке заместителя генерального директора ИПЕМ Владимира Савчука, многие компании сегодня работают не столько ради прибыли, сколько для минимизации убытков, поскольку отстой вагонов обходится дороже, чем их эксплуатация даже по низким ставкам.

Не менее существенны потери грузоотправителей. Как свидетельствует практика промышленных предприятий, например комбината «Ураласбест», увеличение оборота вагона в 2–2,5 раза от планового уровня приводит к росту логистических издержек, которые в конечном счете закладываются в цену продукции. Если ранее доставка щебня из Свердловской области на север УрФО занимала 10–12 суток, то сегодня этот срок может достигать месяца, что прямо влияет на себестоимость тонны груза.

Кроме того, дефицит локомотивных бригад усугубляет проблему избыточного парка, о которой в феврале 2025 года заявил заместитель главы РЖД Михаил Глазков: на сети находится около 400 тыс. «лишних» вагонов (почти 30% всего парка), которые занимают инфраструктуру и затрудняют продвижение груженных составов. Недостаток тяги не позволяет своевременно вывозить даже имеющиеся грузы, что создает замкнутый круг: порожние вагоны не уходят, груженные не приходят, а операторы несут убытки.

Таким образом, совокупный экономический ущерб от кадрового дефицита складывается из трех компонентов:

1. Прямые расходы операторов на отстой вагонов (до 7 млрд руб./мес.);
2. Потери грузоотправителей от роста логистических издержек и срыва контрактных обязательств;

3. Недополученные доходы ОАО «РЖД» от снижения погрузки (в 2024 году падение составило 4,1%, или 50,8 млн тонн) и неэффективного использования локомотивного парка.

По оценкам специалистов, данная ситуация обусловлена как инфраструктурными ограничениями, так и критическим дефицитом локомотивных бригад, необходимых для вывоза порожних составов, что ведет к «закупорке» инфраструктуры. Как отмечает президент НИЦ перевозок и инфраструктуры П. Иванкин, недостаток локомотивной тяги и кадровый голод входят в число основных причин ухудшения качества эксплуатационной работы на сети наряду с ограничениями пропускной способности [5].

В ответ на обострение кадровой ситуации ОАО «РЖД» реализует комплекс мер материального стимулирования. С 1 ноября 2024 года часовые тарифные ставки машинистов и помощников машинистов Дирекции тяги были повышены на 20%. Размер компенсации найма жилья для работников локомотивных бригад увеличен с 70% до 100% рыночной стоимости. Стипендия для обучающихся на помощника машиниста повышена на 25% с 1 ноября 2024 года и еще на 16% с 1 января 2025 года. При приеме на работу машинистов и помощников машинистов выплачиваются подъемные в размере 150 тыс. рублей. Данные меры уже дали определенный эффект: за полтора месяца численность работников локомотивных бригад увеличилась более чем на 1 тыс. человек.

Практическое приложение результатов. Полученные результаты могут быть использованы в следующих практических целях:

1. Для оперативного планирования работы линейных предприятий. Выявленные зависимости позволяют прогнозировать риски сбоев в графике движения при определенном уровне неукomплектованности штата конкретного депо или дистанции пути. Это дает возможность заблаговременно перераспределять нагрузку или корректировать план формирования поездов.

2. Для корректировки кадровой политики ОАО «РЖД». Результаты анализа причин оттока кадров (условия труда, график работы) обосновывают необходимость смещения акцента с исключительно денежной мотивации на улучшение организации труда (обеспечение прогнозируемого графика, полноценного отдыха).

3. При разработке программ профессиональной подготовки. Сведения о структуре нехватки кадров целесообразно применять при планировании контрольных цифр приема в профильные вузы и колледжи, а также для обновления учебных планов программ переподготовки.

В части нормирования труда итоги исследования позволяют обосновать необходимость корректировки нормативов численности локомотивных бригад применительно к участкам с высокой интенсивностью движения (например, Восточный полигон).

Выводы

1. В отрасли зафиксирован хронический дефицит рабочих кадров, наиболее выраженный на Восточном полигоне и среди локомотивных бригад. Причинами стали тяжелые условия занятости, неконкурентоспособный уровень оплаты и демографические проблемы.

2. Подтверждено влияние кадрового голода на эксплуатацию: трехкратный рост числа брошенных поездов, увеличение сроков оборота вагона и затоваривание сети порожняком напрямую связаны с нехваткой машинистов, их помощников и составителей.

3. Денежные стимулы (рост тарифов на 20%, подъемные и компенсации жилья) приносят лишь временный результат. Краткосрочный прирост персонала (тысяча человек за полтора месяца) не компенсирует системный провал.

4. Стратегия преодоления кризиса должна быть комплексной: повышение зарплат необходимо дополнить реформой условий труда — переходом к прогнозируемым графикам, сокращением неоплачиваемых простоев и гарантированным отдыхом между сменами.

5. Дальнейшие научные изыскания стоит направить на создание методик расчета потребности в персонале с учетом сезонных и пиковых нагрузок, а также на разработку экономических моделей для оценки эффективности кадровых программ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РЖД: в настоящее время донабор требуется по профессиям, связанным с эксплуатацией и содержанием инфраструктуры // РЖД-Партнер: [Электронный ресурс]. – 2025. – 29 августа. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/news/rzhd-v-nastoyashchee-vremya-donabor-trebuetsya-po-professiyam-svyazannym-s-ekspluatatsiey-i-soderzha/> (дата обращения: 01.03.2026).
2. Скорлыгина Н. Поездам не хватает движущей силы. Из-за отсутствия локомотивных бригад растет простой / Н. Скорлыгина // Коммерсантъ: [Электронный ресурс]. – 2024. – 27 ноября. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7329418> (дата обращения: 01.03.2026).
3. Кадры | В Дирекции тяги (ЦТ) реализуется пилотный проект по делегированию начальнику Дальневосточной дирекции тяги полномочий на внесение изменений в штатные расписания эксплуатационных локомотивных депо в рамках выполнения программы «Дальневосточная дорога – полигон опережающего развития» // ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»: [Электронный ресурс]. – 2025. – 10 декабря. – URL: <http://xn--90aroot.xn--plai/news/> (дата обращения: 02.03.2026).
4. Рост грузооборота на Восточном полигоне достиг исторически рекордных показателей // АБН24: [Электронный ресурс]. – 2025. – 14 мая. – URL: <https://abnews.ru/news/2025/5/14/rost-gruzooborota-na-vostochnom-poligone-dostig-istoricheskii-rekordnykh-pokazatelej> (дата обращения: 02.03.2026).
5. Иванкин П. Накопленный эффект достиг критических значений: реформа системы управления ж/д нужна незамедлительно / П. Иванкин // РЖД-Партнер: [Электронный ресурс]. – 2024. – 23 декабря. – URL: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/opinions/nakoplennyy-effekt-dostig-kriticheskikh-znacheniy-reforma-sistemy-upravleniya-zh-d-nuzhna-nezamedlit/> (дата обращения: 01.03.2026).
6. Зубов А. Полигон наращивает силы / А. Зубов // ПКБ ЦТ ОАО «РЖД»: [Электронный ресурс]. – 2025. – 10 декабря. – URL: http://xn--90aroot.xn--plai/news/poligon_narashivaet_silyi/ (дата обращения: 02.03.2026).
7. Итоги года: Железным дорогам не везет с погрузкой // АО «Новая перевозочная компания»: [Электронный ресурс]. – 2024. – 27 декабря. – URL: <https://www.npktrans.ru/media/novosti/itogi-goda-zheleznyy-dorogam-ne-vezet-s-pogruzkoj/> (дата обращения: 01.03.2026).
8. Москвичев О. В. Многокритериальный подход к оценке эффективности внедрения цифровых технологий в работу грузовых железнодорожных станций / О. В. Москвичев, Е. Е. Москвичева, А. А. Грузд // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2025. – № 2 (74). – С. 55-62.

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КАДРОВОГО РЕЗЕРВА В ОАО «РЖД»: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ЦИФРОВЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

О.В. Тарасова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. В условиях кадрового дефицита, обострившегося в 2024-2025 годах на фоне рекордно низкого уровня безработицы (2,4%), вопросы удержания и развития квалифицированных специалистов приобретают критическое значение для обеспечения устойчивости перевозочного процесса и безопасности движения.

В ОАО «РЖД» исторически сложилась многоуровневая система работы с кадровым резервом. Особое внимание уделяется развитию талантов среди молодых работников: по данным компании, в 2024 году в молодежных мероприятиях приняли участие более 200 тыс. человек, что составляет порядка 58% молодых сотрудников, а доля руководителей в возрасте до 35 лет достигла 27,3%. Вместе с тем современные вызовы требуют пересмотра традиционных подходов к формированию резерва, внедрения цифровых инструментов оценки и развития, а также интеграции с системой единых корпоративных требований к персоналу.

Цифровая трансформация HR-процессов в ОАО «РЖД» создает новые возможности для управления кадровым резервом. Внедрение платформы «Рабочее место руководителя», модуля «HR-аналитика», системы единых корпоративных требований (ЕКТ) позволяет перейти от субъективных методов отбора к объективной оценке компетенций и потенциала сотрудников. По состоянию на конец 2025 года платформой «Рабочее место руководителя» пользуются более 10 тыс. руководителей по всей сети железных дорог, а модуль «HR-аналитика», позволяющий отслеживать состояние кадрового резерва в режиме онлайн, доступен свыше 7 тыс. пользователей.

Целью данной статьи является анализ современных подходов к формированию и развитию кадрового резерва в ОАО «РЖД» и исследование цифровых инструментов, применяемых для повышения эффективности работы с резервом. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: рассмотреть структуру кадрового резерва в компании; проанализировать критерии отбора и оценки кандидатов в резерв; исследовать цифровые платформы и сервисы, используемые для управления резервом; оценить эффективность существующей системы и выявить направления ее совершенствования.

Методы решения задачи. В ходе исследования были проанализированы функциональные возможности цифровых инструментов, используемых в работе с резервом: Инфо-системы управления персоналом (ИСУП), модуля «HR-аналитика» на платформе «Рабочее место руководителя», Сервисного портала работника (сервис «Карьерный навигатор»), а также системы дистанционного обучения Корпоративного университета РЖД [1; 3; 7; 8].

Эмпирическую базу составили статистические данные о внедрении цифровых HR-сервисов в ОАО «РЖД», опубликованные в открытых источниках и корпоративных изданиях компании: количество пользователей платформы «Рабочее место руководителя» (более 10 тыс. руководителей), модуля «HR-аналитика» (свыше 7 тыс. пользователей), данные о масштабах обучения резервистов в Корпоративном университете (более 1000 слушателей ежегодно) [3; 7; 10]. Для оценки эффективности существующей системы применялись методы сравнительного анализа и обобщения практик работы с кадровым резервом в структурных подразделениях компании.

Анализ полученных результатов. Проведенное исследование показало, что в ОАО «РЖД» сформирована многоуровневая система работы с кадровым резервом, базирующаяся на утвержденном Положении № 2780/р и охватывающая все этапы: от формирования перечней целевых должностей до развития и назначения резервистов [1]. Ключевым элементом системы выступает разделение резерва на три вида в зависимости от уровня должностей, на которые осуществляется подготовка: базовый, корпоративный и стратегический резерв.

В таблице 1 систематизированы требования к кандидатам в различные виды кадрового резерва на основе анализа Положения № 2780/р [1].

Таблица 1

Требования к кандидатам в кадровый резерв ОАО «РЖД»

Требование	Базовый резерв	Корпоративный резерв
1	2	3
Образование	Высшее	Высшее
Стаж в текущей должности при первом зачислении	Не менее 1 года	Не менее 1 года
Рекомендуемый стаж на управленческих должностях	Не указан	Не менее 3 лет
Уровень развития корпоративных компетенций	Не ниже 1,3 балла (ассесмент-центр или дистанционные инструменты)	Не ниже 1,5 балла (ассесмент-центр)
Выполнение КРІ	Не указано	Стабильное
Готовность к работе с секретными сведениями	Не указана	Требуется
Рейтинг обучения в Корпоративном университете	Не указан	Более 52 баллов (при наличии)
Возраст (для мужчин) при формировании на 2025+ годы	Как правило, до 60 лет	Как правило, до 60 лет
Возраст (для женщин) при формировании на 2025+ годы	Как правило, до 55 лет	Как правило, до 55 лет

Ключевой особенностью современной системы управления кадровым резервом в ОАО «РЖД» является ее глубокая цифровизация. Компания создала единую ИТ-экосистему управления персоналом, которая в октябре 2025 года была удостоена диплома II степени премии «Хрустальная пирамида» в номинации «Лучшая digital-среда в HR» [6]. Как отметил начальник Департамента управления персоналом РЖД Евгений Браулов, Сервисный портал работника вырос в крупнейшую корпоративную ИТ-платформу в России, став внутренним аналогом «Госуслуг» [6].

Количественные показатели внедрения цифровых HR-сервисов в ОАО «РЖД» свидетельствуют о масштабной трансформации кадровых процессов (таблица 2).

Таблица 2

Ключевые показатели цифровизации HR-процессов в ОАО «РЖД» (2025 г.)

Показатель	Значение	Источник
Пользователи Сервисного портала работника	более 640 тыс. чел.	[6]
Пользователи платформы «Рабочее место руководителя»	более 10 тыс. руководителей	[9]
Пользователи модуля «HR-аналитика»	свыше 7 тыс. пользователей	[2]
Количество показателей в системе анализа	более 270 тыс. показателей	[2]
Количество интегрированных систем-источников	более 45 систем	[2]
Количество отчетных форм	более 275 форм	[2]
Количество структурных подразделений с доступом	30 подразделений	[2]

Анализ архитектуры цифровых инструментов позволил выявить их функциональные возможности для управления кадровым резервом (таблица 3).

Особого внимания заслуживает масштаб внедрения аналитических систем. Как следует из данных ГК «КОРУС Консалтинг», в ОАО «РЖД» создана система анализа ключевых показателей, интегрированная с более чем 45 системами-источниками, которая собирает и обрабатывает более 270 тысяч показателей и включает более 275 отчетных форм для 30 структурных подразделений [2]. Модуль «HR-аналитика» предоставляет готовые показатели по кадровому портрету сотрудников, отклонениям от плана, работе с кадровым резервом и движению персонала [2; 9].

Таблица 3

Цифровые инструменты управления кадровым резервом в ОАО «РЖД»

Инструмент	Функционал в работе с резервом	Нормативное основание
1	2	3
Инфо-система управления персоналом (ИСУП)	Формирование, согласование и утверждение кадрового резерва	Пункт 8 Положения [1]
Сервисный портал работника (сервис «Карьерный навигатор»)	Самовыдвижение кандидатов в кадровый резерв	Подпункт 1 пункта 38 Положения [1]
Платформа «Рабочее место руководителя» с модулем «HR-аналитика»	Отслеживание состояния кадрового резерва в онлайн-режиме, оценка компетенций	[2; 9]
Автоматизированные системы ОАО «РЖД»	Уведомление, получение согласий и заявлений работников	Пункт 9 Положения [1]

Особый интерес для анализа представляет опыт формирования кадрового резерва в АО «РЖД-Медицина» (дочернем обществе ОАО «РЖД»). В 2025 году проект по созданию кадрового резерва «РЖД-Медицины» вошел в топ-100 форума «Сильные идеи для нового времени», проводимого Агентством стратегических инициатив и Фондом Росконгресс [7].

Ключевые характеристики системы кадрового резерва в «РЖД-Медицине»:

- **Доступность:** в резерв может вступить любой сотрудник, получив рекомендации или путем самовыдвижения [7].

- Индивидуализация развития: на основе специальной системы оценок создается профиль управленца, для каждого разрабатываются индивидуальные треки, включающие различные образовательные модули и программы в партнерстве с крупнейшими вузами страны, прежде всего с РАНХиГС [7].

- Карьерная траектория: пройдя обучение в кадровом резерве, работник движется по четкой траектории развития: после первого этапа подготовки - заведующий отделением, затем следующий уровень - заместитель главного врача, далее - директор учреждения [7].

Наиболее показательны результаты внедрения системы (таблица 4).

Таблица 4

Эффективность системы кадрового резерва в АО «РЖД-Медицина»

Показатель	2018 г.	2024 г.	Динамика
Доля назначений на руководящие должности из собственного кадрового резерва	20%	86%	Рост в 4,3 раза
Сменяемость руководителей учреждений	база	база	Снижение в 2 раза
Численность управленческого кадрового резерва	база	более 500 профессионалов	база

Как отмечает директор ОАО «РЖД» по медицине - генеральный директор АО «РЖД-Медицина» Елена Жидкова, «сегодня управленческий кадровый резерв компании - это более пятисот профессионалов, которые в любой момент могут занять руководящие позиции в любом медицинском учреждении» [7].

Данный опыт представляет особую ценность, поскольку демонстрирует эффективность принципов, заложенных в Положении о кадровом резерве ОАО «РЖД», на примере конкретного дочернего общества с измеримыми результатами.

Развитие резервистов в ОАО «РЖД» реализуется через многоступенчатую систему обучения в Корпоративном университете РЖД. Пункт 46 Положения [1] устанавливает четкую взаимосвязь между видом резерва и программами обучения: I ступень – для базового резерва, II ступень – для корпоративного резерва, III ступень – для кандидатов в стратегический резерв.

Практическая реализация программ обучения подтверждается конкретными примерами. В июне 2025 года в Корпоративном университете РЖД завершилось обучение второго потока программы «Развитие функционального кадрового резерва транспортно-логистического блока» [4]. Программа была реализована совместно с Центром фирменного транспортного обслуживания ОАО «РЖД» (ЦФТО) и охватила 39 руководителей различных подразделений компании и дочерних обществ, включая ЦФТО, Центральную дирекцию по управлению терминально-складским комплексом, АО «РЖД Бизнес Актив» и Федеральную грузовую компанию [4].

Структура обучения включала три модуля:

- Первый модуль (Владивосток) - стратегия развития грузовых перевозок, маркетинг, клиентский сервис, стажировки на объектах транспортной инфраструктуры Дальнего Востока.

- Второй модуль (Москва) - цифровая трансформация, коммуникации, управление изменениями, форсайт-проектирование, проектные лаборатории.

- Третий модуль (Москва) - лидерство, командная эффективность, развитие эмоционального интеллекта [4].

Итогом обучения стала защита командных проектов перед экспертной комиссией, в состав которой вошли заместитель генерального директора ОАО «РЖД» Дмитрий Мурев, начальник Департамента управления персоналом Евгений Браулов, директор Корпоративного университета РЖД Роман Баскин [4].

Тематика проектов включала несколько направлений:

- «Новые методы управления порожними вагонопотоками»;
- «Принятие технологических, нормативных, экономических мер по ускорению выгрузки»;
- «Поиск дополнительных объёмов» [4].

Победивший проект команды Артема Белашова предложил создать электронную площадку для систематизации размещения избыточного парка - цифровую систему с информацией о возможностях размещения вагонов на путях необщего пользования [4]. Проект команды Игоря Громова «Грузовой ритм» был направлен на ускорение выгрузки сырьевой и импортной продукции, причем технология прямой подачи вагонов уже апробируется на полигоне Свердловской и Южно-Уральской железных дорог [4].

Как отметил директор Корпоративного университета РЖД Роман Баскин, «команда Корпоративного университета РЖД разрабатывает и осуществляет образовательные программы, которые формируют не просто функциональный кадровый резерв, а руководителей, способных выйти за рамки рутины, видеть за цифрами реальные бизнес-процессы и внедрять изменения» [4].

Практическое приложение результатов

Результаты проведенного исследования могут быть использованы при совершенствовании системы управления кадровым резервом в структурных подразделениях ОАО «РЖД», а также в других крупных компаниях. На основе анализа нормативной базы, цифровых инструментов и успешных практик (опыт «РЖД-Медицины», программы Корпоративного университета) представляется целесообразным:

1. Тиражирование успешного опыта дочерних обществ. Показатели «РЖД-Медицины» (рост доли внутренних назначений с 20% до 86%, снижение сменяемости руководителей в 2 раза) [7] демонстрируют высокую эффективность системной работы с резервом. Рекомендуются провести анализ возможности применения аналогичных подходов в других дочерних обществах и филиалах.

2. Развитие проектного подхода в обучении резервистов. Опыт программы функционального кадрового резерва транспортно-логистического блока показывает, что командные проекты, ориентированные на решение реальных бизнес-задач, не только развивают компетенции, но и создают конкретные решения, готовые к внедрению [4]. Целесообразно расширить применение проектного метода во всех программах развития резерва.

3. Интеграция предиктивной аналитики в управление резервом. Накопленные в системе более 270 тыс. показателей [2] создают основу для прогнозирования потребности в руководителях различного уровня с использованием методов машинного обучения. Рекомендуются разработать модель прогнозирования кадровых

потребностей с учетом планов выхода на пенсию, текучести и стратегических проектов развития.

4. Развитие системы наставничества с цифровым сопровождением. Пункт 47 Положения [1] предусматривает стажировки на целевых позициях. Целесообразно дополнить этот механизм цифровой фиксацией результатов стажировки в профиле резервиста и интеграцией с системой оценки компетенций.

5. Внедрение системы КРІ для оценки эффективности работы с резервом. На основе анализа успешных практик предлагается система показателей (таблица 5).

Таблица 5

Предлагаемые показатели эффективности системы кадрового резерва

Группа показателей	Показатель	Целевое значение
Результативность	Доля вакансий, замещенных из резерва	Не менее 80%
	Средний срок нахождения в резерве до назначения	Не более 3 лет
Качество подготовки	Доля резервистов, успешно прошедших обучение	Не менее 90%
	Соответствие компетенций целевой должности	Не ниже 1,5 балла
Удовлетворенность	Удовлетворенность резервистов качеством подготовки	Не менее 4,5 баллов
	Доля отказавшихся от пребывания в резерве	Не более 5%

Выводы. Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие основные выводы:

1. Компания создала уникальную цифровую инфраструктуру управления персоналом, признанную на отраслевом уровне. ИТ-экосистема РЖД удостоена диплома II степени премии «Хрустальная пирамида – 2025» в номинации «Лучшая digital-среда в HR» [6]. Сервисный портал работника (более 640 тыс. пользователей) стал внутренним аналогом «Госуслуг», платформа «Рабочее место руководителя» (более 10 тыс. пользователей) и модуль «HR-аналитика» обеспечивают онлайн-доступ к данным о состоянии резерва [2; 6; 9]. Система интегрирована с более чем 45 источниками и обрабатывает свыше 270 тыс. показателей [2].

2. Практика дочерних обществ подтверждает эффективность системного подхода к формированию резерва. В АО «РЖД-Медицина» доля назначений на руководящие должности из собственного кадрового резерва выросла с 20% в 2018 году до 86% в 2024 году, при одновременном снижении сменяемости руководителей в 2 раза [7]. Управленческий резерв компании насчитывает более 500 профессионалов [7].

3. Корпоративный университет РЖД реализует многоступенчатую систему развития резервистов с применением проектного подхода. Программы I-III ступеней обеспечивают последовательное развитие компетенций, а командные проекты слушателей ориентированы на решение реальных бизнес-задач и готовы к внедрению [4]. Программа функционального кадрового резерва транспортно-логистического блока (39 руководителей) продемонстрировала высокую эффективность такого подхода.

4. Направлениями дальнейшего совершенствования системы являются: тиражирование успешного опыта дочерних обществ; развитие проектного подхода в обучении; внедрение предиктивной аналитики для прогнозирования потребности в резерве; совершенствование системы наставничества с цифровым сопровождением; разработка системы КРІ для оценки эффективности работы с резервом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении Положения о кадровом резерве ОАО «РЖД»: распоряжение ОАО «РЖД» от 26 октября 2022 г. № 2780/р. - Текст: электронный // ОАО «РЖД». - 2022. - 26 октября. - URL: (документ предоставлен автором).
2. Создание системы анализа, контроля и мониторинга ОАО «РЖД». - Текст: электронный // WORKSPACE: [Электронный ресурс]. 2025. - 11 декабря. - URL: <https://workspace.ru/cases/sozдание-sistemy-analiza-kontrolya-i-monitoringa-oao-rzhd/> (дата обращения: 06.03.2026).
3. Винникова, А. З. Анализ системы управления персоналом ОАО «Российские железные дороги» / А. З. Винникова. - Текст: электронный // Научные записки молодых исследователей: [Электронный ресурс]. 2025. - № 2. - С. 71-80. - URL: <http://elib.fa.ru/art2025/bv426.pdf> (дата обращения: 06.03.2026).
4. Управленцы холдинга представили проекты развития транспортно-логистических процессов. - Текст: электронный // Корпоративный университет РЖД: [Электронный ресурс]. 2025. - 30 июня. - URL: <https://universitetrzd.ru/news/upravlentsy-kholdinga-predstavili-proekty-razvitiya-transportno-logisticheskikh-protsessov/> (дата обращения: 06.03.2026).
5. Письменная, А. Б. Влияние кадрового резерва на организацию транспортного производства / А. Б. Письменная, О. С. Шарафетдинова. - Текст: электронный // Editorum: [Электронный ресурс]. 2024. - 28 июня. - URL: <https://bstu.editorum.ru/ru/nauka/article/84105/view> (дата обращения: 06.03.2026).
6. Цифровой HR-проект РЖД стал призером премии «Хрустальная пирамида». - Текст: электронный // РЖД Цифровой: [Электронный ресурс]. 2025. - 30 октября. - URL: <https://rzddigital.ru/events/tsifrovoy-hr-proekt-rzhd-stal-prizerom-premii-khrustalnaya-piramida/> (дата обращения: 06.03.2026).
7. Проекты «РЖД-Медицины» в топ-100 форума «Сильные идеи для нового времени». - Текст: электронный // РБК Компании: [Электронный ресурс]. 2025. - 10 июля. - URL: <https://companies.rbc.ru/news/fTbs2AmQoM/proektyi-rzhd-meditinyi-v-top-100-foruma-silnyie-idei-dlya-novogo-vremeni/> (дата обращения: 06.03.2026).
8. Ярлыкова, З. И. Разработка единых корпоративных требований как инструмент управления персоналом современной организации / З. И. Ярлыкова. - Текст: электронный // Московский экономический журнал: [Электронный ресурс]. 2023. - № 1. - С. 130-140. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-edinyh-korporativnyh-trebovaniy-kak-instrument-upravleniya-personalom-sovremennoy-organizatsii> (дата обращения: 06.03.2026).
9. На платформе «Рабочее место руководителя» зарегистрировано более 10 тыс. железнодорожников. - Текст: электронный // РЖД Цифровой: [Электронный ресурс]. 2025. - 16 декабря. - URL: <https://rzddigital.ru/events/na-platforme-rabochee-mesto-rukovoditelya-zaregistrirovano-bolee-10-tys-zheleznodorozhnikov/> (дата обращения: 06.03.2026).
10. «Эти деньги - не подарок»: в РЖД заявили о низком дефиците кадров. Что за этим стоит и кто нужен на железную дорогу. - Текст: электронный // 59.ru: [Электронный ресурс]. 2025. - 16 июня. - URL: <https://59.ru/text/job/2025/06/16/75582308/> (дата обращения: 06.03.2026).

УДК 331.108:656.2

ЦИФРОВОЙ ПРОФИЛЬ РАБОТНИКА КАК ИНСТРУМЕНТ МИНИМИЗАЦИИ КАДРОВЫХ РИСКОВ В ХОЛДИНГЕ ОАО «РЖД»

Т.М. Тарасова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») является ключевым элементом транспортной системы страны,

обеспечивая более 45% совокупного грузооборота и значительную часть пассажирских перевозок. Масштаб деятельности компании, насчитывающей сотни тысяч сотрудников, предопределяет высокую сложность управления персоналом. В этих условиях человеческий фактор становится одновременно главным активом и источником системных рисков, напрямую влияющих на безопасность движения, сохранность грузов и экономическую эффективность перевозочного процесса.

Современная система управления кадровыми рисками в ОАО «РЖД» сталкивается с рядом вызовов. С одной стороны, это традиционные угрозы: нарушения производственной дисциплины, хищения, коррупционные проявления, утечка конфиденциальной информации. С другой стороны, цифровая трансформация отрасли порождает новые риски, связанные с кибербезопасностью, недостаточным уровнем цифровых компетенций персонала и возможностью инсайдерских атак на критическую информационную инфраструктуру. Как показывают исследования, в подавляющем большинстве инцидентов на железнодорожном транспорте ключевую роль играет именно человеческий фактор. При этом существующие методы контроля зачастую носят реактивный характер и основаны на разрозненных данных, поступающих из слабо интегрированных кадровых, медицинских и учетных систем.

Ответом на эти вызовы становится внедрение концепции «цифрового профиля работника». Данный подход, активно развиваемый в Дирекции тяги - филиале ОАО «РЖД», предполагает создание единой аналитической среды, агрегирующей данные из различных источников: от результатов аттестаций и медицинских осмотров до телеметрии с бортовых систем локомотивов. Использование технологий больших данных и предиктивной аналитики позволяет перейти от простой фиксации нарушений к их прогнозированию, выявляя аномальные паттерны поведения сотрудников и оценивая индивидуальные риски задолго до возникновения критической ситуации.

Целью данной статьи является анализ потенциала цифрового профиля работника как инструмента минимизации кадровых рисков в холдинге ОАО «РЖД». Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: систематизировать современные кадровые риски, характерные для железнодорожной отрасли; рассмотреть архитектуру построения цифрового профиля и источники данных для его формирования; оценить перспективы применения методов предиктивной аналитики для управления безопасностью и лояльностью персонала, а также выявить возможные ограничения и риски внедрения данной технологии.

Методы решения задачи. Исследование процесса формирования и применения цифрового профиля работника в системе управления кадровыми рисками ОАО «РЖД» проводилось с использованием комплекса методов научного познания. Теоретическую основу составил анализ нормативно-правовых документов компании, регламентирующих стратегию цифровой трансформации, в частности направления развития HR-экосистемы в рамках Стратегии цифровой трансформации ОАО «РЖД» 10+ ИТ-систем [1].

Для изучения архитектуры цифрового профиля работника и источников его наполнения применялся метод системного анализа, позволивший выявить взаимосвязи между различными информационными системами компании: Единой корпоративной автоматизированной системой управления трудовыми ресурсами (ЕК

АСУТР), системами дистанционного обучения, модулями HR-аналитики и мобильными приложениями для персонала [2; 3]. В ходе исследования были проанализированы функциональные возможности Сервисного портала работника, платформы «Рабочее место руководителя», а также специализированных решений, таких как «Личный кабинет машиниста» и платформа Imredi для поездных бригад [4; 7].

Эмпирическую базу составили статистические данные о внедрении электронного кадрового документооборота, количестве пользователей цифровых сервисов и объемах обрабатываемой информации, опубликованные в открытых источниках и корпоративных изданиях компании [5; 6; 10]. Для оценки эффективности применения цифрового профиля в минимизации кадровых рисков использовались методы сравнительного анализа и экспертных оценок.

Анализ полученных результатов. Проведенное исследование показало, что в ОАО «РЖД» сформирована комплексная ИТ-экосистема управления персоналом, охватывающая все этапы жизненного цикла работника: от подбора до выхода на пенсию [5]. Ключевым элементом данной экосистемы выступает цифровой профиль работника, интегрирующий данные из множества источников и обеспечивающий их использование для решения задач кадровой безопасности.

Обобщенная архитектура цифрового профиля работника, отражающая основные источники данных, ядро системы и направления использования агрегированной информации, представлена на рисунке 1.

Представленная архитектура демонстрирует переход от разрозненных информационных систем к единому цифровому пространству, где данные о работнике перестают быть изолированными и начинают работать на решение задач кадровой безопасности. Центральное положение цифрового профиля в данной схеме подчеркивает его роль как интегратора и источника аналитики для всех HR-сервисов компании.

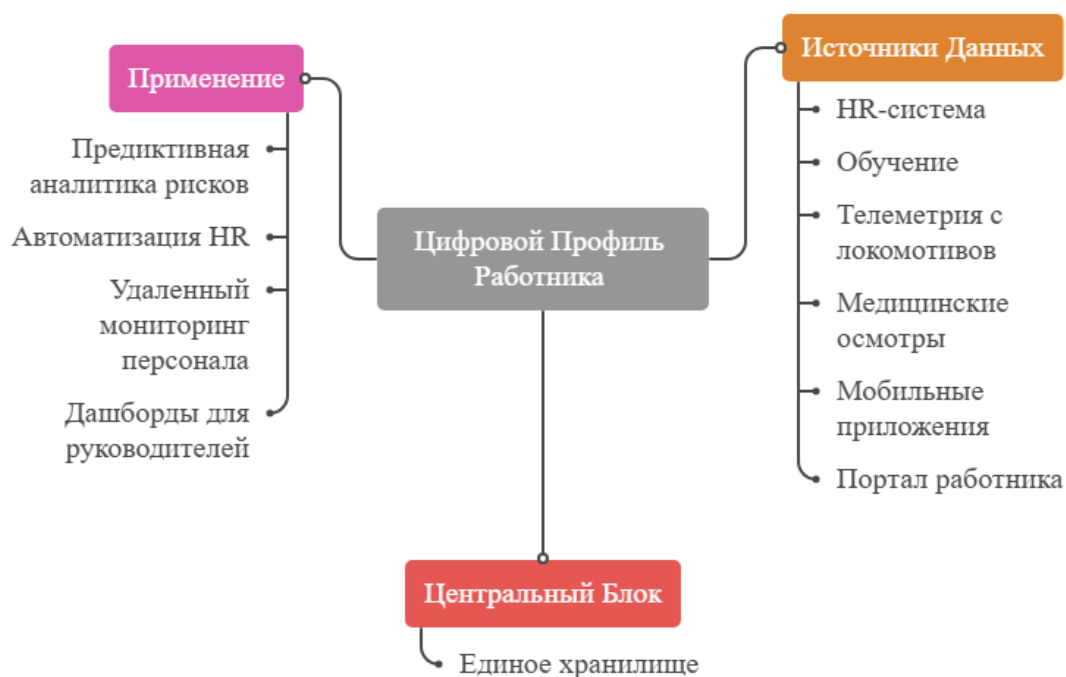


Рисунок 1 – Архитектура цифрового профиля работника ОАО «РЖД»

Анализ архитектуры цифрового профиля позволил выделить следующие источники его наполнения:

- кадровые данные из ЕК АСУТР (личные документы, трудовой стаж, квалификация);
- результаты оценки компетенций и обучения (система дистанционного обучения, платформа «РЖД//Оценка»);
- производственные показатели (телеметрия с локомотивов, данные о нарушениях, KPI);
- медицинские данные (результаты предрейсовых осмотров);
- социально-бытовая информация (использование льгот, обратная связь) [2; 4; 9].

Количественные показатели внедрения цифровых HR-сервисов в ОАО «РЖД» свидетельствуют о масштабной трансформации кадровых процессов. По состоянию на 2025 год ключевые цифровые платформы компании охватывают сотни тысяч работников, а объем электронного документооборота исчисляется миллионами единиц (таблица 1).

Таблица 1

Ключевые показатели цифровизации HR-процессов в ОАО «РЖД» (2025 г.)

Показатель	Значение	Источник
Пользователи Сервисного портала работника	более 640 тыс. чел.	[4]
Участники электронного кадрового документооборота (ЭКДО)	около 400 тыс. чел.	[3; 4]
Количество электронных кадровых документов, оформленных в 2025 г.	около 3 млн ед.	[4]
Пользователи «Личного кабинета машиниста»	более 106 тыс. чел.	[3]
Количество обрабатываемых показателей в системе HR-аналитики	более 270 тыс.	[2]
Доля корпоративных льгот, оформляемых в цифровом формате	более 70%	[4]

Представленные данные демонстрируют, что цифровая HR-экосистема ОАО «РЖД» охватывает более 80% персонала компании (исходя из общей численности около 700 тыс. человек). Столь высокая степень проникновения цифровых сервисов создает необходимую базу для применения методов Big Data и машинного обучения в управлении кадровыми рисками. Накопленные массивы данных позволяют не только автоматизировать учет, но и выявлять скрытые закономерности, прогнозировать поведение работников и своевременно реагировать на возникающие риски.

Важным результатом анализа стало выявление функциональных возможностей цифрового профиля для минимизации различных категорий кадровых рисков. В таблице 2 представлена систематизация этих возможностей.

Механизмы минимизации кадровых рисков с использованием цифрового профиля работника

Категория рисков	Инструменты цифрового профиля	Механизм минимизации
Риски безопасности движения	Предиктивная аналитика на основе данных телеметрии, «Личный кабинет машиниста»	Выявление «групп риска», автоматическое назначение дополнительного обучения, контроль на тренажерах [3; 9]
Риски несоответствия компетенций	Система дистанционного обучения, платформа оценки компетенций	Автоматическое формирование индивидуальных программ развития, мониторинг прохождения обучения [1; 4]
Коррупционные риски	Электронный кадровый документооборот, роботизация процессов	Снижение участия человека в рутинных операциях, прозрачность принятия решений [6; 10]
Риски потери ключевых сотрудников	HR-аналитика, модуль «Мой персонал» в РМР	Раннее выявление рисков увольнения, анализ удовлетворенности через обратную связь [5; 7]
Риски нарушений дисциплины	Мобильные сервисы с геолокацией, видеофиксация	Удаленный контроль за линейным персоналом, автоматическая фиксация нарушений [3]

Особого внимания заслуживает опыт Дирекции скоростного сообщения, где на базе платформы Imredi внедрена система автоматического расчета и визуализации КРІ для поездных и локомотивных бригад. Система обрабатывает 30 показателей для локомотивных бригад и 5 ключевых критериев для проводников, с последующим формированием индивидуального рейтинга каждого сотрудника. Применение элементов геймификации и автоматической обратной связи позволило повысить вовлеченность персонала и качество обслуживания пассажиров [7].

Внедрение «Личного кабинета машиниста» с более чем 40 цифровыми сервисами обеспечило возможность подписания документов облачной электронной подписью, получения информации о явках, прохождения инструктажей в удаленном режиме, фиксации нарушений в пути следования. Проект охватывает всю сеть железных дорог России и насчитывает более 106 тыс. пользователей [3]. Важной особенностью решения является возможность работы без доступа к интернету с последующей синхронизацией данных, что критически важно для линейного персонала.

Анализ эффективности применения цифрового профиля для управления кадровыми рисками позволил выявить следующие положительные эффекты:

- автоматизация рутинных операций и перевод документооборота в электронный формат высвобождают время специалистов по управлению персоналом для «живой» работы с людьми [10];
- более 70% корпоративных льгот и гарантий оформляются в цифровом формате, что минимизирует ошибки и злоупотребления [4];
- внедрение роботизированной АТС для первичного обзвона кандидатов позволяет обрабатывать около 2 млн звонков в год, обеспечивая объективность первичного отбора [5].

Практическое приложение результатов. Результаты проведенного исследования могут быть использованы при совершенствовании системы управления

кадровыми рисками в структурных подразделениях ОАО «РЖД». На основе выявленных закономерностей представляется целесообразным:

1. Расширение применения предиктивной аналитики для прогнозирования кадровых рисков. Интеграция данных из различных источников (телеметрия, результаты медицинских осмотров, данные об обучении, социально-психологические характеристики) позволяет формировать модель оценки индивидуального риска работника, учитывающую множество факторов в динамике [9].

2. Внедрение модуля прогнозирования рисков увольнения ключевых сотрудников на основе анализа их цифрового следа (активность в системе дистанционного обучения, частота обращений к сервисам, результаты опросов удовлетворенности). Это позволит перейти от реактивного управления текучестью к проактивному удержанию персонала.

3. Развитие системы автоматического контроля за соблюдением технологии производства работ с использованием видеоаналитики и данных с мобильных устройств. Фиксация нарушений в режиме реального времени с автоматическим занесением в цифровой профиль работника обеспечит объективность оценки и своевременность реагирования [3].

4. Интеграция цифрового профиля работника с государственными информационными системами. Как показал опыт взаимодействия с порталом «Госуслуги» при изменении персональных данных, такое сотрудничество снижает административную нагрузку на работников и исключает риски предоставления недостоверных сведений [4].

Для руководителей структурных подразделений практическую ценность представляет возможность использования платформы «Рабочее место руководителя», где агрегируется более 160 HR-показателей в наглядной форме, позволяющей быстро выявлять проблемные зоны и принимать управленческие решения [5; 10].

Выводы. Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие основные выводы:

1. Цифровой профиль работника в ОАО «РЖД» представляет собой интегрированную совокупность данных из различных корпоративных систем, обеспечивающую формирование целостного представления о сотруднике на всех этапах его жизненного цикла в компании. Ключевыми элементами инфраструктуры выступают Сервисный портал работника (более 640 тыс. пользователей), «Личный кабинет машиниста» (106 тыс. пользователей), платформа «Рабочее место руководителя» и система электронного кадрового документооборота [3; 4; 5].

2. Применение цифрового профиля позволяет минимизировать широкий спектр кадровых рисков: от рисков безопасности движения до коррупционных рисков. Наиболее значимые эффекты достигаются за счет автоматизации рутинных процессов, внедрения предиктивной аналитики для выявления «групп риска», обеспечения прозрачности кадровых решений и объективизации оценки персонала [1; 9; 10].

3. Масштабы цифровизации HR-процессов в компании свидетельствуют о последовательной реализации стратегии, направленной на создание единой ИТ-экосистемы управления персоналом. К 2025 году в электронный кадровый документооборот вовлечено около 400 тыс. работников, в электронном виде

оформлено порядка 3 млн документов, более 70% корпоративных льгот предоставляются в цифровом формате [4; 5].

4. Направлениями дальнейшего развития цифрового профиля как инструмента минимизации кадровых рисков являются: расширение применения методов предиктивной аналитики и машинного обучения для прогнозирования рисков; углубление интеграции с внешними государственными информационными системами; развитие мобильных сервисов для линейного персонала, обеспечивающих контроль в условиях отсутствия устойчивой связи; совершенствование инструментов визуализации HR-данных для поддержки принятия управленческих решений [3; 5; 10].

Таким образом, цифровой профиль работника в ОАО «РЖД» эволюционирует от инструмента учета и документооборота к полноценному средству управления кадровыми рисками, позволяющему не только фиксировать нарушения, но и прогнозировать их возникновение, а также разрабатывать превентивные меры реагирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колотилина, М. А. Цифровизация процессов управления персоналом / М. А. Колотилина, А. С. Сорокин. – Текст: электронный // Московский экономический журнал: [Электронный ресурс]. – 2023. – № 1. – С. 130-140. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovizatsiya-protsessov-upravleniya-personalom> (дата обращения: 06.03.2026).
2. Хлудеева, М. А. Создание и внедрение цифровой карточки работника / М. А. Хлудеева, Д. В. Дедюля, Д. Д. Антонов. – Текст: электронный // Вестник связи. – 2025. – № 4. – С. 35-37.
3. Личный кабинет машиниста: проект цифровой трансформации ОАО «РЖД». – Текст: электронный // GlobalCIO: [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://globalcio.ru/projects/27696/> (дата обращения: 06.03.2026).
4. IT-приоритеты в кадровых вопросах: как крупные компании цифровизируют трудовые процессы. – Текст: электронный // Коммерсантъ: [Электронный ресурс]. – 2025. – 26 ноября. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/8230966> (дата обращения: 06.03.2026).
5. Цифровой HR-проект РЖД стал призером премии «Хрустальная пирамида». – Текст: электронный // РЖД Цифровой: [Электронный ресурс]. – 2025. – 30 октября. – URL: <https://rzdigital.ru/events/tsifrovoy-hr-proekt-rzhd-stal-prizerom-premii-khrustalnaya-piramida/> (дата обращения: 06.03.2026).
6. Верянская, А. Э. Корпоративная культура цифрового взаимодействия (на примере ОАО «РЖД» «Сервисный портал работника») / А. Э. Верянская, О. В. Кашпунова. – Текст: электронный // РИОР: [Электронный ресурс]. – 2025. – 14 января. – С. 161-164. – URL: https://riorp.ru/ru/nauka/conference_article/14616/view (дата обращения: 06.03.2026).
7. Imredi помогает ОАО «РЖД» улучшить работу персонала высокоскоростных поездов «Сапсан». – Текст: электронный // Инновационный центр «Сколково»: [Электронный ресурс]. – 2022. – 21 ноября. – URL: <https://sk.ru/news/imredi-pomogaet-oao-rzhd-uluchshit-rabotu-personala-vysokoskorostnyh-poezdov-sapsan/> (дата обращения: 06.03.2026).
8. Чаркин, Е. Цифровизация – это не просто про эффективность, это ещё и про комфорт сотрудников. – Текст: электронный // Коммерсантъ: [Электронный ресурс]. – 2024. – 21 июня. – URL: <https://special.kommersant.ru/pridex-2024/cifrovizaciya-ehto-ne-prosto-pro-ehffektivnost.php> (дата обращения: 06.03.2026).
9. Электронный эйчар: цифровые системы позволяют автоматически следить за компетенциями работников. – Текст: электронный // PRO//Движение.Экспо: [Электронный ресурс]. – 2021. – URL: <https://railwayexpo.ru/> (дата обращения: 06.03.2026).
10. Пименова, М. О цифровой трансформации социально-кадровых проектов компании / М. Пименова. – Текст: электронный // Журнал «Актуальное»: [Электронный ресурс]. – 2023. – № 1 (8). – URL: <http://www.xn--b1aefacif0b4acinbe.xn--p1ai/magazines/vypusk-1-8-2023/mariya-pimenova/> (дата обращения: 06.03.2026).

ЦИФРОВОЙ СТРЕСС ПЕРСОНАЛА КАК СКРЫТЫЙ ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Т.М. Тарасова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Современный этап развития железнодорожного транспорта характеризуется беспрецедентным уровнем цифровизации. Автоматизированные системы управления, спутниковый мониторинг, электронный документооборот и средства телемеханики призваны повысить эффективность эксплуатационной работы и безопасность движения. Однако лавинообразный рост информационных потоков, обрушивающийся на диспетчерский и операторский состав, порождает новую угрозу – «цифровой стресс» (техностресс).

В условиях высокой интенсивности движения, характерной для Восточного полигона и других ключевых магистралей, когнитивные ресурсы человека-оператора становятся лимитирующим фактором. Перегрузка нервной системы, вызванная необходимостью одновременного мониторинга множества экранов, быстрого переключения между интерфейсами и постоянного ожидания критических уведомлений, ведет к росту времени реакции, снижению помехоустойчивости и, как следствие, к увеличению числа ошибочных действий. С позиций экономики и логистики, цифровой стресс персонала трансформируется в прямые убытки: задержки поездов, сбои графика, простои локомотивов и, в конечном счете, снижает пропускную способность инфраструктуры без каких-либо видимых технических причин.

Несмотря на очевидную значимость проблемы, в существующих моделях управления перевозочным процессом человеческий фактор учитывается преимущественно через показатели надежности и безопасности, но практически отсутствует количественная оценка влияния когнитивного состояния персонала на пропускную способность инфраструктуры. Это создает разрыв между реальными возможностями человека-оператора и требованиями, предъявляемыми к нему в условиях интенсивной цифровизации.

Целью данной статьи является систематизация современных исследований, посвященных оценке техностресса у работников железнодорожного транспорта, анализ количественных показателей информационной нагрузки, а также обоснование необходимости учета человеческого фактора в моделях пропускной способности железнодорожной инфраструктуры.

Методы решения задачи. Для достижения поставленной цели был проведен систематический обзор научной литературы, включающий российские и зарубежные источники за период 2015–2026 годов. Поиск осуществлялся в базах данных eLibrary,

Scopus, Web of Science, а также в отраслевых журналах по железнодорожной тематике и эргономике.

Критерии включения исследований в обзор:

- изучение профессионального стресса, усталости или техностресса у работников железнодорожного транспорта;
- наличие количественных показателей нагрузки или методов оценки;
- публикация в рецензируемых изданиях;
- период исследования не ранее 2015 года.

В обзор включено 9 ключевых исследований, из которых 3 – российские и 6 – зарубежные. Анализируемые методы оценки включали:

- субъективные методы (опросники MFI-20, NASA-TLX);
- объективные физиологические методы (биолюминесцентный анализ слюны, айтрекинг);
- гигиенические методы (хронометраж, специальная оценка условий труда);
- статистическое моделирование (структурное моделирование уравнений).

Анализ полученных результатов. Рассмотрим вначале ряд российских исследований по проблемам гигиенической оценки и биомаркеров стресса.

1. Биохимические методы оценки стресса у диспетчеров РЖД

Принципиально новый подход к оценке профессионального стресса у работников железнодорожного транспорта предложен коллективом авторов под руководством Г.В. Жуковой (Сибирский федеральный университет, Институт биофизики СО РАН, Сургутский государственный университет). Исследование, опубликованное в 2024 году в журнале «Физиология человека» [1], представляет персонализированный метод прогнозирования профессиональной пригодности работников железнодорожного транспорта в условиях воздействия стрессовых факторов.

Суть метода заключается в изучении влияния ротовой жидкости обследуемых до и после рабочей смены на интенсивность свечения ферментативной реакции светящихся бактерий (НАДН: ФМН-оксидоредуктаза+люцифераза). Интегральный показатель основан на изменении компонентов слюны под воздействием стресса: лактата, ионов, катионов, нитратов и сульфатов хлоридов.

Ключевыми результатами исследования можно выделить:

- Метод позволил выделить группу риска и группу стрессоустойчивых работников среди диспетчеров ОАО «РЖД».
- Выявлены условия, снижающие стрессовую нагрузку, что важно для разработки эффективных мер профилактики стрессовых ситуаций и сохранения трудоспособности работников
- Исследование выполнено при поддержке ОАО «РЖД» в рамках соглашения о сотрудничестве по долгосрочной программе развития и национальным проектам

Теоретическая база исследования опирается на работы Karasek (модель «требования-контроль», JCQ), Siegrist (модель «усилия-вознаграждение»), а также на современные исследования слюнных биомаркеров стресса у работников ночных смен. Авторы также ссылаются на работы Bel'skaya L.V. по биохимии слюны и исследования влияния острого стресса на протеомный состав слюны у медицинских работников.

2. Гигиеническая оценка условий труда диспетчеров

Наиболее полное и свежее исследование условий труда диспетчеров железнодорожного транспорта проведено Ж.В. Овечкиной (Всероссийский научно-исследовательский институт транспортной гигиены) и опубликовано в журнале «Гигиена и санитария» в январе 2025 года [2]. Исследование выполнялось на базе Московской, Октябрьской и Свердловской железных дорог.

Методология включала хронометражные исследования (фотография рабочего дня), измерения вредных производственных факторов методом специальной оценки условий труда, анализ структуры заболеваемости. При этом были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Количественные показатели нагрузки

Показатель	Маневровые диспетчеры	Станционные диспетчеры
Длительность сосредоточенного внимания	93,3%	87,7%
Плотность сигналов в час	311	304
Нагрузка на слух (телефон + селектор)	5–7 часов	4–8 часов
Решение сложных задач с выбором по известным алгоритмам	70,8–96,3% времени	73,5–79,3% времени

Работа станционных и маневровых диспетчеров характеризуется значительным объемом переработки речевой (смысловой), сигнальной (слуховой), знаковой и зрительной информации, что позволяет характеризовать ее как операторский труд на фоне высокой степени стрессорных факторов. По показателям напряженности трудового процесса условия труда классифицированы как напряженный труд 3-й степени вредности (класс 3.3).

У работников данной категории выявлен высокий уровень заболеваемости с временной утратой трудоспособности:

- Число случаев нетрудоспособности: 149,0 на 100 работников.
- Число дней нетрудоспособности: 1 800,8 на 100 работников.
- Средняя продолжительность одного случая: 12,1 дня.

Эти показатели значительно превышают среднеотраслевые значения по железнодорожному транспорту.

3. Оценка профессионального риска на объектах железнодорожного транспорта

Исследование В.А. Логиновой (2017) [3] представляет гигиеническую оценку условий труда на железнодорожном транспорте за период 2011–2015 годов. Работа опубликована в журнале «Health Risk Analysis» и содержит важные данные о профессиональной заболеваемости.

Основные результаты:

- Условия труда локомотивных бригад остаются наиболее неблагоприятными по факторам риска
- Приоритетным фактором риска определен производственный шум, формирующий вредную категорию условий труда
- Сенсоневральная тугоухость занимает ведущее место в структуре заболеваемости как по отрасли в целом, так и среди работников локомотивных бригад
- Наибольший удельный вес среди работников с профессиональными заболеваниями составляют машинисты и их помощники (до 43%)

Тревожная тенденция: при общем снижении профессиональной заболеваемости в отрасли (с 1,68 до 1,32 на 10 000 работников) выявлен неудовлетворительный тренд роста доли работников с профессиональными заболеваниями в возрасте 31–40 лет (с 2,6% в 2011 г. до 12% в 2014 г.), что требует особого внимания.

Далее перейдем к рассмотрению ряда международных исследований по моделированию усталости и когнитивной нагрузки.

1. Китайское исследование усталости железнодорожных работников

Масштабное исследование усталости китайских железнодорожников проведено L. Tsao с соавторами (2017) [4] с использованием структурного моделирования. Работа опубликована в авторитетном журнале «Applied Ergonomics» и представляет интерес как методологический образец количественной оценки факторов усталости.

Методология исследования заключалась в следующем:

- Использование Multidimensional Fatigue Inventory (MFI-20) для оценки усталости по пяти шкалам

- Применение NASA-TLX для оценки рабочей нагрузки
- Субъективная оценка переработок
- Структурное моделирование уравнений для анализа вклада факторов

В исследовании принимали участие 297 работников службы путевого хозяйства и 227 работников локомотивного депо.

Таблица 2

Результаты оценки усталости по шкалам MFI-20 (средние значения)

Шкала усталости	Путевое хозяйство	Локомотивное депо
Общая усталость	2,9 (0,8)	3,5 (0,8)
Физическая усталость	2,8 (0,8)	3,5 (0,7)
Снижение активности	2,5 (0,8)	3,3 (0,7)
Снижение мотивации	2,5 (0,7)	3,0 (0,6)
Психическая усталость	2,4 (0,8)	3,1 (0,7)

Усталость работников локомотивного депо определялась:

- Субъективными ощущениями, связанными со сверхурочной работой (стандартизованный коэффициент $r = 0,22$)

- Рабочей нагрузкой (стандартизованный коэффициент $r = 0,27$)

Контроль сверхурочных работ и физическая рабочая среда значимо влияли на субъективные ощущения ($r = -0,25$ и $0,47$ соответственно), тогда как нерациональный режим труда/отдыха и неблагоприятная физическая рабочая среда значимо повышали рабочую нагрузку ($r = 0,48$ и $0,33$ соответственно).

Авторы подчеркивают, что усталость является наиболее значимой предотвратимой причиной аварий на транспорте, и приводят данные об авариях, связанных с усталостью, в железнодорожных системах разных стран.

2. Шведское исследование стратегий совладания с технотрессом

В 2026 году опубликовано исследование M. Washik, L. Hylving, D. Koutsikouri (Гавайская международная конференция по системным наукам) [5], посвященное стратегиям совладания с технотрессом на железнодорожном транспорте Швеции.

Выявлены пять стратегий совладания с технотрессом в условиях высокой ответственности и цейтнота: обходные пути, переговоры, модификации, компромиссы и отказ от действий.

Эти стратегии помогают улучшить рабочие процессы, но создают «невидимый труд» и порождают новые сложности. Исследование подчеркивает двойственную природу техностресса: с одной стороны, он негативно влияет на работников, с другой - стимулирует поиск инновационных решений и организационное обучение.

3. Американское исследование мультимодальных интерфейсов

Исследование R. Grice с соавторами (2021) [6] посвящено влиянию мультимодальных интерфейсов на когнитивную нагрузку машинистов локомотивов. Работа опубликована в материалах ежегодной конференции Общества человеческих факторов и эргономики.

Тестировалась система, позволяющая машинисту откладывать получение критической информации от диспетчера в моменты высокой нагрузки. Вопреки гипотезе, новая система ухудшила показатели машинистов (данные айтрекинга), так как создала дополнительную когнитивную нагрузку, связанную с необходимостью принимать решение о том, когда запросить отложенную информацию.

Таким образом, неудачный дизайн цифровых систем может усиливать стресс, а не снижать его, даже если исходная цель была благонамеренной.

4. Модель SHADO для прогнозирования нагрузки диспетчеров

Под руководством Федеральной железнодорожной администрации США разработана вычислительная модель SHADO (Simulator of Humans and Automation in Dispatch Operations) для прогнозирования влияния автоматизации на рабочую нагрузку диспетчеров.

Авторы V.Ch. Nneji и M.L. Cummings (Duke University) [7] представили модель, основанную на системно-теоретическом подходе к оценке человеческой деятельности в условиях продвинутой автоматизации. Модель протестирована на сценариях грузовых и пригородных перевозок и позволяет прогнозировать изменения рабочей нагрузки при внедрении новых технологий.

Практическое приложение результатов. Полученные результаты имеют непосредственное практическое значение для совершенствования системы управления персоналом и обеспечения безопасности перевозочного процесса.

Разработанный биолюминесцентный метод оценки стресса позволяет объективизировать предсменный контроль, выявлять группы риска и прогнозировать профпригодность оперативного персонала железнодорожного транспорта.

Количественные параметры информационной нагрузки (плотность сигналов, время концентрации) служат основой для нормирования труда операторов. Модель SHADO и структурное моделирование дают возможность прогнозировать влияние организационно-технологических изменений на рабочую нагрузку еще на этапе проектирования. Выявленные копинг-стратегии персонала в условиях техностресса целесообразно учитывать при разработке программ обучения и психологической поддержки.

Выводы. Систематический анализ подтверждает, что труд диспетчеров характеризуется экстремальной напряженностью (концентрация внимания до 93,3% времени, плотность сигналов >300/час, класс 3.3), что индуцирует развитие техностресса. Заболеваемость в этой группе значительно превышает среднеотраслевые показатели (149 случаев на 100 работников), при этом наблюдается

тревожный рост профзаболеваний среди лиц 31-40 лет. Объективная диагностика стресса возможна с помощью биолюминесцентного анализа слюны.

Установлено, что спонтанно вырабатываемые стратегии совладания с технострессом носят двойственный характер, что требует их учета при цифровизации. Дальнейшие исследования должны базироваться на интеграции гигиенических, психофизиологических и эргономических подходов.

Особую значимость представляет включение показателей когнитивного состояния операторов в динамические модели пропускной способности инфраструктуры. Это позволит учитывать реальные человеческие ограничения, поскольку цифровой стресс персонала напрямую трансформируется в эксплуатационные потери (сбои графика, простои).

Таким образом, проблема техностресса требует комплексного решения: от медико-гигиенического нормирования нагрузок и эргономики интерфейсов до управленческого учета человеческого фактора при планировании перевозочного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жукова Г.В. и др. Персонализированный метод прогнозирования профессиональной пригодности работников железнодорожного транспорта // Физиология человека. – 2024. – Т. 50, № 2. – С. 45–53.
2. Овечкина Ж.В. Гигиеническая оценка условий труда диспетчеров железнодорожного транспорта // Гигиена и санитария. – 2025. – Т. 104, № 1. – С. 28–35.
3. Логинова В.А. Гигиеническая оценка условий труда на железнодорожном транспорте // Health Risk Analysis. – 2017. – № 4. – С. 72–81.
4. Tsao L., et al. Fatigue of railway workers: A structural equation modeling approach // Applied Ergonomics. – 2017. – Vol. 62. – P. 118–127.
5. Washik M., Hylving L., Koutsikouri D. Coping strategies with technostress in railway transport // Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences. – 2026. – P. 1–10.
6. Grice R., et al. The impact of multimodal interfaces on locomotive engineers' cognitive load // Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. – 2021. – Vol. 65, № 1. – P. 890–894.
7. Nneji V.Ch., Cummings M.L. SHADO: A computational model for predicting dispatcher workload // Federal Railroad Administration Research Reports. – 2022. – № FRA-ORD-22-15. – 45 p.
8. Karasek R.A. Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign // Administrative Science Quarterly. – 1979. – Vol. 24, № 2. – P. 285–308.
9. Siegrist J. Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions // Journal of Occupational Health Psychology. – 1996. – Vol. 1, № 1. – P. 27–41.
10. Digital Transformation in the Management of Contemporary Organizations / O. V. Astafeva, E. P. Pecherskaya, T. M. Tarasova, E. V. Korobejnikova // Digital Age: Chances, Challenges and Future, Samara, 26–27 апреля 2019 года. – Samara: Springer Nature, 2020. – P. 382–389. – DOI 10.1007/978-3-030-27015-5_46.
11. Тарасова, Т. М. Реализация профессионального суждения при формировании бухгалтерской отчетности организации / Т. М. Тарасова // Финансы и кредит. – 2013. – № 36(564). – С. 47–51.
12. Тарасова, Т. М. Особенности внедрения зарплатных проектов и карточных кредитных продуктов в коммерческих банках / Т. М. Тарасова // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2013. – № S4. – С. 11–15.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ РОССИИ И СТРАН БРИКС

А.А. Кремнёв, О.В. Тарасова

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Производительность труда на железнодорожном транспорте является одним из ключевых индикаторов эффективности использования трудовых ресурсов и качества управления перевозочным процессом. В условиях растущей глобализации и усиления международной конкуренции сравнительный анализ этого показателя приобретает особую значимость для выявления резервов роста и оптимизации производственных процессов.

Актуальность исследования обусловлена рядом факторов. Во-первых, в современных геополитических условиях происходит переориентация внешнеторговых потоков России на Восток и Юг, что делает сотрудничество со странами БРИКС стратегическим приоритетом. Как отмечают эксперты, доля грузоперевозок с дружественными странами в общем объеме международных перевозок уже приближается к 90%. Во-вторых, расширение состава БРИКС (включение Египта, Эфиопии, Ирана, ОАЭ, Индонезии) создает новые возможности для сопоставительного анализа и обмена опытом в области железнодорожных перевозок. Страны объединения демонстрируют различные модели организации железнодорожного транспорта, уровни технологического развития и подходы к управлению персоналом, что делает сравнительный анализ особенно ценным.

Целью настоящей работы является проведение сравнительного анализа производительности труда на железных дорогах России и стран БРИКС, выявление факторов, определяющих различия в эффективности использования трудовых ресурсов, и определение направлений для повышения производительности в отечественной железнодорожной отрасли.

В рамках исследования предполагается решить следующие задачи: проанализировать методические подходы к измерению производительности труда на железнодорожном транспорте в разных странах; сопоставить показатели производительности (грузооборот и пассажирооборот на одного работника, эксплуатационная длина сети на одного работника, доходы на одного работника); выявить факторы, влияющие на межстрановые различия (техническая оснащенность, организация труда, структура перевозок); определить направления адаптации успешного опыта стран БРИКС в практике российских железных дорог.

Информационную базу исследования составят данные совместных статистических публикаций стран БРИКС, отчетные материалы железнодорожных администраций, а также аналитические обзоры международных организаций.

Методы решения задачи. Для достижения поставленной цели в работе использован комплекс методов научного исследования: В работе использованы

методы сравнительного и статистического анализа, системный подход и метод экспертных оценок. Информационную базу составили статистические публикации стран БРИКС, отчеты железнодорожных администраций и аналитические обзоры [1–6].

Анализ полученных результатов. Проведенный анализ статистических данных за период 2020–2024 гг. позволил выявить существенные межстрановые различия в производительности труда на железных дорогах государств, входящих в БРИКС. В таблице 1 представлены интегральные показатели, характеризующие эффективность использования трудовых ресурсов в 2024 г.

Таблица 1

Показатели производительности труда на железных дорогах стран БРИКС (2024 г.)

Страна	Грузооборот на 1 работника, млн т-км	Пассажирооборот на 1 работника, млн пасс-км	Доходы на 1 работника, тыс. долл.
Россия	2,8	0,9	45
Китай	3,5	1,2	58
Индия	0,9	1,5	18
Бразилия	2,2	0,4	38
ЮАР	1,8	0,3	32
ОАЭ	1,5	0,2	65

Источник: составлено автором по данным [1, 2, 4]

Представленные в таблице 1 данные позволяют дифференцировать страны БРИКС по уровню эффективности использования трудовых ресурсов. Лидерами по натуральному показателю грузооборота на одного работника являются Китай (3,5 млн т-км) и Россия (2,8 млн т-км), что свидетельствует о высокой степени концентрации грузовой работы в этих странах и развитости их железнодорожных сетей.

Однако анализ стоимостного показателя — доходов на одного работника — выявляет иную расстановку сил. Наибольший результат демонстрируют Объединенные Арабские Эмираты (65 тыс. долл.), что при сравнительно невысоком грузообороте (1,5 млн т-км) объясняется спецификой их перевозочного процесса. Высокая доходность в ОАЭ достигается за счет преобладания в структуре перевозок высокодоходных транзитных и контейнерных грузов. Китай, занимая второе место по данному показателю (58 тыс. долл.), также демонстрирует сбалансированное сочетание высоких объемов работы и их доходности. Россия, имея значительный объем грузооборота, по удельному доходу (45 тыс. долл.) уступает не только лидерам, но и общему тренду, что указывает на преобладание в структуре отечественных перевозок низкодоходных массовых грузов, таких как уголь, руда и нефтепродукты.

Противоположный полюс представляют железные дороги Индии. Низкий показатель грузооборота на работника (0,9 млн т-км) при максимальном среди рассматриваемых стран пассажирообороте (1,5 млн пасс-км) отражает модель, ориентированную преимущественно на пассажирские перевозки. Крайне низкая доходность на одного работника (18 тыс. долл.) в сочетании с высокой численностью персонала указывает на системную проблему субсидирования пассажирского сектора за счет грузовых тарифов и низкую коммерческую эффективность.

Бразилия и ЮАР занимают промежуточное положение. При относительно невысоких показателях грузооборота и пассажирооборота, уровень доходов на работника (38 и 32 тыс. долл. соответственно) коррелирует с их ролью в глобальных сырьевых цепочках, где железнодорожный транспорт преимущественно обеспечивает вывоз минерального сырья.

Таким образом, сопоставление натуральных и стоимостных показателей производительности демонстрирует, что высокие объемы перевозок не являются гарантией высокой эффективности. Ключевым фактором становится структура грузопотока: ориентация на транзит и контейнеризацию обеспечивает кратный рост доходности даже при меньших физических объемах работы. Выявленные закономерности обуславливают необходимость более детального анализа факторов, формирующих описанные межстрановые различия.

Для объяснения выявленных различий в производительности труда представляется необходимым проанализировать ключевые факторы, определяющие эффективность железнодорожных перевозок в странах БРИКС (таблица 2).

Таблица 2

Факторы производительности труда на железных дорогах стран БРИКС

Страна	Электрификация сети, %	Численность персонала, тыс. чел.	Доля транзита в доходах, %
Россия	51	700	12
Китай	72	1800	25
Индия	35	1300	5
Бразилия	30	150	8
ОАЭ	0 (тепловозная тяга)	10	60

Источник: составлено автором по данным [1, 3, 5]

Динамика производительности труда в России и странах БРИКС. Анализ динамики производительности труда за последние пять лет показывает устойчивый рост показателей в Китае (в среднем 5–7% в год) и России (3–4% в год). В Индии и Бразилии темпы роста ниже (1–2% в год) из-за высокой численности персонала и недостаточных инвестиций в модернизацию.

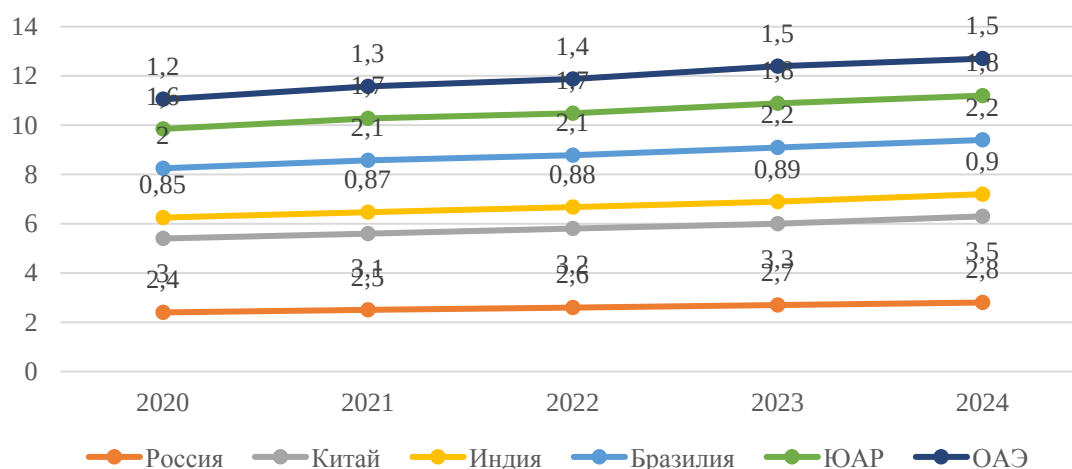


Рисунок 1 - Динамика производительности труда (грузооборот на 1 работника) в странах БРИКС, 2020–2024 гг., млн т-км*

Источник: составлено автором по данным [1, 2, 4, 5]

Анализ динамики производительности труда (рисунок 1) выявил устойчивый рост показателей во всех странах БРИКС при существенной дифференциации темпов. Наибольший среднегодовой прирост зафиксирован в Китае и России (по 3,9%), минимальный — в Индии и Бразилии (1,4–2,4%).

За пятилетний период разрыв между Китаем и Россией по грузообороту на работника увеличился до 0,7 млн т-км. При сохранении текущих темпов для достижения уровня Китая 2024 г. России потребуется более пяти лет, что обуславливает необходимость поиска дополнительных резервов повышения эффективности, включая адаптацию опыта стран-лидеров БРИКС.

Помимо натуральных показателей производительности (грузооборот на одного работника), важное значение имеет анализ стоимостных показателей, отражающих не только объем выполненной работы, но и ее доходность. На рисунке 2 представлена динамика доходов на одного работника железнодорожного транспорта в странах БРИКС за период 2020–2024 гг. Данный показатель позволяет оценить эффективность использования трудовых ресурсов с учетом структуры перевозок и доли высокодоходных грузов.

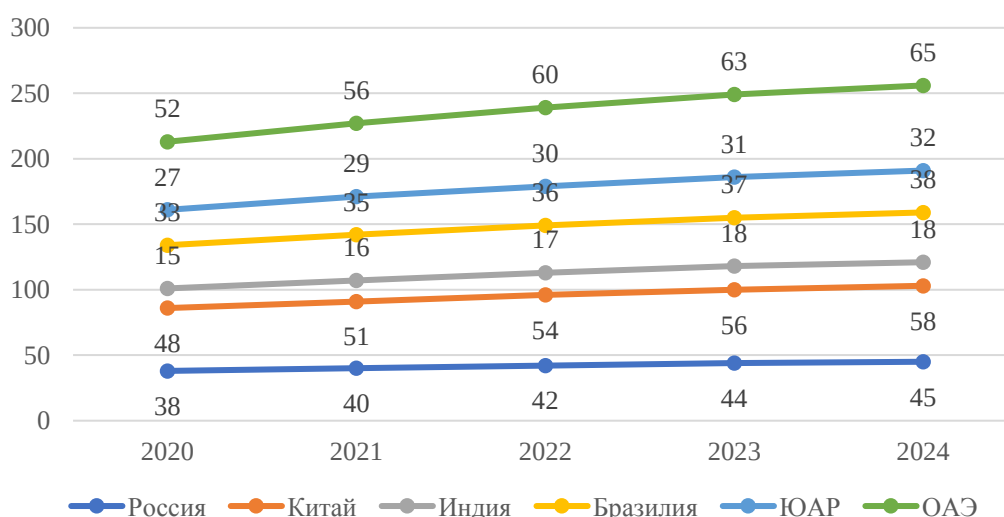


Рисунок 2 - Динамика доходов на одного работника в странах БРИКС, 2020–2024 гг., тыс. долл.
 Источник: составлено автором по данным [1, 2, 4, 5]

Анализ доходов на одного работника (рисунок 2) выявил существенные межстрановые различия, не коррелирующие с натуральными показателями производительности.

Максимальный рост за пятилетие продемонстрировали ОАЭ (+25%, до 65 тыс. долл.) и Китай (+20,8%, до 58 тыс. долл.). В России показатель вырос на 18,4% (до 45 тыс. долл.), что соответствует среднему уровню по БРИКС.

Характерно соотношение показателей России и ОАЭ: при вдвое более высоком грузообороте на работника (2,8 против 1,5 млн т-км) доходы в ОАЭ на 44% выше. Это обусловлено структурными различиями: в ОАЭ доминируют высокодоходные контейнерные и транзитные перевозки, в России - низкодоходные массовые грузы (уголь, руда, нефть).

В Индии доходы на работника (18 тыс. долл.) остаются минимальными в БРИКС и практически не растут, что при высоком пассажирообороте свидетельствует о низкой доходности пассажирских перевозок и перекрестном субсидировании.

Ключевой вывод для России - необходимость изменения структуры перевозок в пользу высокодоходных грузов и развития транзита. Примеры ОАЭ и Китая подтверждают, что этот фактор позволяет повысить доходность при меньших физических объемах работы. Наиболее перспективен для адаптации опыт Китая в цифровизации управления перевозками и опыт ОАЭ в организации транзитных контейнерных перевозок.

Практическое приложение результатов. Полученные результаты могут быть использованы в следующих практических целях:

1. При разработке стратегии повышения производительности труда в ОАО «РЖД». Выявленные факторы успеха (электрификация, цифровизация, оптимизация численности) могут стать основой для целевых программ.

2. В процессе международного сотрудничества в рамках БРИКС. Результаты сравнительного анализа могут быть использованы при формировании совместных проектов по обмену опытом и технологиями в области управления персоналом и организации перевозок.

3. При планировании развития международных транспортных коридоров. Опыт ОАЭ и Китая в организации транзитных перевозок может быть адаптирован для увеличения доходности коридоров «Восток – Запад» и «Север – Юг».

4. В образовательных программах. Материалы исследования могут быть включены в курсы по экономике железнодорожного транспорта и международным перевозкам для студентов транспортных вузов.

Выводы:

1. Проведенный сравнительный анализ показал, что Россия занимает второе место среди стран БРИКС по производительности труда на железнодорожном транспорте (2,8 млн т-км на одного работника), уступая лишь Китаю (3,5 млн т-км) и значительно опережая Индию, Бразилию и ЮАР.

2. Основными факторами, определяющими межстрановые различия в производительности труда, являются: уровень электрификации сети, степень автоматизации управления перевозками, структура перевозок (доля транзита и высокодоходных грузов) и численность персонала в расчете на протяженность сети.

3. Положительная динамика производительности труда в России (рост на 16,7% за 2020–2024 гг.) обусловлена реализацией программ оптимизации численности персонала и ростом грузооборота на Восточном полигоне. Однако темпы роста остаются ниже китайских.

4. Наиболее перспективным для адаптации в российских условиях является опыт Китая в области цифровизации управления перевозками и опыт ОАЭ в организации транзитных контейнерных перевозок и создании мультимодальных логистических центров.

5. Дальнейшие исследования должны быть направлены на углубленный анализ факторов, сдерживающих рост производительности труда в России (изношенность инфраструктуры, дефицит кадров в восточных регионах, недостаточная

автоматизация), и разработку конкретных рекомендаций по их преодолению с учетом лучших практик стран БРИКС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. BRICS Joint Statistical Publication 2024 // BRICS Russia: [Электронный ресурс]. 2024. – URL: http://brics-russia2024.ru/statistical_publication/ (дата обращения: 02.03.2026).
2. Railway Statistics 2024 // International Union of Railways (UIC). – Paris, 2024. – 120 p.
3. Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом до 2035 года: утв. Распоряжением Правительства РФ № 3363-р от 27.11.2021 // КонсультантПлюс.
4. Годовой отчет ОАО «РЖД» за 2024 год. – М., 2025. – 180 с.
5. China Railway Yearbook 2024. – Beijing, 2025. – 350 p.
6. Развитие железнодорожного транспорта в странах БРИКС: аналитический обзор / Институт экономики и развития транспорта. – М., 2025. – 85 с.

УДК 656.078

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

П.А. Шерстнева, О.В. Иванчина

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. В условиях глобальной цифровизации экономики и необходимости обеспечения технологического суверенитета, ОАО «Российские железные дороги» реализует стратегию глубокой трансформации управленческих и производственных процессов на базе технологий искусственного интеллекта. Актуальность данного исследования обусловлена масштабом изменений: к началу 2026 года в компании функционирует не менее 28–38 систем с элементами ИИ, охватывающих все ключевые аспекты деятельности - от управления локомотивами до взаимодействия с пассажирами и сотрудниками.

Цель данной работы - систематизировать внедренные кейсы применения ИИ в ОАО «РЖД», классифицировать их по функциональному признаку, проанализировать используемые методы и оценить достигнутые управленческие и экономические эффекты.

Теоретические и методологические основы внедрения ИИ на железнодорожном транспорте. В современном мире искусственный интеллект – это рабочий инструмент, который перекраивает целые отрасли. Особенно заметен этот тренд в сфере управления персоналом. Если раньше HR департаменты внедряли алгоритмы лишь для скрининга резюме, то сейчас нейросети берут на себя функции, которые требуют эмоционального интеллекта. Ярким примером является ретейл, где ИИ-тренажеры успешно обучают сотрудников клиентоориентированности, моделируя сложные диалоги с покупателями и оценивая результаты.

Однако возникает вопрос: можно ли масштабировать этот опыт на гигантские инфраструктурные компании, где качество сервиса напрямую влияет на безопасность и комфорт миллионов людей? В частности, для компании ОАО «РЖД», где

социально-кадровые центры ежедневно сталкиваются с десятками тысяч оказанием услуг, симуляция бесед с искусственным интеллектом могла бы стать прорывом в обучении персонала. [4].

В октябре 2025 года на 3 Международном форуме «Цифровая транспортация» состоялась презентация первого отраслевого документа- «Белой книги. Искусственный интеллект в сфере транспорта и логистики». Этот документ был инициирован Ассоциацией «Цифровой транспорт и логистика» совместно с Альянсом в сфере искусственного интеллекта. Он призван стать единой методологической платформой для внедрения ИИ в транспортной отрасли. Белая книга задает векторы развития. В ней представлен пошаговый алгоритм внедрения ИИ – от постановки задач до масштабирования решений, также зафиксированы методики расчета экономического эффекта, критерии зрелости ИИ- решений и вопросы кадров и компетенций. [2].

Команда РЖД, которая участвовала в разработке документа, предложила классификацию производственных и непроизводственных процессов, описала подходы к внедрению ИИ и типовые решения, которые можно использовать в отрасли. Сегодня технологии искусственного интеллекта заложены в 33 системы компании: от системы нормирования труда до допуска вагонов после ремонта и корпоративного интеллектуального помощника. С помощью ИИ обрабатываются до 55% всех запросов клиентов.

Однако, если производственные процессы автоматизируются активно, то непроизводственная сфера (в частности обучение и развитие персонала социально-кадровых центров) остается областью огромного потенциала. Но прежде, чем строить прогнозы развития, важно понять, как к этим изменениям относятся те, кому предстоит внедрять и использовать новые инструменты - будущие специалисты в области управления персоналом. [6].

Стоит отметить, что интеграция искусственного интеллекта в деятельность ОАО «РЖД» базируется на нескольких ключевых методологических подходах, которые варьируются в зависимости от решаемой задачи. В сфере грузовых перевозок ключевым инструментом становится динамическая модель загрузки инфраструктуры. [5]. Разработанная при участии Объединенного ученого совета ОАО «РЖД» и института проблем управления Российской академии наук (РАН), динамическая модель загрузки инфраструктуры (ДМ ЗИ) позволяет моделировать грузопотоки в реальном времени, оптимизировать использование пропускной способности сети и способствует устранению дисбаланса грузопотоков и минимизации холостых рейсов. Модель представляет собой научно обоснованный подход к организации перевозочного процесса, основанный на теории расписаний и дискретной оптимизации. [4].

Наиболее интенсивное внедрение искусственного интеллекта наблюдается в организации движения, управлении и грузовых работ.

Реальными примерами внедрения искусственного интеллекта является множество проектов. Например, оптимизация грузопотоков. Как отмечают ведущие исследователи отрасли Б.М. Липидус, А.Т. Осьминин, применение динамической модели загрузки инфраструктуры и методов теории расписаний позволяет формировать научно обоснованные планы пропуска грузопотоков, адаптируясь к изменяющейся загрузке инфраструктур в режиме, близком к реальному времени.

Стоит отметить, что система внедрения интеллектуального коммерческого осмотра поездов на базе компьютерного зрения дважды окупилась инвестиции на пилотных участках. Искусственный интеллект автоматически фиксирует смещение груза, нарушения габаритов и крепления, повышая безопасность и снижая трудозатраты. [2].

Искусственный интеллект позволяет автоматизировать процесс управления инфраструктурой. Примером может служить создание систем, которые направлены на мониторинг верхнего строения пути (с участием ЦЭМИ РАН). Также создание цифровых копий критически важных объектов (мосты, локомотивы). Это позволяет менеджменту в реальном времени видеть их состояние, что дает возможность оптимизировать графики ремонтов.

Обширный комплекс внедрений охватывает кадровую инфраструктуру и клиентские сервисы – сферы непосредственного взаимодействия с людьми. [2].

Как показывает исследование А.Д. Джой, внедрение искусственного интеллекта в HR- процессы ОАО «РЖД» позволяет решать проблемы высоко текучести кадров и профессионального выгорания. Автоматизация рутинных операций (первичный отбор, обработка запросов) повышает эффективность работы HR - отделов и снижает операционные расходы на 20-30%. Так в компании есть практика использования виртуального консультанта «ВиКо». Он обрабатывает почти 60% запросов сотрудников по работе информационных систем. Голосовые роботы проводят более 8 тысяч первичных собеседований с соискателями ежемесячно, освобождая время рекрутеров. [1].

На высшем уровне управления искусственный интеллект используется для поддержки принятия решений по развитию компании. На сегодняшний день это управление мегапроектами (например, Для контроля за строительством высокоскоростной магистрали (ВСМ) Москва - Санкт-Петербург внедрена система мониторинга, отслеживающая в едином цифровом пространстве выполнение более 1000 контрольных точек), развитие беспилотных технологий (проект беспилотной «Ласточки» на МЦК — это не только технологический эксперимент, но и управленческое решение, нацеленное на повышение регулярности и пропускной способности линий в будущем) [3].

В рамках исследования был проведен опрос среди студентов старших курсов направлений «Управление персоналом», «Менеджмент», «Экономика» и «Эксплуатация железных дорог». Главной целью опроса является оценка влияния ИИ на эффективность в будущей работе. В анкетировании приняли участие 62 человека.

Анализ ответов на вопрос: «Знаете ли вы, что ИИ активно внедряют в различные сферы управления?» показал, что большинство опрошенных (80%) осведомлены о внедрении ИИ в сферу управления. При этом 16,7% респондентов имеют общее представление, но не знают конкретных механизмов применения, и лишь 3,3% ничего не слышали об этом. Данные свидетельствуют о высоком уровне информированности студентов, однако значительная часть не обладает детальными знаниями о практическом использовании технологий, что может стать препятствием для эффективной работы в условиях цифровизации экономики.

Отвечая на вопрос: «Как вы думаете, сможет ли ИИ- тренажер заменить живого тренера на начальных этапах обучения линейного персонала», более половины

опрошенных (58,1%) выбрали сбалансированный подход, разделяющий функции между ИИ и человеком. Это может быть связано с тем, что респонденты признают, что эмпатию, гибкость в нестандартных ситуациях и искреннюю клиентоориентированность может привить только живой тренер. Это показывает понимание ограниченных технологий. Каждый пятый респондент (22,6%) готов полностью доверить начальное обучение искусственному интеллекту. Скорее всего данная категория студентов видит выгоду. [7]. Поскольку тренажер дешевле, доступен круглосуточно и его легко масштабировать на тысячи сотрудников. И меньший процент студентов (19,4%) категорически против замены человека даже на начальном этапе. Их позиция может объясняться тем, что студенты считают искусственный интеллект «обезличенным» и неспособным научить человеческим качествам.

В какие этапы управления персоналом уже внедрен ИИ.

62 ответа

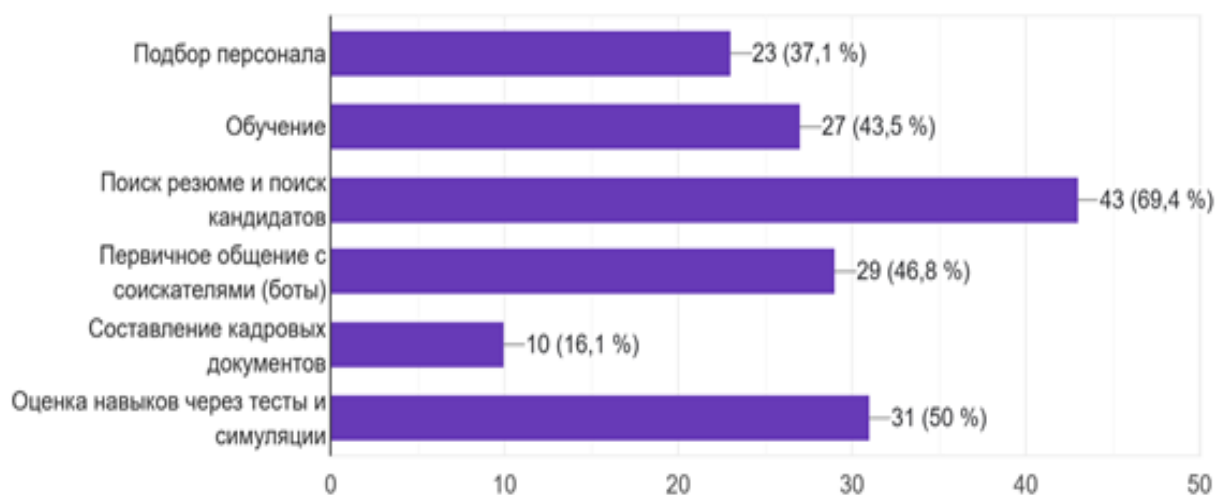


Рисунок 1- «В какие этапы управления персоналом уже внедрен ИИ?»

Оценка респондентов показала следующее распределение внедрения ИИ в HR-процессы: наибольшую автоматизацию демонстрируют поиск и привлечение кандидатов (69,4% - поиск резюме; 46,8% — первичные чат-боты), что особенно востребовано в транспортной отрасли с ее массовым наймом. Высокий уровень проникновения отмечен в сфере оценки компетенций (50%) и обучения (43,5%), где используются тренажеры и адаптивные платформы. Принятие финальных кадровых решений автоматизировано лишь частично (37,1%), а кадровое делопроизводство (16,1%) остается наименее затронутой ИИ областью из-за юридической значимости документов. ИИ в HR транспортных компаний эффективно справляется с массовыми и рутинными задачами (поиск, первичное общение, обучение), но уступает человеку в вопросах финального выбора и работы с юридически значимыми документами.

Таким образом, проведенный анализ позволяет говорить о системном эффекте от внедрения ИИ управление ОАО «РЖД». Результаты представлены в таблице 1.

Экономические и управленческие эффекты от внедрения ИИ

Направление управления	Технологии / методы	Достигнутый / прогнозируемый эффект
Операционные расходы	Автоматизация HR, предиктивная аналитика	Сокращение на 20–30%
Производительность труда	Оптимизация процессов, ИИ-ассистенты	Повышение до 30%
Эффективность HR	Автоматизация подбора и консультирования	Сокращение времени реакции, рост качества отбора
Скорость реакции на запросы	Интеллектуальная обработка обращений	Сокращение времени с 25 суток до
Использование инфраструктуры	ДМ ЗИ, оптимизация маршрутов	Снижение порожних пробегов, рост пропускной способности

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод, что ключевым результатом становится не просто автоматизация отдельных операций, а создание основы для принятия более обоснованных управленческих решений на всех уровнях. ОАО «РЖД» демонстрирует один из наиболее продвинутых в России кейсов интеграции искусственного интеллекта в управленческую деятельность. Анализ показывает, что компания движется от точечного внедрения отдельных ИИ-решений к созданию целостной экосистемы «умного управления», охватывающей как физические активы (пути, поезда, станции), так и человеческие ресурсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джой А.Д. Интеграция искусственного интеллекта в управление персоналом: стратегия повышения эффективности бизнеса (на примере ОАО «РЖД») // Экономика, профессия, бизнес. – 2025. – № 1. – С. 36-41. – DOI 10.14258/erb202504 .
2. Лапидус Б.М., Осьминин А.Т., Лазарев А.А., Кабанов А.В. О перспективах разработки и применения технологии искусственного интеллекта при реализации транспортно-логистических задач в сфере грузовых перевозок // Железнодорожный транспорт. – 2025. – № 5. – С. 4-12 .
3. Долгий А.И., Ковалев С.М., Колоденкова А.Е. Автоматические системы управления технологическими процессами перевозок с расширенным контуром аналитики данных // Интеллектуальные технологии на транспорте. – 2024. – С. 337-359 .
4. Головачева А.П., Гринев К.В., Воробьев А.Д. Система предсказания спроса на билеты и адаптивного формирования цены с помощью инструментов искусственного интеллекта // Сборник тезисов докладов конгресса молодых ученых. – СПб: Университет ИТМО, 2025 .
5. Брынцев А.Н. Интеллектуальный мониторинг транспортно-логистической инфраструктуры // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2025. – № 2. – С. 6-10. – DOI 10.56584/1560-8816-2025-2-6-10 .
6. Черняков А.Н. Умные рельсы: как искусственный интеллект меняет управление железнодорожной инфраструктурой // Финансовый университет при Правительстве РФ. – 2025. – 5 ноября
7. Лазарева, П. А. Искусственный интеллект в решении HR-задач / П. А. Лазарева, О. В. Иванчина // Наука и образование транспорту. – 2025. – № 1. – С. 199-202.

РОЛЬ ИННОВАЦИЙ В СТРАТЕГИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТА

С.А. Блинкова, К.С. Веляева

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. Актуальность инновационного развития транспортной отрасли отражена в Концепции научно-технологического развития транспортного комплекса Российской Федерации на период до 2035 года, в которой определены ключевые направления модернизации отрасли, включая развитие автономных и беспилотных транспортных средств, а также внедрение современных цифровых технологий управления транспортными процессами [1]. Реализация данных направлений направлена на формирование высокотехнологичной, эффективной и конкурентоспособной транспортно-логистической системы [2, 3].

Основные направления инновационного развития транспортной отрасли. Приоритеты инновационного развития транспортного комплекса связаны с внедрением современных технологических решений в сфере транспортного машиностроения, развития инфраструктуры, совершенствования систем управления транспортными процессами, а также применением новых источников энергии и цифровых технологий [4,5,6].

Основные направления инновационного развития транспортного комплекса могут быть систематизированы следующим образом (таблица 1).

Таблица 1

Основные направления инновационного развития транспортного комплекса

Направление инновационного развития	Содержание инновационных решений	Ожидаемые результаты
1	2	3
Разработка новых видов транспортной техники	Создание высокоавтоматизированных, беспилотных и автономных транспортных средств	Повышение технологического уровня транспортной отрасли и эффективности перевозок
Развитие высокоскоростного транспорта	Развитие технологий, инфраструктуры и подвижного состава для высокоскоростных перевозок	Повышение скорости и качества транспортного сообщения
Использование новых источников энергии	Внедрение электрического транспорта, водородных энергетических установок и соответствующей инфраструктуры	Повышение энергетической эффективности и экологичности транспорта
Развитие интеллектуальных транспортных систем	Внедрение современных технологий связи, цифровых платформ и систем управления транспортными процессами	Повышение эффективности управления транспортными потоками

1	2	3
Создание новых материалов и технологий транспортного строительства	Разработка современных материалов и технологий для строительства и эксплуатации транспортной инфраструктуры	Повышение надежности и долговечности инфраструктурных объектов
Совершенствование систем транспортной безопасности	Внедрение технологических решений, направленных на повышение безопасности перевозок	Снижение аварийности и повышение устойчивости транспортной системы
Цифровизация транспортного комплекса	Использование цифровых технологий и принципов платформенной экономики в управлении перевозками	Снижение транспортных издержек и повышение эффективности логистики

Реализация указанных направлений формирует основу научно-технологического развития транспортного комплекса и способствует повышению эффективности его функционирования в долгосрочной перспективе.

Математическая модель инновационной деятельности с учётом синергетического эффекта внедрения инноваций. В транспортной отрасли инновации редко действуют изолированно: эффект внедрения одной инновации усиливается другими. Например, внедрение цифровых платформ управления совместно с повышением квалификации персонала усиливает общий эффект, а модернизация инфраструктуры совместно с автоматизацией создаёт дополнительный синергетический эффект. Пусть в транспортной системе выделено n факторов инноваций $x_1, x_2, \dots, x_n$. Тогда интегральный показатель I_{inn} , отражающий уровень инновационной деятельности, задаётся формулой:

$$I_{inn} = \sum_{i=1}^n w_i x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \alpha_{ij} x_i x_j, \quad (1)$$

где $x_i \in [0,1]$ - нормированный показатель i -го фактора (например, инвестиции, цифровизация, автоматизация, квалификация персонала, экологические меры);

w_i - весовой коэффициент значимости i -го фактора;

α_{ij} - коэффициент синергии между i -м и j -м показателем ($\alpha_{ij} > 0$ — синергия, $\alpha_{ij} < 0$ — конфликт факторов);

n - количество факторов.

Модель учитывает не только индивидуальные показатели инноваций, но и взаимосвязи между ними. Чтобы показатели разных видов (финансовые, технологические, социальные, экологические) были сопоставимы, рассмотрим линейную нормализацию, после которой можно корректно суммировать показатели и учитывать их веса:

$$x_i = \frac{X_i - X_{min,i}}{X_{max,i} - X_{min,i}}, \quad (2)$$

где X_i - фактическое значение показателя;

$X_{min,i}, X_{max,i}$ - минимальное и максимальное значение для данного показателя;

Инвестиции и технологический прогресс увеличивают инновационный уровень, при этом синергия факторов дополнительно ускоряет рост, а риски его замедляют.

Инновации развиваются во времени, тогда уровень инновационного развития можно описать дифференциальной моделью:

$$\frac{dI_{inn}(t)}{dt} = \beta_1 Inv(t) + \beta_2 Tech(t) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \gamma_{ij} x_i x_j - \beta_3 Risk(t), \quad (3)$$

где $Inv(t)$ - инвестиции в инновации в момент времени t ;

$Tech(t)$ - технологический уровень (например, процент цифровизации, автоматизации);

γ_{ij} - динамический коэффициент синергии между i -м и j -м фактором;

$isk(t)$ - совокупные риски внедрения инноваций;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$ - коэффициенты чувствительности;

x_i - нормированные показатели факторов.

В модели для стратегического планирования внедрения инноваций вводится бюджетное ограничение:

$$\sum_{i=1}^n I n v_i \leq B, 0 \leq x_i \leq 1, \quad (4)$$

Тогда целевая функция для оптимального распределения ресурсов представлена, как:

$$\max I_{inn} = \sum_{i=1}^n w_i x_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \alpha_{ij} x_i x_j, \quad (5)$$

Если учитывается экономический и социальный эффект, то применяем многокритериальную цель:

$$F = \lambda_1 I_{inn} + \lambda_2 E_{eco} + \lambda_3 S_{soc}, \quad (6)$$

где E_{eco} — экономический эффект инноваций (снижение затрат, рост дохода);

S_{soc} — социальный эффект (повышение качества обслуживания, удовлетворённость персонала);

λ_i — веса приоритетов стратегии.

Заключение. В ходе проведённого исследования рассмотрены ключевые направления инновационного развития транспортной отрасли, определяющие её трансформацию в условиях цифровизации и технологических изменений. Предложенная математическая модель позволяет не только оценивать интегральный уровень инновационного развития, но и выявлять взаимное влияние факторов, усиливающих или, напротив, ограничивающих общий эффект. Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности применения модели для обоснования управленческих решений в сфере транспортной политики и стратегического планирования. Использование предложенного подхода позволяет оптимизировать распределение ресурсов, учитывать многокритериальный характер целей развития и повышать эффективность реализации инновационных проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция научно-технологического развития транспортного комплекса Российской Федерации на период до 2035 года : утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 декабря 2025 г. № 3871-р. — Москва, 2025. — 24 с.
2. Гаранин, М. А. Конвергентно-дивергентная система генерации инновационных проектов / М. А. Гаранин, В. Т. Волков, К. С. Веляева // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. — 2025. — № 10. — С. 196-205. — DOI 10.24412/2220-2404-2025-10-7.

3. Гаранин, М. А. Экономическая модель развития техностартеров и спин-аутов в университете нового поколения / М. А. Гаранин, К. С. Веляева // Вестник СамГУПС. – 2023. – № 2(60). – С. 9-15.
4. Блинкова, С. А. Институциональные механизмы развития инновационной инфраструктуры: проблемы и перспективы / С. А. Блинкова // Цифровая экосистема экономики : СБОРНИК СТАТЕЙ ПО ИТОГАМ XII-й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИИ, Ростов-на-Дону, 29 апреля 2025 года. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Южный федеральный университет, 2025. – С. 264-267.
5. Блинкова, С. А. Организация взаимодействия участников инновационной экосистемы на железнодорожном транспорте / С. А. Блинкова, К. С. Веляева // Ключевые позиции и точки развития экономики и промышленности: наука и практика : Материалы V Международной научно-практической конференции, Липецк, 24–25 апреля 2025 года. – Липецк: Липецкий государственный технический университет, 2025. – С. 39-43.
6. Блинкова, С. А. Интеграция жизненного цикла проекта в стратегию инновационного развития железнодорожного транспорта / С. А. Блинкова // Актуальные проблемы экономики и управления : сборник материалов Всероссийского научно-практического форума, посвященного 95-летию университета, Брянск, 23 апреля 2025 года. – Брянск: Брянский государственный инженерно-технологический университет, 2025. – С. 267-270.

УДК 338.47:656.2

СИСТЕМНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

А.С. Кириллова, Н.В. Эрлих

Приволжский государственный университет путей сообщения,
Российская Федерация

Введение. В условиях усиливающейся конкуренции, меняющихся грузопотоков и растущих требований к скорости и надежности доставки, а также качеству сервиса, целью исследования стало определение ключевых факторов, которые позволяют железной дороге оставаться конкурентоспособной по отношению к автомобильному, водному и смешанному транспорту.

Конкуренция между видами транспорта определяется не только тарифом, но и совокупностью параметров перевозочного процесса: скоростью доставки, устойчивостью графика, провозной способностью, уровнем цифрового сопровождения, степенью интеграции с портами и терминалами, а также возможностью включения железной дороги в мультимодальные логистические цепи. Для железнодорожного транспорта данная проблематика имеет особое значение, поскольку именно он обслуживает массовые и среднедальние грузопотоки, где решающими становятся не разовые преимущества, а системная способность обеспечивать предсказуемость и масштаб перевозок. Актуальность темы усиливается тем, что, по результатам исследований, в течение последних 20 лет объем погрузки в ОАО «РЖД» удерживался на уровне около 1200 млн т при сравнительно небольших колебаниях, что свидетельствует о сохранении базовой роли железной дороги в национальной транспортной системе [5: 302].

С научной точки зрения задача состоит в выявлении тех факторов, благодаря которым железнодорожный транспорт сохраняет конкурентоспособность в

соперничестве с автомобильным, морским и смешанным сообщением. При этом исследование должно учитывать не только собственно перевозочную деятельность, но и грузовую, коммерческую и логистическую составляющие. Согласно научным исследованиям, использование логистического центра как промежуточного звена в цепи поставок является «одной из основных тенденций на международном транспортном рынке» [4: 103]. Из этого следует, что сохранение позиций железной дороги сегодня связано уже не только с движением поезда между станциями, но и с качеством включения в единую систему доставки.

Методы решения задачи. Для решения поставленной задачи использованы сравнительный, системный и функциональный методы. Сравнительный подход позволяет сопоставить железнодорожный транспорт с альтернативными видами транспорта по критериям стоимости, скорости, надёжности, доступности инфраструктуры и уровня сервиса. Системный подход необходим для рассмотрения железной дороги как элемента транспортно-логистической системы, включающей станции, терминально-складские комплексы, порты, цифровые сервисы и инструменты управления клиентским потоком. Функциональный подход даёт возможность выявить, какие именно свойства железной дороги обеспечивают её устойчивость на рынке: массовость перевозок, способность обслуживать крупные партии грузов, участие в контейнеризации, цифровизация документооборота и повышение качества коммерческой работы. Такой методический выбор соответствует содержанию рассмотренных научных публикаций, где конкурентоспособность железной дороги анализируется через состояние инфраструктуры, качество сервиса и технологические изменения в организации перевозочного процесса.

Анализ полученных результатов. Железная дорога удерживает позиции прежде всего за счёт способности обслуживать крупные грузопотоки в условиях ограничений по себестоимости на единицу массы груза. Однако эта способность перестаёт быть достаточной, если она не поддерживается современными логистическими и цифровыми решениями. В исследовании подчёркивается, что «Цифровизацию в данном случае необходимо рассматривать как источник основного конкурентного преимущества компании» [2: 127]. Данное положение имеет принципиальное значение, поскольку переводит обсуждение конкуренции из сферы простого межвидового сопоставления тарифов в сферу управления качеством транспортной услуги.

Содержание конкурентной борьбы на транспортном рынке заметно изменилось. Если ранее основным преимуществом железной дороги считалась провозная способность, то в настоящее время решающим становится сочетание провозной способности с клиентоориентированностью. В исследовании приведены результаты оценки клиентской лояльности: доля лояльных потребителей составила 55 %, нейтральных – 28 %, критически настроенных – 17 % [2: 130]. Эти данные указывают на двойственный характер положения железной дороги. С одной стороны, база доверия у неё сохраняется; с другой стороны, почти каждый шестой потребитель воспринимает качество услуг как недостаточное. Следовательно, удержание рыночных позиций достигается не автоматически, а через постоянное совершенствование сервиса.

Важнейшим фактором конкурентоспособности является способность железной дороги включаться в смешанные и мультимодальные схемы перевозок. Современный рынок не противопоставляет виды транспорта в абсолютном смысле; он формирует цепи, где каждый вид транспорта выполняет ту часть маршрута, в которой его преимущества наиболее выражены. Именно поэтому развитие транспортно-логистической инфраструктуры становится условием удержания рыночной доли. В результате исследований показано, что развитие инфраструктуры позволяет снизить издержки перевозки, использовать транзитный потенциал и повысить уровень услуг в грузовых перевозках [4: 103]. Иначе говоря, железная дорога сохраняет позиции не вопреки взаимодействию с другими видами транспорта, а через правильно выстроенное взаимодействие с ними.

Существенным ограничителем конкурентоспособности остаётся инфраструктурный дефицит. В исследовании прямо говорится о наличии «высокой вероятности дефицита пропускных и провозных мощностей» [1: 91]. Это означает, что даже при наличии спроса железная дорога не всегда способна немедленно конвертировать потенциальное преимущество в фактический результат. Конкуренция между видами транспорта в таком случае обостряется: часть грузов может быть переориентирована на автомобильные или смешанные маршруты. Удержание позиций требует не только совершенствования технологий управления, но и опережающего развития инфраструктуры.

Значительную роль играет и совершенствование грузовой и коммерческой работы на станциях. Подчеркивается, что «Следующим шагом в области повышения качества грузовой и коммерческой работы должна стать цифровизация тех процессов, которые сегодня выполняет человек» [5: 303]. Это положение раскрывает внутренний резерв железной дороги в межвидовой конкуренции. Если оформление, осмотр, приём и сопровождение груза выполняются быстрее и точнее, снижается доля задержек, повышается оборот вагона, сокращаются операционные потери, а значит, возрастает привлекательность железнодорожного способа доставки для клиента.

Отдельное направление удержания позиций связано с контейнеризацией и гибридными схемами доставки. В материале рассмотрено сравнение экономических затрат грузоотправителей при перевозке угля в Китай по схеме «железная дорога – река – море» и по традиционным цепям поставок [3: 5]. Уже сама постановка вопроса показывает, что в современных условиях железная дорога не ограничивается ролью единственного перевозчика на всём плече маршрута, а становится опорным звеном более сложной логистической комбинации. Следовательно, сохранение конкурентоспособности обеспечивается способностью не вытеснять другие виды транспорта, а рационально сочетаться с ними в составе единой цепи. В таблице 1 содержится ключевые факторы, по которым железная дорога сохраняет свои позиции и остаётся конкурентоспособным.

Факторы удержания конкурентных позиций железнодорожного транспорта на рынке грузовых перевозок

Фактор удержания позиций	Содержание фактора	Проявление конкурентного эффекта
Инфраструктурная мощность	Большие объёмы погрузки и высокая провозная способность	Возможность обслуживания массовых грузов и длинных плеч перевозки
Цифровизация сервиса	Электронные сервисы, цифровые документы, автоматизация операций	Снижение времени оформления и повышение удобства для клиента
Терминально-логистическая интеграция	Включение в работу ТЛЦ, портов и складских комплексов	Участие в смешанных перевозках без потери роли железной дороги
Совершенствование грузовой и коммерческой работы	Автоматизация осмотра, приёма и контроля грузов	Рост качества обслуживания и сокращение влияния человеческого фактора
Контейнеризация и мультимодальность	Использование железной дороги как базового звена в сложной цепи доставки	Укрепление позиций там, где клиенту нужна не только перевозка, но и логистическое решение

Железная дорога удерживает позиции не только благодаря масштабу, но и благодаря возможности технологического обновления. В течение длительного периода объём погрузки оставался на уровне около 1200 млн т [5: 302], однако сама структура конкурентного преимущества изменилась. Сегодня решают не только тоннаж и длина маршрута, но и скорость, своевременность, прозрачность документооборота, возможность отслеживания груза и согласованность действий со смежными участниками перевозочного процесса. Используя сравнительный, системный и аналитический подходы, мы оценили роль инфраструктуры, цифровизации, контейнеризации и интеграции. Установлено, что железнодорожный транспорт сохраняет свои преимущества благодаря высокой провозной способности, развитию электронных услуг, качественному обслуживанию и активному участию в мультимодальных перевозках. Его конкурентоспособность определяется способностью предоставлять комплексные, надежные и предсказуемые транспортные решения.

Поэтому удержание позиций железной дороги представляет собой результат перехода от модели простого перевозчика к модели интегрированного транспортно-логистического оператора.

Практическое приложение результатов. Практическое значение полученных результатов состоит в том, что они позволяют определить направления укрепления конкурентоспособности железной дороги в реальной грузовой и коммерческой работе станции. Во-первых, требуется ускоренное развитие цифровых форматов взаимодействия с грузоотправителями и грузополучателями, поскольку именно цифровизация создаёт новое качество услуги и уменьшает транзакционные издержки [2: 127]. Во-вторых, приоритетным остаётся развитие терминально-логистических центров и узлов стыкования с морским и автомобильным транспортом, так как без этого железная дорога не сможет эффективно участвовать в современных цепях

поставок [4: 103]. В-третьих, необходима автоматизация процедур коммерческого осмотра и приёма вагонов к перевозке, позволяющая сокращать время операций на станции и уменьшать зависимость от человеческого фактора [5: 303]. Наконец, особое значение имеет развитие контейнерных и смешанных схем доставки, позволяющих адаптировать железнодорожный транспорт к тем сегментам рынка, где клиент ориентирован не на один вид транспорта, а на совокупный логистический результат [3: 5].

Выводы. Железная дорога удерживает свои позиции в конкуренции между видами транспорта благодаря сочетанию традиционных и новых преимуществ. К традиционным относится способность обеспечивать массовые перевозки на значительные расстояния при сохранении системной устойчивости грузопотока. К новым относится цифровизация, интеграция в мультимодальные цепи, развитие терминально-логистической инфраструктуры и совершенствование грузовой и коммерческой работы.

Современная межвидовая конкуренция развивается не в логике простого противопоставления железнодорожного, автомобильного и морского транспорта, а в логике соперничества за качество комплексной транспортной услуги. Именно поэтому основным условием сохранения позиций железной дороги становится её способность выступать не только как перевозчик, но и как организатор устойчивой, технологичной и предсказуемой цепи доставки. В этом смысле железная дорога удерживает позиции тогда, когда повышает не только провозную способность, но и качество сервиса, уровень цифрового сопровождения, скорость коммерческих операций и эффективность взаимодействия с другими видами транспорта.

Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации работы станций и улучшения клиентского сервиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Власова, Н. В. Анализ состояния транспортно-логистического бизнес-блока холдинга ОАО «РЖД» с целью повышения качества предоставления услуг клиентам железнодорожного транспорта по перевозке навалочных грузов в специализированных контейнерах / Н. В. Власова, В. С. Брытков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2024. – № 3(83). – С. 91–106.
2. Власова, Н. В. Цифровизация как основное стратегическое направление для достижения устойчивой конкурентной позиции ОАО «РЖД» на транспортном рынке / Н. В. Власова, В. А. Оленцевич // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2023. – № 1(77). – С. 127–135.
3. Гладунов, В. А. Оценка экономических затрат грузоотправителей на перевозку угля из России в Китай по схеме «железная дорога – река – море» в сравнении с традиционными цепями поставок / В. А. Гладунов, Е. М. Бондаренко // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2024. – № 2(69). – С. 5–12.
4. Оленцевич, В. А. Современное состояние и проблемы развития транспортно-логистической системы России / В. А. Оленцевич, В. В. Горшков, В. С. Брытков // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2024. – № 1(81). – С. 103–112.
5. Смирнов, Ф. А. Совершенствование грузовой и коммерческой работы на железнодорожном транспорте: концепция и инструментарий / Ф. А. Смирнов, А. В. Новичихин, К. Е. Ковалев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2023. – Т. 20, вып. 2. – С. 302–313.

Научное издание

ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА, ЛОГИСТИКА,
ЭКОНОМИКА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ:
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И РЕШЕНИЯ

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Самара, 14–15 мая 2026 г.)

Подписано в печать 24.04.2026. Формат 60×90 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. 15,9. Тираж 70 экз. Заказ 28.

Издательско-полиграфический центр ПривГУПС.
443022, Самара, Заводское шоссе, 18.
Тел.: 8 (846) 200-21-10.

Отпечатано в Приволжском государственном университете путей сообщения.
443022, Самара, Заводское шоссе, 18.
Тел.: 8 (846) 200-21-10.